PEM32-11 会場:503 時間:5 月 2 日 12:00-12:15

動的ペチェック・リコネクション
Dynamical Petscheck Reconnection

草野 完也[1*] ; 中坊 孝司[1] ; 三好 隆博[2] ; Vekstein Grigory[3]
KUSANO, Kanya[1*] ; NAKABOU, Takashi[1] ; MIYOSHI, Takahiro[2] ; VEKSTEIN, Grigory[3]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [2] 広島大学大学院理学研究科, [3] マンチェスター大学
[1]STEL, Nagoya University, [2]Graduate School of Science, Hiroshima University, [3]Manchester University

磁気リコネクションは様々な高温プラズマにおける爆発的なエネルギー解放機構と考えられている。しかしながら、磁気レイノルズ数（S）が 10^{10} 以上もある太陽コロナのような高磁気レイノルズ数領域におけるリコネクションの高速化メカニズムは未だに明確に説明されていない。観測によれば太陽フレアにおけるリコネクション率は 10^{-2} 程度であると考えられているが、Sweet (1958) や Parker (1963) による古典的な理論はリコネクション率が $S^{-1/2}$ で制限されることを示している。これに対して Petscheck (1964) はスローモード衝撃波を伴う高速リコネクションの定常解があることを理論的に示したが、その後の数値的研究によれば一様抵抗においては Petscheck の解は安定に維持できないことが示唆されてきた。そのため、リコネクションの高速化には局所的な異常抵抗や非 MHD 効果が不可欠であると広く考えられてきた。

こうした背景のもと、我々は高精シミュレーションによって高磁気レイノルズ数領域（S～10^4-10^6）における一様抵抗 MHD リコネクションの新たな高速化の可能性とそのメカニズムを探った。本研究では、Miyoshi and Kusano (2005) による HLLD スキームを用いてハリス解によって与えられた電流層のこれまでにない高分解 2 次元 MHD 計算を実施した。

その結果、高磁気レイノルズ数領域にこれまでに知られていない新しい高速リコネクションの解が存在することを見出した。磁気レイノルズ数が 10^4 を超えるとセカンダリ・テアリングモード不安定によって電流層の中に複数の X 点が形成され、多数の磁気島（プラズモイド）が形成される。我々はその後、磁気島が成長すると共にプラズモイド間の電流層が V 型に分岐し、分岐電流層の頂点で電流密度が強化されリコネクションが高速化することを見出した。さらにこの分岐電流層はスロー・モード・ショックに発展することを明らかにした。その結果、リコネクション率は磁気レイノルズ数に関わらず 0.05 程度まで増加した。ただし、このスロー・モード・ショックは定常的に維持されず、プラズモイドの伝搬と共に生成と崩壊を繰り返すことが分かった。これらの結果は高磁気レイノルズ数領域では、一様抵抗下においても Sweet-Parker 型の電流層からなる従来のプラズモイド・リコネクションは「動的ペチェック型リコネクション」と呼ぶべき新しい高速リコネクションに遷移することを示している。この遷移機構の詳細を講演で議論する。

キーワード: リコネクション, ペチェック・リコネクション, MHD, シミュレーション, スロー・ショック
Keywords: reconnection, Petscheck reconnection, MHD, simulation, slow mode shock