

UTST トカマク合体実験における磁場揺動とプラズモイド生成と関連検証 Magnetic Fluctuation and Plasmoid in High Guide Field Reconnection at UTST Tokamak Merging Experiment

佐藤 諒典, 井 通暁, 小野 靖¹

Akinori Sato, Michiaki Inomoto, Yasushi Ono¹

東京大学大学院新領域創成科学研究科¹

Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, CHIBA 277-8561, Japan¹

東京大学 UTST 装置における球状トカマク合体実験では、リコネクションする磁場に比べて直交するガイド磁場成分が10倍以上大きいという条件下での高速リコネクションが発生しているが、電流シート内にプラズモイド様の局所発光およびイオンサイクロトロン周波数付近の磁場揺動が観測されている。リコネクション高速化機構の可能性の一つとして、プラズモイド生成に伴う非定常的な効果が指摘された [1]。例えば、地球磁気圏尾部や太陽フレアなどの衛星観測においては、電流シート内にてプラズモイドが形成されたとする観測例があり [2,3]、さらにはMHDシミュレーションにおいても磁気レイノルズ数が 10^4 を超えたあたりでティアリング不安定によるプラズモイド生成が予測されている [4]。

一方、これまでの UTST における高ガイド磁場リコネクションでは、バルク電子温度 (~ 10 eV) よりも数倍高いエネルギーライン (CIII および HeII ~ 25 eV) の発光がリコネクション境界面において局所的に確認されており、電流シート内に温度ないし密度の勾配を伴うプラズモイド様の構造が形成されていることが示唆された。さらには、電流シート内の X 点付近からリコネクション下流へ向かう、イオンサイクロトロン周波数程度の磁場揺動の伝搬が確認された。この磁場揺動は背景磁場に対して垂直成分のみ持ち、位相速度は $V_{ph,r} \sim 40$ km/s である。揺動成分をふまえると、この波動は Shear Alfvén 波と予想される。本研究ではさらに磁場揺動のガイド磁場方向位相速度を計測し、理論的に導かれる分散関係と実験結果との比較を行った。ガイド磁場方向に 20 cm 離して並べた 2 点の揺動信号を Fig.1 に示す。周波数 $f_{flc} \sim 0.25$ MHz の揺動が確認され、その遅延間隔から $V_{ph,\theta} \sim 1000$ km/s とわかった。 $V_{ph,r}$ との比較により揺動はおおよそアウトフロー方向すなわち磁力線にほぼ垂直方向に波数ベクトルを持つような、Alfvén 共鳴に近い条件での揺動伝搬が発生していることが示唆される。このような波動としての揺動伝搬とプラズモイドの形成・排出とが結合している可能性を検証するため、今後は磁場揺動と発光計測の位相速度や波長が一致するかどうかの比較検証および分散関係の精細な検証を進める予定である。

本研究は JSPS 日中韓フォーサイト事業ならびに科研費 15H05750, 15K14279, 26287143, 25820434, 核融合科学研究所 NIFS15KBAR012 の助成を受けたものです。

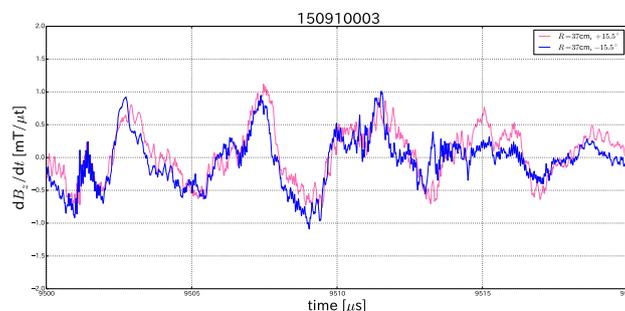


Fig.2 ガイド磁場方向に並べた 2 点の磁場揺動を示す dB_z/dt 信号. $t = 9500 - 9520$ [μ s] に揺動が生じている.

- [1] K. Shibata and S. Tanuma, *Earth Planets Space* **53**, 473(2001).
- [2] J.A. Slavin *et al.*, *J. Geophys. Res.* **108**, SMP 10(2003).
- [3] N. Nishizuka, *Astrophys. J.* **711**, 1062(2010).
- [4] R. Samtaney *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **103**, 105004(2009).