

## 高ガイド磁場磁気リコネクション電流層中の電流チャンネルの形成

Formation of current channels in a magnetic reconnection current layer under high guide magnetic field

篠原淳志<sup>1</sup>,井通暁<sup>2</sup>,前田陽平<sup>2</sup>,金子健一郎<sup>2</sup>,JIN Hailin<sup>1</sup>,鈴木大樹<sup>3</sup>,小野靖<sup>2</sup>

A. Shinohara, M.Inomoto, Y.Maeda, K.Kaneko, J.Hailin, T. Suzuki, Y.Ono

[1]東大院・工, [2]東大院・新領域, [3]東大・工

[1] Graduate School of Eng. Univ. Tokyo, [2] Graduate School of Frontier Sciences, Univ. Tokyo

[3] Dept. Eng. Univ. Tokyo

## 1. Introduction

本研究室で使用している UTST 装置は、プラズマ合体立ち上げ手法を用いてセンターソレノイドコイルを用いない球状トカマク (ST) 生成手法の開発を目標としている。ST 生成過程では磁気リコネクション現象が発生し (fig1)、下流部で磁気エネルギーが主にイオンの運動・熱エネルギーに変換される。また本装置はリコネクション面に対して垂直方向に高ガイド磁場が印加されており、この影響で高エネルギー電子の生成が報告されている<sup>[1]</sup>。また、拡散領域内ではイオンサイクロトロン周波数帯 (高周波領域) の磁場揺動が確認されており、揺動磁場成分は閉じた磁気面を形成していると推定された<sup>[2]</sup>。閉じた磁気面はプラズマの高エネルギー化に貢献していると推測しているが、その影響度はいまだに明らかになっていない。そこで本研究では拡散領域内の磁場電場測定およびそのデータを基にしたテスト粒子計算を行うことで、電子加速との関係性を検証した。

## 2. 実験装置

Fig1 に今回使用した計測系の位置を示す。リコネクションの中央付近 ( $Z=0$ ) に 3 種類の磁気プローブを設置し、低周波領域の磁場  $B_z$  と高周波領域の  $B_z, B_r$  を計測した (青△, 黒▽, 赤○)。また緑四角に静電プローブを導入して電子密度/温度を測定した。

## 3. 結果と考察

高周波領域で揺動が起こった際、低周波領域の磁場  $B_z$  は X 点の近傍で  $B_z$  の勾配が周辺よりも小さくなっている領域が形成されており、この領域で電子が長時間滞在し高エネルギー化していると推測される。実験で得られた低周波磁場  $B_z/B_t$ 、電子温度/密度のデータを使いテスト粒子計算から電流密度  $J_t$  を推定した (fig2)。局所的に電流密度が増加しているが、この時間/位置は磁場揺動発生時刻の X 点位置と一致している。次に高周波磁場信号  $B_r, B_z$  から、形成された電流シートに生じた摂動部分の電流密度  $\Delta J_t$  を導出した (fig3)。揺動発生時刻で電流密度の増加を確認し、 $r$  外側方向に広がっていることがわかる。2つの結果から X 点近傍に形成された局

所的な電流チャンネルが不安定化し、径方向に伝搬する様子が磁場揺動として検出されていると考えられる。

[1] T. Ushiki, et al, Plasma and Fusion Res. Volume 11,

2402100 (2016)

[2] 金子拓、東京大学修士論文 (2019)

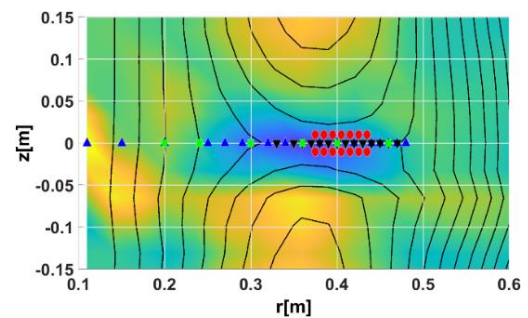
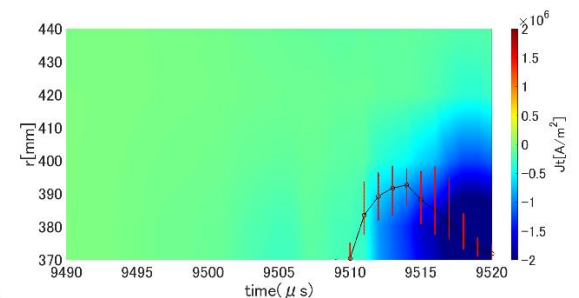
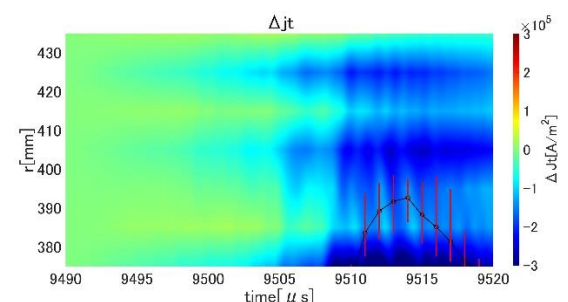


Fig1: 磁気リコネクションの様子および使用した計測系の位置。

緑□は静電プローブ、青△は低周波  $B_z$  プローブ、黒▽は高周波  $B_z$  プローブ、赤○は高周波  $B_r$  プローブを示す。

Fig2: テスト粒子計算で導出した電流密度  $J_t$ 。赤線および黒点は X 点位置Fig3: 高周波プローブから導出した摂動電流密度  $\Delta J_t$