

トーラスプラズマ合体実験を用いた  
磁気リコネクションのプラズマ加熱機構の検証  
**Plasma Heating Characteristics of Magnetic Reconnection  
in Torus Plasma Merging Experiment**

田辺博士<sup>1</sup>, 山田琢磨<sup>1</sup>, 岡裕貴<sup>1</sup>, 桑波田晃弘<sup>2</sup>, 案浦正将<sup>1</sup>, 門脇和丈<sup>1</sup>, 神尾修治<sup>1</sup>,  
Rory Scannel<sup>3</sup>, Michael Clive<sup>3</sup>, Neil Conway<sup>3</sup>, Mikhail Gryaznevich<sup>3</sup>, 井通暁<sup>1</sup>, 小野靖<sup>1</sup>  
Hiroshi Tanabe<sup>1</sup>, Takuma Yamada<sup>1</sup>, Akihiro Kuwahata<sup>2</sup>, Mikhail Grnyazvich<sup>3</sup>, Yasushi Ono<sup>1</sup> *et al.*

東大新領域<sup>1</sup>, 東大工<sup>2</sup>, CCFE<sup>3</sup>  
Univ. Tokyo<sup>1,2</sup>, CCFE<sup>3</sup>

東京大学TS-3, TS-4, UTST装置では、2つのトーラスプラズマを軸対称合体させ、磁気リコネクション加熱によって高ベータプラズマの生成実験を行っている。球状トカマクのCS-less立ち上げシナリオとして注目されるプラズマ合体法の素過程である磁気リコネクションについて、その加熱メカニズムを明らかにすべく、従来のプローブ計測に加え、ドップラートモグラフィシステムによる2次元局所イオン温度計測システムを立ち上げ、磁気リコネクションを解したエネルギー変換過程の詳細な診断を行い、以下の知見を得た。

1. イオンは合体下流域でリコネクションアウトフローの熱化により加熱される(図1)
  2. イオン加熱効果は再結合磁場 $B_{||}$ でスケールされ、ガイド磁場 $B_{\perp}$ に依存しない(図2)
- TS-3装置における加熱実験では、電子加熱は~15eVにとどまったのに対し、イオン加熱は最大~200eVまで観測されており、リコネクションによるエネルギー変換では、電流シートにおけるオーム加熱効果よりも、アウトフローの熱化の果たす役割が大きいことが分かった。

合体法を用いたリコネクション実験は現在MASTとの共同研究が進行している。リコネクションのタイムスケールに対し準定常ともいえる数百msの閉じ込め時間を有するMASTでは、加熱分布も10ms以上維持され、イオンと電子の異なる加熱分布の相互緩和が観測された(図3)。MASTは合体中のイオン温度局所計測不在のため、直接証拠はまだ計測されていないが、現在我々が開発したトモグラフィ計測輸出により解決の見通しが立ち、来年1月より局所計測を実施する共同実験が予定されている。

#### References

- [1]田辺博士 *et al.*, 電学論 A, **130**, No.8, 2010  
[2]Y. Ono *et al.*, PRL **107**, 185001 (2011)

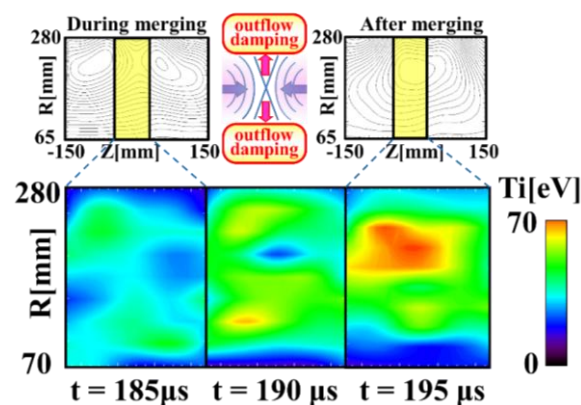


図1 2個のトーラスプラズマ合体時のポロイダル磁束(上)とイオン温度(下)のR-Z分布(TS-3)

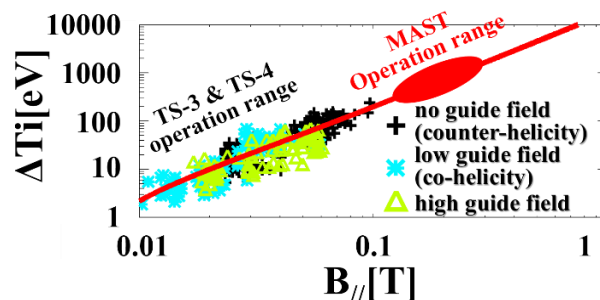


図2 プラズマ合体におけるイオン温度上昇の再結合磁場依存性(TS-3, TS-4 実験)

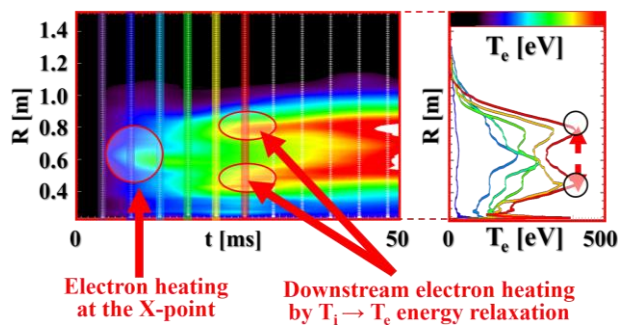


図3 MAST 大型合体実験で観測された電子温度径方向分布の時間発展