

7P24

トカマク合体によるガイド磁場リコネクションにおける イオン加熱に対する面内電場効果の検証

Investigation of in-plane electric field on ion heating through guide field reconnection during Tokamak merging

田中遥暁⁽¹⁾, 田辺博士⁽²⁾, 蔡雲漢⁽¹⁾, 小野靖⁽²⁾Haruaki TANAKA⁽¹⁾, Hiroshi TANABE⁽²⁾, Cai Yunhai⁽¹⁾, Yasushi ONO⁽²⁾東大工⁽¹⁾, 東大新領域⁽²⁾Graduate school of Engineering, Univ. of Tokyo⁽¹⁾,
Graduate school of Frontier Science, Univ. of Tokyo⁽²⁾

1. 序論

高い β 値が得られる球状トカマク(ST)では低アスペクト比への追求からセンターソレノイドコイルなしでのプラズマスタートアップが求められる。TS-6におけるトカマク合体実験(Fig. 1(b))では磁気リコネクション応用することで、ポロイダル磁場エネルギーの半分近くをプラズマの加速・加熱エネルギーに変換し急激なプラズマ電流のスタートアップが可能となる。

トカマク合体で超高 β ST生成を目指すにあたって高ガイド磁場リコネクション加熱物理の理解が必要である。高ガイド磁場リコネクションでは沿磁力線方向のリコネクション電場により電子が急激に加速されイオンとのデカップリングを起こし、特徴的な四重極状のポテンシャル構造を形成する(Fig.1(a))。本研究では生成された面内電場のプラズマに対する影響を検証する。

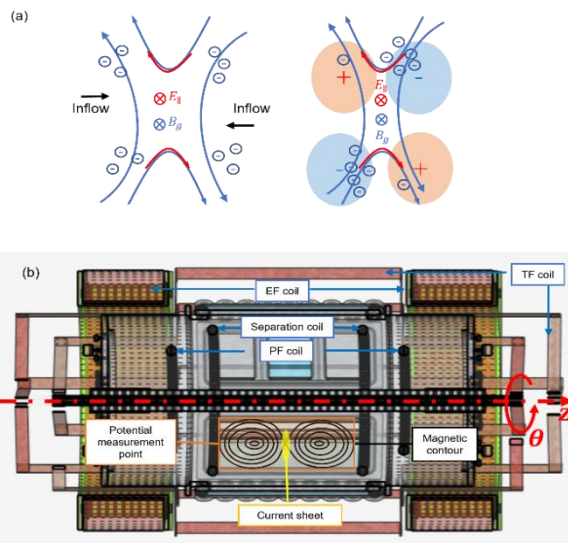


Fig.1 (a)Concept of quadrupole potential formation (b) schematic view of TS-6 Tokamak merging experiment.

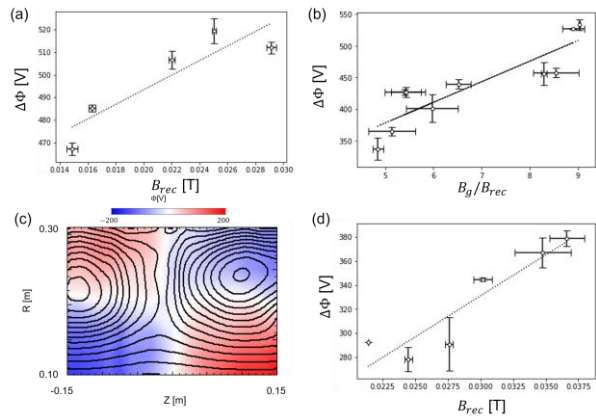


Fig.2 (a), (d) The potential gap $\Delta\Phi$ as a function of reconnecting magnetic field B_{rec} (H, Ar gas respectively, constant B_g) and (b) B_g (H gas, constant B_{rec}). (c) Typical potential 2D contour.

2. 結果

異なる再結合磁場 B_{rec} ガイド磁場 B_g におけるプラズマ合体で静電プローブを用いたポテンシャル計測を実施することで四重極状ポテンシャル深さの磁場依存性を検証した。Fig.2のように、TS-6プラズマ合体におけるリコネクション過程において四重極状ポテンシャル構造が確認され、その大きさは再結合磁場・ガイド磁場双方に比例して増加することが初めて確認された。

トカマク合体実験ではリコネクション中において電流シートの幅はイオンのラーマー半径のオーダーまで圧縮されており、イオンは再結合磁場の二乗に比例して加熱される⁽¹⁾。上記のポテンシャル形成による面内静電場が B_{rec} 、 B_g 双方に比例するなら $E \times B$ によるアウトフローに伴うイオン加熱は再結合磁場の二乗スケーリングを説明する。

[1]Y.Ono,S. Inoue,H. Tanabe,C.Z.Cheng,H. Hara and R. Horiuchi: "Reconnection heating experiments and simulations for torus plasma merging start-up", Nuclear. Fusion**59**,076025(2019)