

TS-6 トカマク 合体実験におけるプラズモイドの生成機構
Mechanism of plasmoid formation in TS-6 tokamak merging experiment

○秋光 萌¹⁾, 曹慶紅¹⁾, 蔡雲漢²⁾, 三木 景介¹⁾, 山口 遥²⁾, 神谷 駿²⁾,
染谷 諒²⁾, 田中 遥暁¹⁾, 田辺 博士²⁾, 小野 靖²⁾
M. Akimitsu¹⁾, Q. Cao¹⁾, U. Cai²⁾, K. Miki¹⁾, H. Yamaguchi²⁾, *et al.*

1) 東大工、2) 東大新領域

1) School of Engineering, Univ. Tokyo, 2) Graduate School of Frontier Sciences, Univ. Tokyo,

本文

リコネクションの方式としてはプッシュのリコネクションとプルのリコネクションの二つが存在するが、TS-6 におけるリコネクションはプッシュリコネクションである。この場合電流シートの電流の向きは合体する磁力線の電流の向きと逆となり、閉じた磁気島は電流シート内では存在し得ない。リコネクションにおけるプラズモイドの役割として、リコネクションの高速化があげられる[1]。電流シート内にプラズモイドが形成されるプラズマの塊が電流シート領域から放出されると、反平衡磁場が近づくことが可能になりリコネクションインフローが促進されリコネクションが高速化し、磁場エネルギーがプラズマの熱・運動エネルギーに急速に変換される。

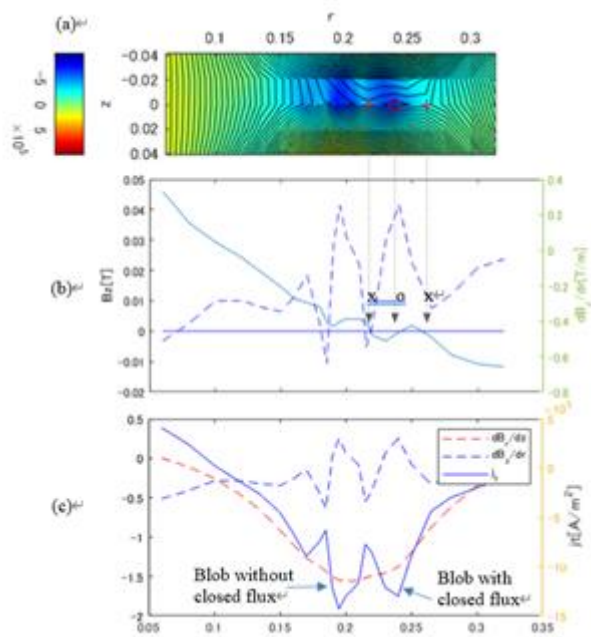


図1 (a)電流シートのプロブ構造。(b) B_z (実線) とその微分 dB_z/dr (点線), (c) dB_z/dr , dB_z/dz と(それぞれ赤・青の点線)と計算された J_t (青実線) の r 分布

つまり、TS-6 合体実験において高出力のプラズマ加熱を得るためには高速リコネクションがキーであり、その高速化にプラズモイドの生成と放出がどのように寄与しているかを解明することは重要である。

TS-6 トカマク 合体実験において、合体するトカマクの電流シート内には閉じた磁気島をもつプラズモイドや電流シートの塊 (プロブ) が生成されることがわかっている[2]。独自に開発した 5mm の高分解能をもつ PCB 型高精細磁気プローブによって電流シート付近の磁場を詳細に計測した。

電流密度のプロブ構造(図1 (a))を持つサンプルショットにおいて、 $z=0$ での B_z の r 方向分布とその微分を示すと図1 (b) のようになる。 B_z は、 r 方向 3 つの位置でゼロと交差する。中央のヌルポイントは、両側に X 点を伴う島の O 点に対応する。 B_z の変動があるため、 B_z の r 方向微分 (dB_z/dr) はピークする。図1 (c) は、 dB_z/dr と dB_z/dz を差し引いて計算された J_t を示している。図1 (c) に示すように、 dB_z/dz の r 方向分布はなめらかに変動している。このため、 J_t には dB_z/dr によって導出された 2 つのピーク (= 2 つのプロブ) がのこり電流密度の塊となっている。 $r=0.25$ [m] 付近の変動はプラズモイドが原因であり、 $r=0.2$ [m] 付近のその他の変動はプラズモイドが原因ではない。つまり電流密度分布にできるプロブ構造はプラズモイドだけでなく磁力線の変形または他の理由を含む下流の磁場構成に依存する可能性がある。

プラズモイドの生成・放出現象を検出し、その生成機構について、プロブ内には閉じた磁気島が存在する場合とない場合があり、ない場合では B_z の r 方向分布に変動があるため、 (dB_z/dr) が点線のように r 方向に変動することにより電流密度の r 方向分布に偏りが生じ、プロブ構造になることがわかった。

References

- [1] Y. Ono et al., Nuclear Fusion **59**, (2019), 076025.
- [2] M. Akimitsu et al, PFR **13**, (2018), 1202108.