

衝突合体生成FRCのSOLにおける径方向電場の計測 Radial electric field in an SOL of collisional merging formation FRC

飯嶋祐佳¹, 明石和久¹, 田村康明¹, 三浦圭介¹, 山中拓人¹, 高橋努¹, 浅井朋彦¹
Yuka Iijima¹, Kazuhisa Akashi¹, Yasuaki Tamura¹, Keisuke Miura¹, Takuto Yamanaka¹,
Tsutomu Takahashi¹, Tomohiko Asai¹

¹日大理工
¹Nihon Univ.

1. 背景・目的

磁場反転配位 (FRC) は、反磁性電流により形成されるポロイダル磁場のみによってプラズマ圧力を維持する極限的高ベータ配位である。また、トーラスと鎖交する構造物を持たない単連結構造であり、軸方向に移送が可能である。[1]

FRCプラズマの配位持続時間を決定する要因として、自発的なトロイダル回転により駆動される楕円変形を伴う回転不安定性の成長や、セパトリクス上とその外側の揺らぎ[2]による異常輸送が挙げられる。これらの現象を実験面から理解するためには、スクレイプオフ層 (SOL) の電場やその揺動を計測することが必要となる。

本研究では、日本大学のFAT-CM装置[3]において衝突合体生成されるFRCのSOLにおける電位の径方向分布を、静電プローブを用いて計測し、セパトリクス外側の径方向電場について評価する。

2. 実験装置

FRC衝突合体生成装置FAT-CMと装置軸上の磁束密度分布を図1に示す。装置両端の生成領域、中央の閉じ込め領域から構成されている。FRTP法により各生成領域で生成されたFRCを磁気圧差を利用して100–250 km/sまで加速させ、閉じ込め領域へ移送させる。その後FRCは、衝突合体過程を経て、平衡状態となる。

なお、FAT-CM装置で生成されるFRCプラズマのSOLの厚みは、セパトリクスから外側に約3–11 cmである。

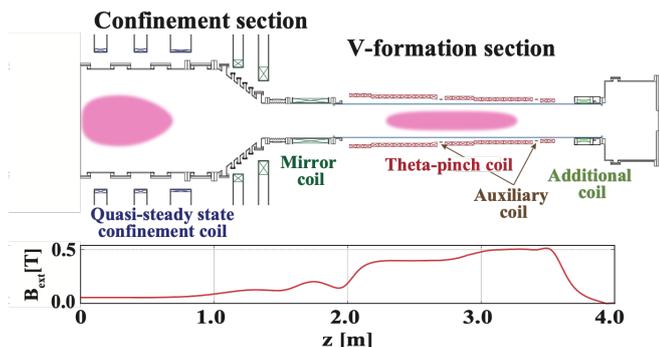


図1 FAT-CM装置の概略図と装置軸上の磁束密度分布 (装置中央断面より片側)

3. 計測方法

ショットごとに計測地点を変え、それぞれの浮遊電位を計測することで、径方向電場を求める。静電プローブにはシングルプローブを用い、閉じ込め領域の金属チャンバーを基準電位とし、差動プローブにより電位差を計測した。シングルプローブの電極は円筒状であり、直径1.5 mm、長さ5.4 mmである。また、プローブの可動域は15 cmであり、装置軸から25–40 cmの間の計測が可能である。

衝突合体後 (排除磁束半径 $r_{\Delta 0} = 20$ cm) におけるSOLの浮遊電位を計測するため、 $z = 0.3$ mの断面において、 $r = 25, 30, 35$ cmに電極を設置した (図2)。 $r = 25, 30$ cmではSOL、 $r = 35$ cmではプラズマがほぼ存在しないと考えられる装置壁付近の浮遊電位の計測を狙った。また、FRCの装置軸に対するシフトは断層像を可視光でモニターすることで導出し、FRCに対する計測位置を評価した。

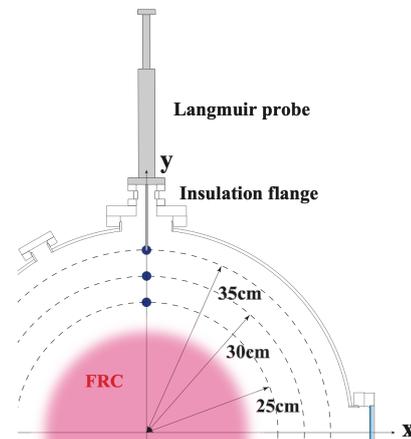


図2 $z = 0.3$ mのx-y断面における電位の計測位置

参考文献

- [1] M. Tsuzewski, Nucl. Fusion **28**, 2033 (1988).
- [2] L. Schmitz *et al.*, Nat. Commun. **7** 13860 (2016).
- [3] T. Asai *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 056024 (2019).