

# 磁化プラズモイドの非対称衝突合体による生成FRCの捕捉磁束 Trapped flux of a Field-Reversed Configuration formed by an asymmetrical collisional merging of magnetized plasmoids

永田昌基<sup>1</sup>, 小林大地<sup>1</sup>, 浅井朋彦<sup>1</sup>, 高橋努<sup>1</sup>  
Masaki Nagata<sup>1</sup>, Daichi Kobayashi<sup>1</sup>, Tomohiko Asai<sup>1</sup>, Tsutomu Takahashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日大理工  
<sup>1</sup>Nihon University

## 1. はじめに

同方向のポロイダル磁束を持つ2つの磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration : FRC) 様の磁化プラズモイドの合体において、MHD近似が成立する範囲では磁束は保存する。しかし、衝突合体法によるFRC<sup>[1]</sup>プラズマ生成では、有意な捕捉磁束の増加が確認されている<sup>[2]</sup>。

図1は、日本大学のFAT-CM装置で、衝突合体生成されたFRCプラズマの捕捉磁束である。単一のプラズモイド移送 (片側移送) 時と衝突合体時を比較すると、衝突合体時の捕捉磁束は片側移送時の約8倍になっている (平衡後)。同様の傾向は、C-2実験でも得られている<sup>[3]</sup>。

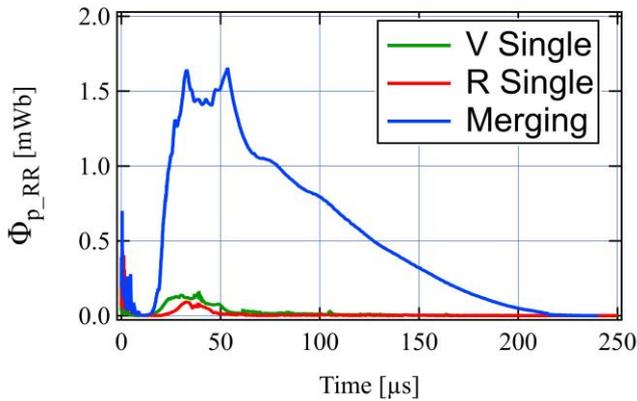


図1 片側移送・衝突合体時の捕捉磁束

本実験では、FAT-CMの2つの生成部において、捕捉ポロイダル磁束の異なるFRC様プラズモイドを生成し、これらを衝突合体させる。衝突合体後の捕捉磁束の、衝突速度や初期プラズモイドが持つ捕捉磁束に対する依存性を評価することで、FRCの超アルヴェン速度衝突合体生成過程における磁束増幅の物理メカニズムについて考察する。

## 2. 実験装置

FAT-CM装置は、両端に位置するプラズマ生成部と中央の閉じ込め部から構成されている。FRCは鎖交す

る構造物を持たないため、装置軸方向への加速・移送が可能である。装置両端で生成されたプラズモイドは、磁気圧勾配によりアルヴェン速度を超える速度で衝突合体し、平衡状態に至る。

## 3. 実験方法

衝突させるFRC様のプラズモイドは、FRTP (Field-Reversed Theta-Pinch) 法によって生成する。この方法で生成されるプラズモイドの捕捉磁束の上限は、(1)式で表せる<sup>[4]</sup>。

$$\phi_{max} = \pi r_t^2 B_0 \quad (1)$$

ここで $B_0$ は主圧縮磁場印加直前のバイアス磁場であり、 $r_t$ は放電管半径である。(1)式より、 $\phi_{max}$ は $B_0$ と比例関係にあることから、 $B_0$ をパラメータとして捕捉磁束を調整できることがわかる。両生成部において異なるポロイダル磁束量を持つFRC様プラズモイドを生成し衝突合体させる。

生成後のFRC様プラズモイド及び衝突合体後のFRCの捕捉磁束は、剛体回転モデルを仮定した式を用いて以下の(2)式から求める。

$$\phi_{p_{RR}} \sim \frac{1}{4} \sqrt{\frac{3\pi r_{\Delta\phi}^3 B_e}{2 r_w}} \quad (2)$$

ここで、 $r_{\Delta\phi}$ は排除磁束半径、 $r_w$ はコイル半径、 $B_e$ は外部磁場である。衝突合体前後のFRCプラズマの捕捉磁束は、真空容器外側、あるいは内壁に設置された磁気プローブ及び磁束ループから得られる磁束密度、磁束の信号をもとに算出する。衝突前後のプラズモイドの捕捉磁束量の関係について、衝突速度依存性を評価する。

## 参考文献

- [1] M.Tuszewski, Nucl. Fusion **28**, (1988) 2033
- [2] T. Asai et al, Nucl. Fusion **59**, (2019) 056024
- [3] H.Y.Guo et al. Phys. Plasmas **18**, (2011) 056110
- [4] M.Tuszewski, Phys. Fluids **31**, (1988) 3754