

FRC衝突合体実験における反転磁場形成条件

Translation condition for the reversal field formation in collisional merging experiments of FRCs

原島大輔, 小林大地, 関太一, 渡邊達大, 高橋努, 浅井朋彦

HARASHIMA Daisuke, KOBAYASHI Daichi, SEKI Taichi, WATANABE Tatsuhiro,
TAKAHASHI Tsutomu, ASAI Tomohiko

日大
Nihon Univ.

FRC (Field-Reversed Configuration) は, 理想的にはポロイダル磁場のみからなるコンパクトトーラスである。FRCの磁場構造は, 外部磁場に対して中心軸上に反転磁場が存在し, 磁場がゼロになる磁気軸ではベータ値が無限大となる。

日本大学のFAT-CM装置では, 対向して生成された二つの初期FRC様プラズモイドを衝突・合体させ, 磁束量の大きなFRCを生成する実験を行なっている。二つの生成領域から磁気圧勾配により, 準定常磁場が形成された閉じ込め領域 (図1) に移送される。閉じ込め領域中央付近での衝突速度 (衝突前のプラズモイドの相対速度) は音速・アルヴェン速度を超え, 衝突・合体過程を経て, 単一のFRCが生成される[1]。衝突時にFRCは破壊的な擾乱を受け, 一度磁場構造が破壊されるにもかかわらず, 再び反転磁場構造が形成される[2]。しかし, 実験条件によっては反転磁場構造の再形成が観測されないこともあり, その再形成条件は明らかになっていない。

本研究では, 内部磁場構造の直接計測[3]と衝突時のプラズモイドの密度や移送条件, また, ミラー比との関係から反転磁場が再形成される条件について検証する。

閉じ込め領域において準定常磁場コイルの駆動条件を変更することで, 図1 (b) に示すような, 準定常磁場のミラー比を $R_m \sim 2.4$ から $R_m \sim 2.0$, 2.9 と制御し, 衝突合体過程を観測した。閉じ込め領域のミラー磁場が反転磁場の再形成に影響及ぼすことは, これまでの実験や2次元抵抗性MHDシミュレーションによって示唆されているが[4, 5], 今回の検証した条件下では, 半径, 衝突位置がほぼ同じ時, 全ての条件で反転磁場の再形成が見られた (図2(a))。一方で, いずれの条件下においても, 衝突位置が閉じ込め領域中央付近から外れると反転磁場が観測されない傾向が見られた (図2(b))。このことからミラー比の制御より衝突位置を制限することで, 反転磁場が再形成されやすくなると予想される。ミラー比の再形成依存性に加え, 密度および衝突速度の依存性についても評価する。

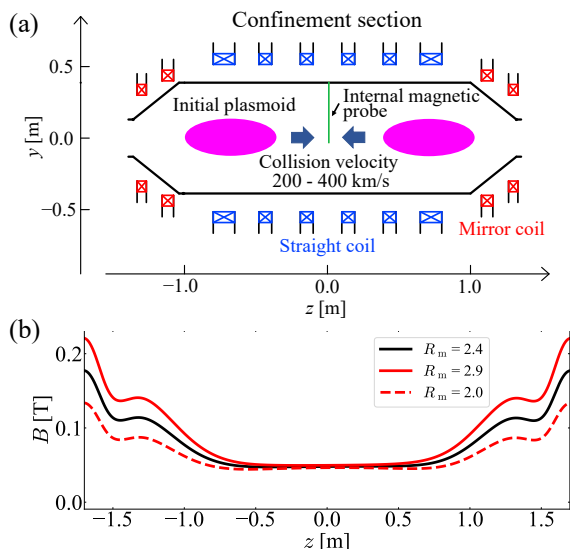


図1 (a)FAT-CM装置の閉じ込め領域, (b)準定常磁場

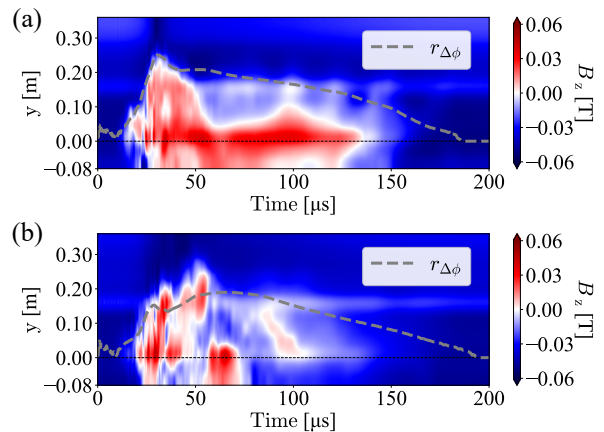


図2 衝突合体過程における反転磁場の(a)再形成, (b)再形成されない時の磁場径方向分布の時間発展 (ミラー比 $R_m \sim 2.0$)

参考文献

- [1] D. Kobayashi et al., *Phys. of Plasmas* **28**, 022101 (2021).
- [2] T. Asai et al., *Nucl. Fusion* **61**, 096032 (2021).
- [3] T. Watanabe et al., *Rev. Sci. Instrum.* **92**, 053541 (2021).
- [4] H. Gota et al., *Rev. Sci. Instrum.* **89**, 10J114 (2018).
- [5] F. Tanaka et al., *Plasma Fusion Res.* **13**, 3402098 (2018).