

O-41

アシストコイルによる移送 FRC プラズマ速度制御の検証

Translation velocity control of a field-reversed configuration plasma by a pulsed assist coil

○松本匡史¹、小北賢毅²、高橋努³、平野洋一³、浅井朋彦³、松澤芳樹³
 Tadafumi Matsumoto¹, Ogita Kenki², Tsutomu Takahashi³
 Yoichi Hirano³, Tomohiko Asai³, Yoshiki Matsuzawa³

Abstract: Plasma heating of the collision of the FRC plasma has been recently demonstrated by C-2 device experiment. A preliminary experiment of collision experiment has launched on NUCTE-III/T device. In the experiments, the control of the translated velocity of FRC plasma by a pulsed assist coil and the formation of two FRC plasma by a combination of a field reversed theta pinch (F RTP) and a magnetic reconnection control by pulsed assist coil have been performed. Initial experiment results of the velocity control by a pulsed coil experiment is presented.

1. はじめに

FRC プラズマ核融合炉の実現にはプラズマ温度や電子密度の増加, ライフタイムの伸長, FRC プラズマの補給が必要になってくる. C-2 実験装置 (トリアルファール) [1]で行われている FRC プラズマの衝突実験によれば, テータピンチで生成された 2つの FRC を超音速度で正面衝突させることで温度や電子密度の増加が期待できる結果が得られている. そこで本大学の実験装置を用いアシストコイルによる FRC の分割生成および分割生成した FRC プラズマの速度制御し衝突させる実験を開始する. その初期実験としてアシストコイルを用いた移送された FRC プラズマの速度制御実験を行った.

2. 実験装置

本研究に使用する実験装置

NUCTE-III/T を Fig1. に示す. 生成部が NUCTE-III で移送部が NUCTE-T で構成されている. 生成部は放電管の全長 2.0 m で外径 0.256 m、コイルは幅 50 mm でコイル間隔 5 mm の 29 本からなりコレクタープレートで並列につながっている.

移送部の放電管は全長 1.4 m で外径 40 cm、コイルはセンターが 8 本からなる直線ソレノイド、ミラー部は径の異なる 3 本で構成されている.

アシストコイルの役割は FRC プラズマの制御を目的として作られており, 生成部と移送部に取り付けることで様々な研究が可能になる. 生成部に取り付けた場合, 電流をパルス的に流してあげることで局所的に磁気リコネクションを起こし, 同時に複数の FRC プラズマを生成することができ, また生成部からの排出およびその速度制御が可能である. 移送部に取り付けた場合, 磁場の向きによって加減速が可能となる.

NUCTE-T が作る磁場と逆の磁場を発生させれば加速, 同じ向きなら減速となる. さらに生成部, 移送部の両方にアシストコイルを用いることで多くの実験条件 (複数生成した後, 片方の

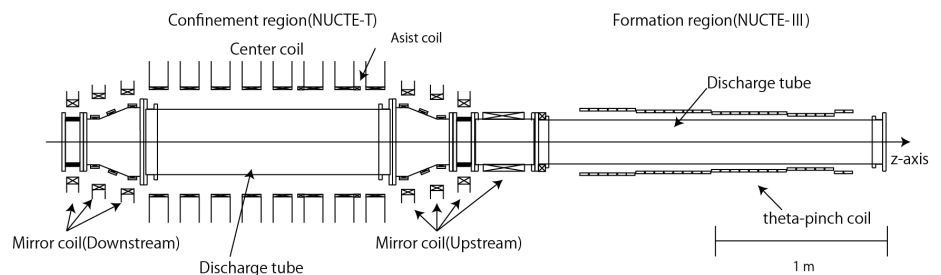


Figure1. NUCTE III/T device

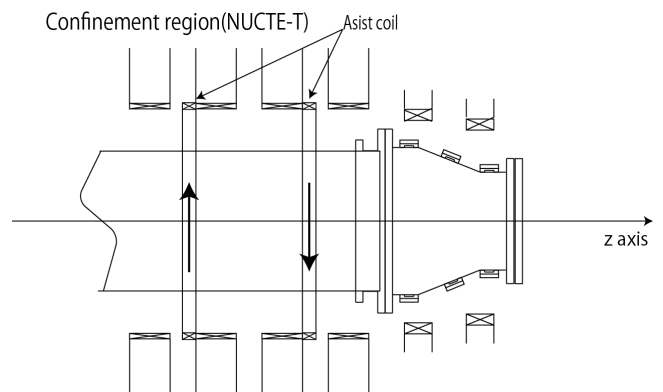


Figure2. Assist coil

1: 日大理工・学部・物理 2: 日大理工・院・物理 3: 日大理工・教員・物理

FRC プラズマを加速または減速させることで後ろからの衝突, ミラーで反射させた後の正面衝突, 片方を停止させての衝突, 磁気リコネクションの検証など) での実験が可能となる.

3. 原理

今回の実験では, FRC プラズマは bias 磁場 (スローバンク) と θ 予備電離, 主圧縮磁場 (ファストバンク) によって生成され磁場勾配を使って高速で移送部へ移送される. およそ $10 \mu s$ で生成し, $20 \mu s$ には移送が完了する. 移送部へ送られた FRC プラズマは金属チェンバーによって加速されおおよそ秒速 150 km になり, さらにアクセルコイル (Fig 2. 参照) によって加速減速を受ける. 移送部に移送された FRC プラズマは数回ミラー部で反射した後, $n=2$ モード不安定性により崩壊する. [2]

4. 計測

移送 FRC プラズマの振る舞いを観測するために, 磁気プローブ, フラックスループ, 分光器, He-Ne 干渉計, マルチアノード光電子増倍管カメラを用いた. 磁気プローブとフラックスループは磁束, He-Ne 干渉計は線積分電子密度, マルチアノード光電子増倍管は PMT を用い空間的にプラズマの観測をするためである.

FRC プラズマの速度を観測するためには, プラズマ形状分布の時間発展から決定する. 磁気プローブとフラックスループを用いることで観測点でのセパラトリクス半径が求まり, その分布から FRC プラズマの形状が予測でき, これの時間変化により速度を見積もることができる. また制動放射光の観測からもその挙動が見積れる.

5. 結果

Fig4. と Fig. 5 にアシストコイルなし, ありの場合の移送領域の中心部に設置された B_z の微分波形を示す. 時間軸は生成部の主圧縮磁場の動作タイミングを 0 秒としている. この結果を用いて FRC プラズマの形状を導出し, 時間変化を求めることでアシストコイルによる移送速度制御の様子を調べていく.

6. 参考文献

- [1] H.Y.Guo 「Formation of a long-lived hot field reversed configuration by dynamically merging two colliding high- β compact toroids」 Phys of Plasmas 18, 056110, (2011)
- [2] 櫻庭 健 「準定常磁場中に移送された磁場反転配位プラズマの振る舞い」 修士論文, 2007

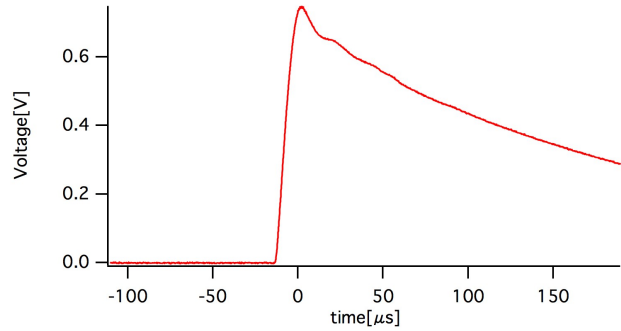


Figure3. Pulsed current of Assist coil

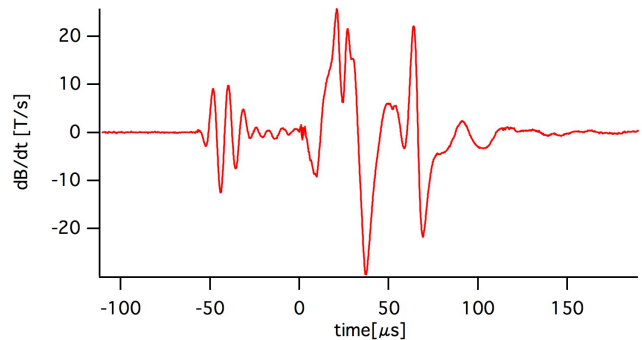


Figure4. B_z field of translation plasma without Assist coil

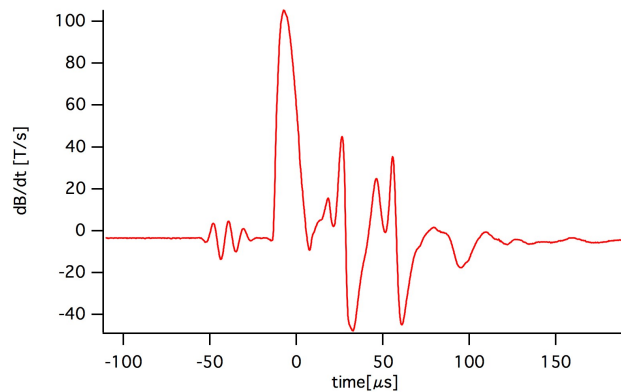


Figure5. B_z field of translation plasma with Assist coil