

FRCプラズマの高速移送によるセパトリックス形状の制御 Control of FRC Separatrix Shape on Supersonic Translation Process

関口純一¹⁾, 瓜生博俊¹⁾, 井 通暁²⁾, 高橋俊樹³⁾, 佐藤康宏¹⁾, 高橋 努¹⁾, 浅井朋彦¹⁾
Junichi Sekiguchi¹⁾, Hirotohi Uriu¹⁾, Michiaki Inomoto²⁾, Toshiki Takahashi³⁾, Yasuhiro Satou¹⁾,
Tsutomu Takahashi¹⁾ and Tomohiko Asai¹⁾

¹⁾日本大学大学院理工学研究科

²⁾東京大学大学院新領域

³⁾群馬大学大学院工学研究科

¹⁾ Graduate School of Science and Technology, Nihon University

²⁾ Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

³⁾ Faculty of Engineering, Gunma University

1. 序論

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration: FRC) プラズマは単連結な磁場構造を持つため、外部磁気圧の勾配により軸方向へ移送可能である。逆磁場テータピンチ (Field-Reversed Theta-Pinch: FRTP) 法により生成されるFRCは、一般的に偏長なセパトリックス形状を持つ [1]。一方、スフェロマック合体により生成されるFRCは、偏球なセパトリックス形状を持ち、 s 値と安定性の相関が指摘されている[2]が、FRTP-FRCと比較して温度や密度が低く、MHD的振る舞いにも差が見られる。この研究ではFRTP-FRCを高アスペクト比な形状を持つ移送部へ移送することで高温、高密度で偏球なFRCプラズマの生成を試みた。

2. 実験装置

FRTP装置であるNUCTE-IIIは石英製放電管 (長さ2.0 m, 外径256 mm)、テータピンチコイル、金属フランジにより構成されている。NUCTE-IIIにより生成されるFRCは平衡状態においてセパトリックス半径 r_s が6 cm、セパトリックス長 L_s が80 cmと偏長な形状であり、全温度 $T_i = T_i + T_e = 200$ eV、電子密度 $3.0 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$ 、不安定性の抑制を行わない場合の配位維持時間は約80 μs である。なお、FRCプラズマはNUCTE-IIIのテータピンチコイルの内径をあらかじめ調整しておくことで、装置軸方向に形成される最大0.6 Tの主圧縮磁場の勾配により移送される。

FRCプラズマは生成後、大口径石英製放電管を有する閉じ込め装置FAT (FRC Amplification via Translation/Transformer) の約0.08 Tの準定常磁場 (立上がり時間40 ms中に移送される。FATは石英製放電管 (長さ1.0 m, 外径800 mm)、コニカル形状の金属チェンバー、準定常磁場コイル (中央部のコイル内径1030 mm) から構成される。

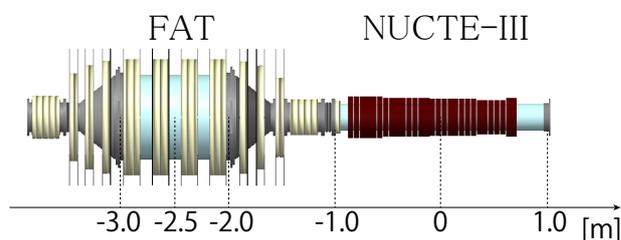


Figure 1. Schematic view of NUCTE-III/FAT

3. 偏球FRCプラズマへの形状遷移

FATでは、コイル内径1030 mmに対してミラー間隔1.0 mであり、生成部において典型的な偏長率が6.7であるFRCは、移送により、径方向には膨張、軸方向には相対的に圧縮され、平衡状態に達するものと予想される。移送後のFRCについて、先行して行われたNUCTE-III/T[3]と同程度の規格化セパトリックス半径 $X_s = 0.26$ であるとする、平均密度 $2 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ 、偏長率3.8のFRCが形成されると期待される。

現在、NUCTE-III/FATにおけるFRCプラズマ移送実験が進行中であり、発表では初期の実験結果について報告する予定である。

参考文献

- [1] L.C. Steinhauer, Phys. Plasmas **18**, 070501 (2011)
- [2] S. P. Gerhardt, E. V. Belova, M. Yamada, H. Ji, M. Inomoto, C. M. Jacobson, R. Maqueda, B. McGeehan, Phys. Plasmas **15**, 022503(2008)
- [3] T. Asai, S. Akagawa, K. Akimoto, N. Tada, T. Takahashi, and Hiroyasu Tazawa, Plasma Fusion Res.6,2402151(2011)