

FRC核融合炉心への燃料粒子・磁束供給を目指したCT入射装置の開発 Development of a CT injector for refueling/refluxing of a FRC reactor core

柳凌太郎¹, 森正輝¹, 金子悠花¹, 関太一¹, 小林大地¹, 浅井朋彦¹, 郷田博司²,

Thomas ROCHE², 松本匡史², 高橋俊樹³

YANAGI Ryotaro¹, MORI Masaki¹, KANEKO Haruka¹, SEKI Taichi¹, KOBAYASHI Daichi¹,
GOTA Hiroshi², ROCHE Thomas², MATSUMOTO Tadafumi², TAKAHASHI Toshiki³

¹日大理工, ²TAE Technologies, Inc., ³群大理工³

¹Nihon Univ., ²TAE Technologies, Inc., ³Gunma Univ.

1. 背景

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration: FRC) はポロイダル磁束のみからなるシンプルな磁場配位で、内部に磁場がゼロとなる磁気中性面が存在し、移送に耐えるロバスト性など特異的な特徴を有している。また、熱圧力と磁気圧の比である β 値が極限的に高いため、高効率な核融合炉心となる可能性がある。近年では大型の実験装置の開発が進められ、FRCへの中性粒子ビーム入射や軸方向磁場の強化によって、準定常維持に成功している[1]。コンパクトトロイド (Compact Toroid: CT) 入射は、先進燃料を含む様々な燃料をプラズマ状態で磁場閉じ込めプラズマへ供給することができる。FRCへのCT入射では、CTがFRCの配位において最も強いセパトロックス外部の磁場を通過できれば、中心領域への到達が可能となる。導体球モデルでは磁場へ入射するCTの侵入距離は磁場のエネルギーとCTの運動エネルギーで決定する[2]。本研究は、FRC核融合炉への燃料粒子・磁束を目指し、FRCの外部垂直磁場を模擬した直交磁場へのCT入射とその評価が可能なテストスタンドにおいて、直交磁場中でのCTの進行速度の変化や変形を観測する。

2. 実験装置

テストスタンドは、CT入射装置、大型石英チャンバー、直交磁場コイルから構成される。CT入射装置のドリフトチューブには、分光計測系、トリプルプローブ、磁気プローブが設置され、磁化同軸プラズマガンによって生成されたCTの多様なパラメータを計測することができる。大型石英チャンバーは、赤外から紫外域を含む広い帯域の光波に対して良好な透過特性を持ち、チューブ状であるためCTを全周にわたって観測できる。これにより、干渉計による電子密度計測や光電子増倍管を用いた分光計測、超高速カメラやコンピュータグラフィによるイメージングが可能であ

る。

3. 実験結果

これまでの実験では、大型石英チャンバー部に侵入するCTを超高速カメラで撮影し、CTの周辺に存在する中性ガスの発光を捉えた (図1)。図1

(a) は可視光によるCTの画像、(b) はその光強度分布である。さらに、CTの入射軸方向にコイルを並べた磁気プローブアレイを石英チャンバーに設置し、直交磁場の揺動を計測することで直交磁場中のCTの速度を推定する。これらの計測によって、生成直後と直交磁場領域でのCTの様々なパラメータを計測することができる。また、バイアス磁場強度やガス量などの生成条件を変化させることで、生成されたCTの違いが直交磁場中でのふるまいに及ぼす影響を検証する。

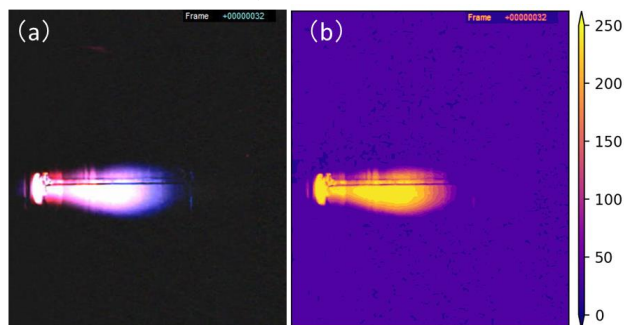


図1. (a) CTの発光 (可視) と (b) 光強度分布

4. 参考文献

- [1] H. Gota, *et al.* "Formation of hot, stable, long-lived field-reversed configuration plasmas on the C-2W device", *Nucl.Fusion*, Vol59, No11, pp.112009, 2019
- [2] Y. Suzuki, *et al.* "Deceleration mechanism of spheromak-like compact toroid penetrating into magnetized plasmas", *Physics of Plasmas*, Vol.7, No.12, pp.5033-5037, 2000