

直交磁場中に入射したCTの侵入距離の評価

Penetration depth of a Compact Toroid injected into transverse magnetic field

柳凌太郎 1), 関太一 1), 小林大地 1), 浅井朋彦 1), 郷田博司 2), Thomas Roche 2), 松本匡史 2)
YANAGI Ryotaro1), SEKI Taichi1), KOBAYASHI Daichi1), ASAI Tomohiko1), GOTA Hiroshi2), Thomas
Roche2), MATSUMOTO Tadafumi2)

1)日大, 2)TAE Technologies,Inc.

1)Nihon Univ, 2)TAE Technologies,Inc.

1. 背景

核融合発電の実現には、核融合炉心に対する燃料供給法の確立が必須である。コンパクトトロイド (Compact Toroid: CT) 入射法は、核融合炉心中心領域に燃料をプラズマ状態で直接供給することが可能である。

日本大学では、CT入射による磁場反転配位 (Field Reversed Configuration: FRC) への燃料供給の実証を目指したCT入射実験をTAE Technologies社と共同で進めている。これまでにC-2U装置で行われたCT入射実験では、秒速100km超に加速されたCTを、FRCの装置軸に対して対向して入射することにより、入射される運動量を相殺し、FRCに大きな擾乱を与えることなく粒子供給することに成功している [1]。

TAE Technologies社の後続装置であるC-2Wでは、外部磁場コイルに流れる電流を増加させることにより、C-2Uでは0.1T程度であった軸方向磁場を0.3Tに増強している [2]。今後のFRC核融合炉心の性能向上に対応するには、CT入射装置の改良によるCT入射速度のさらなる向上とその評価が求められる。本研究では、CT入射装置と石英チャンバー、直交磁場コイルから構成されるテストスタンド (図1) によりCTの速度と電子密度を計測し、直交磁場中に対するCTの侵入距離の評価を行う。

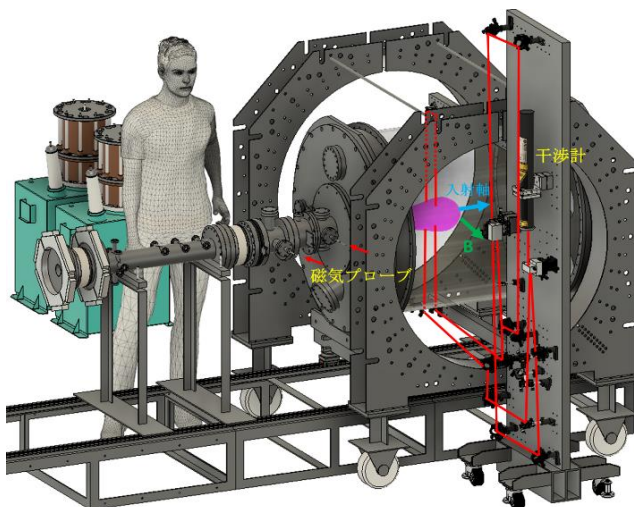


図1. テストスタンドと速度・電子密度計測の概観

2. 実験装置

CT入射のテストスタンドは、磁化同軸プラズマガン、大型石英チャンバー、直交磁場コイルから構成される。直交磁場に入射するCTを外部から直接観測することができる直径0.8m、長さ1mの透明石英チャンバーは、直径およそ10cmと推定されるCTに対して十分に大きく、大型FRCへの入射をほぼ実寸大で再現している。核融合炉心プラズマの閉じ込め磁場を模擬するための直交磁場コイルを石英チャンバーの両側に設置することで、CT入射軸に対して直交する磁場を印加する。この直交磁場コイルはC-2U装置のFRCの閉じ込め磁場と同等のおよそ0.1Tの磁場を形成することができる。磁化同軸プラズマガンのドリフトチューブには射出軸方向にCTの速度計測のための磁気プローブアレイを設置した。テストスタンドの側方には、直交磁場中に入射したCTの電子密度を計測するためにヘテロダイン型レーザー干渉計を設置した。この干渉計はキャスターで移動させることができ、複数の位置におけるCTの電子密度を計測することが可能である。

3. 実験概要

石英チャンバー内にCT入射軸に対して直交する磁場を形成し、磁化同軸プラズマガンによって生成したCTを入射する。CTの速度と直交磁場中の電子密度を計測し、CT自身が持つ運動エネルギーと直交磁場のエネルギーが等しくなる距離まで到達する導体球モデルを用いてCTの侵入距離を推定する。

4. 参考文献

- [1] T. Asai, T. Matsumoto, T. Roche et al., "Compact toroid injection fueling in a large field-reversed configuration," *Nucl. Fusion* **57**,076018(2017).
- [2] H. Gota, M.W. Binderbauer, T. Tajima et al., "Formation of hot, stable, long-lived field-reversed configuration plasmas on the C-2W device," *Nucl. Fusion* **59**,112009(2019).