

トカマクプラズマ中への回転ヘリカル摂動磁場の浸透に関する基礎研究

菊池 祐介*, 小島 寛樹, 谷山 智則, 豊田 光洋, 上杉 喜彦, 高村 秀一 (名古屋大学)

Study on Penetration of Rotating Helical Magnetic Field into Tokamak Plasma
Yusuke Kikuchi, Hiroki Kojima, Tomonori Taniyama, Mitsuhiro Toyoda,
Yoshihiko Uesugi, Shuichi Takamura (Nagoya University)

1. はじめに

トカマク装置において外部から弱い回転ヘリカル摂動磁場を印加することにより、周辺プラズマを制御する動的エルゴディックダイバータ (Dynamic Ergodic Divertor : DED) が提案されている[1]。本研究室ではこれまでに小型トカマク装置 CSTN-IV における DED の基礎研究として、特にトカマクプラズマへの回転ヘリカル摂動磁場の浸透過程について詳細な評価をおこない、磁場浸透を議論する際に、磁気島の形成によるプラズマ電流の再分配の効果が重要となることを明らかにしている[2]。磁気島の形成にはプラズマの温度と磁場強度が重要となるため、高温・強磁場のプラズマにおいては、異なる応答が予想される。そこで、本研究では CSTN-IV に対して高温・強磁場のプラズマが生成可能な小型トカマク装置 HYBTOK-II において DED の基礎研究をおこなうことを目的としている。

2. 実験装置

HYBTOK-II は大半径 40 cm, 小半径 12.8 cm の 16 分割された真空容器を持ち、回転ヘリカル摂動磁場発生用の局所ヘリカルコイルはそのうちの 8 ヶ所に設置されている。コイルはポロイダルモード数 $m=6$, トロイダルモード数 $n=1$ となるように設置し、特にポロイダル方向全周に設置しているため、現在 DED 実験が計画されている TEXTOR (独)[3] のように強磁場側のみのコイル形状に対して、磁場のモード数の拡がり数が少なく、モード純度が高いという特徴を有する。また、コイル形状に起因するエラー磁場を取り除くような巻き戻しを加えることで、モード純度の向上もおこなっている[4]。

3. 回転ヘリカル摂動磁場の浸透過程

回転ヘリカル摂動磁場は真空容器中に磁気プローブを挿入することにより、磁場の半径方向成分 (B_r) とポロイダル方向成分 (B_θ) を計測する。プラズマ中への浸透過程の評価は真空中での計測値とプラズマ中での計測値を比較しておこなう。また、本実験の条件は、プラズマ電流 4.9 kA, トロイダル磁場 0.27 T, 共鳴面における電子温度・密度はそれぞれ 20 eV, $1.3 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ である。

図 1 に回転ヘリカル摂動磁場の径方向分布を示す。回転ヘリカル摂動磁場のポロイダル回転の向きは、イオンの反磁性ドリフトと同じ向きを case I とし、電子のそれと同じ向きを case II とする。また、両者とも周波数は 25 kHz にしている。この結果から、同じ周波数においても、摂動磁場の回転の向きによって磁場の振る舞いに大きな差があることがわかり、特に case I においては B_r に遮蔽が見え始めている。これは、共鳴面におけるプラズマと回転ヘリカル磁

場の相対速度に起因するものと考えられる。

講演では、プラズマと回転ヘリカル磁場の相対速度を考慮し、浸透過程の周波数特性について報告する。

文献

- [1] S. Takamura et al., Nucl. Fusion, Vol. 28, No. 2, 183 (1988)
- [2] M. Kobayashi et al., Phys. Plasmas, Vol. 7, No. 8, 3288 (2000)
- [3] K.H. Finken et al., Nucl. Fusion, Vol. 38, No. 4, 515 (1998)
- [4] 菊池祐介 他:電気学会論文誌 A (平成 13 年 3 月号)に掲載予定

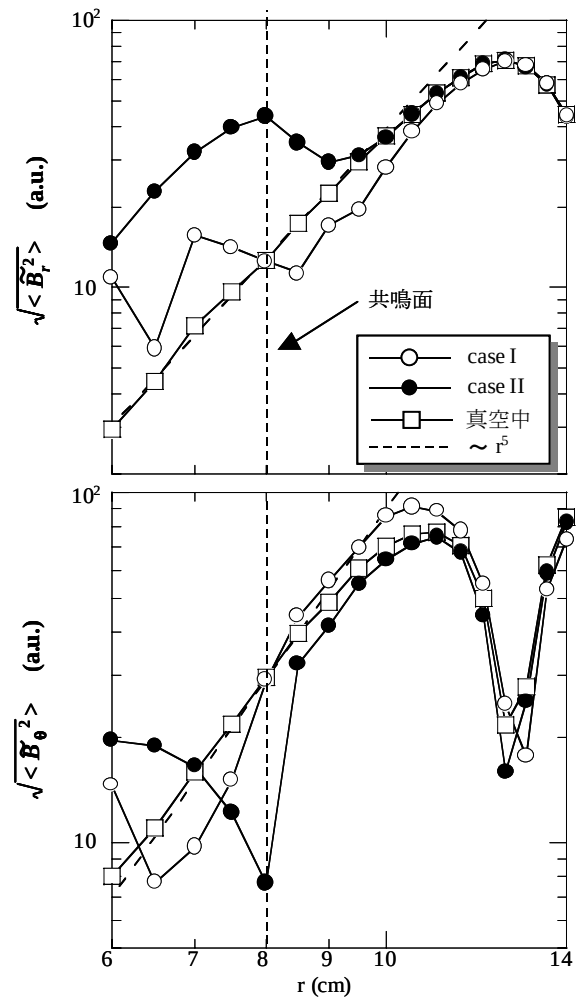


図1 case I と case II における $\vec{B}_r$ と $\vec{B}_\theta$ の半径方向分布
Fig.1. Radial distributions of oscillating $\vec{B}_r$ and $\vec{B}_\theta$ in the cases I and II.