

GAMMA 10/PDX セントラル部における ECRH アンテナ系の改良設計と加熱効果検証

Design improvement of the ECRH antenna system and investigation of the heating effect in GAMMA10/PDX central cell

梶野悟史、今井剛、假家強、南龍太郎、沼倉友晴、津村康平、江橋優斗、岡田麻希、
関口健太、田沼康平、中嶋洋輔、坂本瑞樹、吉川正志
Satoshi KAJINO, Tsuyoshi IMAI, Tsuyoshi KARIYA, Ryutaro MINAMI,
Tomoharu NUMAKURA et al.

筑波大学プラズマ研究センター
PRC, Univ. of Tsukuba

背景・目的

筑波大学プラズマ研究センターでは、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10/PDX を用いて実験を行っている。セントラルプラズマ高温化のためには電子温度の高温化が必要であり、電子サイクロトロン共鳴加熱 (ECRH) はその有効な手段である。

現在、プラズマの主閉じ込め領域であるセントラル部を加熱するために、ECRH の発振源として周波数 28 GHz、定格出力 500 kW のジャイロトロンを導入している。セントラル部 ECRH の課題の一つとして、このジャイロトロンで生成されたマイクロ波を、いかに効率的に共鳴層へ伝送し、効果的なビーム径で入射を行うかが挙げられる。

伝送効率やビーム径を変更する手法として、マイクロ波入射に用いている反射鏡の形状の改良を行い、これまでの先行研究で局所的な加熱を行うアンテナ (局所アンテナ) と広域的な加熱を行うアンテナ (広域アンテナ) で加熱実験を行った。局所アンテナは電子温度の上昇が大きい、プラズマの振動を起こしやすく反磁性量は減少する傾向にある。一方、広域アンテナは電子温度の上昇が小さい、プラズマは振動しにくく反磁性量が上昇する傾向にある。

本研究では以上の 2 つのアンテナの特徴を活かし、局所アンテナの設置配位でビーム径を拡大することで、振動が起きづらく反磁性量が上昇するアンテナを目指して設計を行い、その効果についてプラズマを用いた実験を行った。

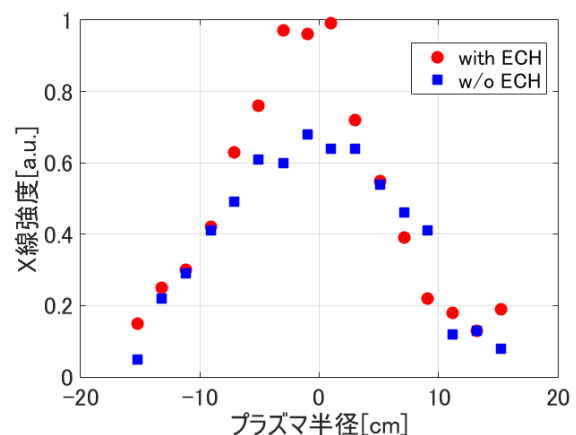
設計と実験結果

反射鏡の形状は断面を楕円の一部を利用し、伝搬方向に向かって横方向は放物面を利用した凹面鏡となっている。共鳴層に入射されるマ

イクロ波の電力密度分布や反射鏡による伝送効率は誘起電流法を用いた計算コードによって計算した [1]。改良の結果、計算上の効率は 79% から 95% に上昇し、ビーム径の $1/e$ 半径も 30 mm から 50 mm と拡大することができた。

また、設計した反射鏡を製作し 3 W の発振器を用いた性能評価試験を行い、さらにアンテナを GAMMA 10/PDX 内に設置しプラズマ実験を行った。

X 線半導体検出器を用いて軟 X 線強度の視線積分量の径方向分布を測定したところ、以下のような分布形状が得られた (図 1)。本発表では以上の結果を踏まえた上、設置配位が同様である局所アンテナを用いたプラズマ実験との比較を行い、それに関する考察について述べる。



[1] Y. TATEMATSU, K. NOZAKI, T. SAITO, H. IKEGAMI, T. SEKINE, et al. : Jpn J. Appl. Phys. Vol. 44 No. 9A (2005)