

斉藤輝雄, 石井亀男, 板倉昭慶, 市村 真, ISLAM Md. Khairul, 片沼伊佐夫, 小波蔵純子,
立松芳典, 中嶋洋輔, 沼倉友晴, 桧垣浩之, 平田真史, 北條仁士, 吉川正志,
坂本慶司¹⁾, 今井 剛, 長 照二, 三好昭一
筑波大プラズマ, 原研那珂研¹⁾

SAITO Teruo, ISHII Kameo, ITAKURA Akiyosi, ICHIMURA Makoto, ISLAM Md. Khairul, KATANUMA Isao,
KOHAGURA Junko, TATEMASU Yoshinori, NAKASHIMA Yosuke, NUMAKURA Tomoharu,
HIGAKI Hiroyuki, Hirata Mafumi, HOJO Hitoshi, YOSHIKAWA Masayuki,
SAKAMOTO Keishi¹⁾, IMAI Tsuyoshi, CHO Teruji, MIYOSHI syoichi
Plasma Reserach Center, University of Tsukuba, Naka Reserach Establishment JAERI¹⁾

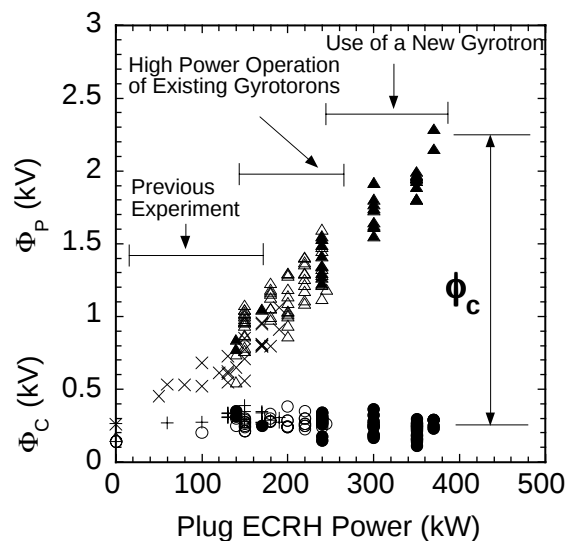
ガンマ 10 では、プラグ部における電子加熱（プラグ ECRH）の高電力化計画を進めている。この目的は、（１）高電力加熱により、これまでよりさらに高いイオン閉じ込め電位を形成すること、（２）広範囲な電位領域を得ることにより、電位形成物理の解明をすすめること、（３）径方向の電位勾配を大きくし、径方向電場の閉じ込めへの効果を調べること等である。

第一段階として昨年度は、既設の 28 GHz, TE02 モード, 定格 200kW ジャイロトロンの高電力化を図った。このためビーム電源を改造して、ジャイロトロンの高出力化試験を行ったところ、最大 280 kW, 安定発振領域において 260 kW の出力が得られた。そこで、ガンマ 10 の高イオン温度モードにおいて高電力電子加熱実験を行い、図の白印で示す結果を得た。プラグ電位 ϕ_p の到達値は、これまでの実験データ（図中 $\times$ 印）から連続的にほぼ加熱電力に比例して上昇して、中央部電位 ϕ_c との差であるイオン閉じ込め電位 ϕ_c は最大 1.4 kV に達し、このモードにおけるこれまでの最高記録 0.8 kV を更新することに成功した。

第二段階ではさらに高電力入射を目指し、筑波大学と日本原子力研究所の協力で、28GHz, TE42 モード, 出力 500kW 以上の新規ジャイロトロンが開発された。水負荷試験により、真空窓出口で 500kW 以上の出力が得られることが確認されたので、今年度はこのジャイロトロンの 1 本目を西側プラグ部に設置した。マイクロ波はジャイロトロン内蔵のモードコンバータを経てほぼガウスビームで出力され、波形成形ミラーにより 63.5 mm コルゲート導波管に結合し、HE11 モードとして伝送される。このモードに対応したアンテナ系を設計・製作して、共鳴層上でほぼ軸対称の放射分布が得られるようにした。このジャイロトロンとアンテナ系を用いて得られた結果を図の黒印で示す。加熱電力とともにプラグ電位到達値がさらに上昇し、第 1 段階実験で得た値を大きく更新した。高イオン温度モードにおいて、最高イオン閉じ込め電位は $\phi_c = 2$ kV で、プラグ ECRH の高電力化計画開始前の約 3 倍の値に達した。この結果は、加熱電力の増強が高い閉じ込め電位形成に対して非常に有効であることを示している。

高電力入射に伴い強い電子加熱が生じる。プラグ ECRH により軸方向に駆動される電子流は、軸方向電位分布の形成要因である。高電力加熱によりこれまでにない高エネルギー電子流の形成が観測された。プラグ部とエンドプレート間の電位差 $\Delta\phi$ と端損失電子の実効温度 T_{eff} の間のスケールアップが大幅に拡張されたことは、このことの物理的反映である。新開発の電磁場計算コードを用いて共鳴層近傍での吸収分布を調べたところ、共鳴層より弱磁場側でも電子加熱が生じることがわかった。これは、磁気ビーチ配位であるプラグ部の電子加熱と軸方向電子流の駆動機構の理解にとって大変重要である。

講演では、高電力加熱による電位形成実験の結果と今後の展望とともに、アンテナの設計・電子加熱物理への取り組みを示す。



加熱電力に伴うプラグ電位の上昇