

28pB03

ガンマ10におけるプラグ部高電力電子加熱実験

High Power Electron Heating Experiments at the Plug Region of GAMMA 10

斉藤輝雄、立松芳典、池上博和、関根貴之、市川智也、永井大智、野崎 潔、渡辺裕美、吉田麻衣子、石井竜男、遠藤洋一、長 照二

筑波大学プラズマ研究センター

SAITO Teruo, TATEMATSU Yoshinori, IKEGAMI Hirokazu, SEKINE Takayuki, NAGAI Daichi, NOZAKI Kiyoshi, WATANABE Hiromi,

YOSHIDA Maiko, ISHII Kameo, ENDO Youichi, CHO Teruji

Plasma Research Center, University of Tsukuba

ガンマ10ではプラグ部における電子加熱の増強計画を進めている。この目的は、(1)高電力加熱により閉じ込め電位の達成値を更新すること、(2)広範囲な電位領域において電位形成物理の解明をすすめること、(3)径方向の電位勾配の制御性を向上し、径方向電場の閉じ込めへの効果を調べること等である。今年度は先ず、既設の28 GHz, TE02モード、定格出力200 kW ジャイロトロンの高電力化実験を開始した。このため、ビーム電流を定格値(8 A)を越えて流せるように電源を改造し、ジャイロトロン単体の高出力化試験を行った。図1にその結果を示す。ビーム電流の増大により最大280 kWの出力を得た。ただし、ビーム電流が10 Aを越えると、ピッチファクターの低下によると思われる出力の飽和傾向が見られる。さらにビーム電流を上げると発振が不安定になる。安定発振領域では260 kW程度の出力が得られた。これをプラグ部の電子加熱実験に適用した。

実験では、ガンマ10における主要な二つの運転モードの一つである高イオン温度モードにおいて、最大220 kWをプラグ部に入射し、イオン閉じ込め電位1 kVを得た。図2にその結果を示す。図中の上向き三角印はプラグ電位、丸印は中央部電位、下向き三角印はエンドプレート電位である。黒塗り記号が最近の高電力加熱実験、白抜き記号がこれまでの実験結果に対応している。入射電力に対する電位の変化は、これまでの傾向に一致し、入射電力にほぼ比例してプラグ電位が上昇する。220 kW入射でイオン閉じ込め電位が1 kVに達した。今後さらに入射電力を上げ、イオン閉じ込め電位の上昇を目指す。また、ガンマ10のもう一つの運転モードである、比較的低密度は高い電位が形成されるモードにおいても高電力入射実験を行い、高電位形成実験を進めている。講演では、両モードでの電位の入射電力依存性、さらに高電力を入射したときの変化等を示す。

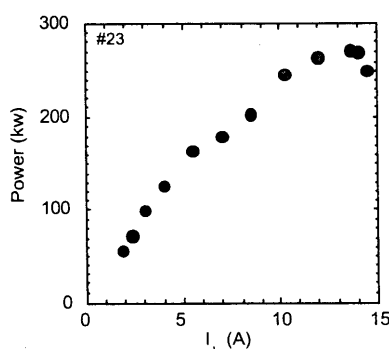


図1 ジャイロトロンの出力特性

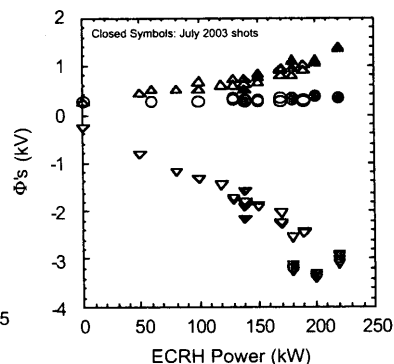


図2 電位の加熱電力依存性

28pB04

カスプ型直接エネルギー変換小型実験装置の数値解析における偏極ドリフトの導入効果

The Influence of the Polarization Drift for Numerical Analyses of the Small-Scale Experimental Device of Cusp DEC

根本 忠明⁽¹⁾、石川 本雄⁽¹⁾、八坂 保能⁽²⁾⁽¹⁾ 筑波大学機能工学系(筑大機能工)、⁽²⁾ 舞鶴高専電気工学科(舞高専電気工)Tadaaki Nemoto⁽¹⁾, Motoo Ishikawa⁽¹⁾, Yasuyoshi Yasaka⁽²⁾⁽¹⁾ Institute of Engineering Mechanics and Systems, University of Tsukuba,⁽²⁾ Electrical Engineering, The Maizuru National College of Technology

D-³He 核融合は、反応によって発生する粒子が荷電粒子であることから、直接エネルギー変換装置(DEC)による発電が期待されており、DEC内の磁場や回収電極位置の設計が荷電粒子軌道の数値解析によって進められている。一方、磁場による荷電分離の原理検証がカスプ型直接エネルギー変換小型実験装置(図1)によってなされている。本論文の目的は、小型実験装置の時間依存2次元数値解析を行い、実験結果と比較して物理モデル改善のために導入した偏極ドリフトの影響を調べることである。

偏極ドリフトを考慮しない場合、数値解析では電子の軌道は磁力線から完全に沿い、すべてがラインカスプに達する(図2)。しかし、小型実験装置による実験では、磁力線を横切ってポイントカスプに到達する電子が存在するという結果が得られている。これは自発電界が磁場に対して大きいためと考えられる。

偏極ドリフトを考慮した物理モデルによる数値解析結果では、自発電界の影響を受けポイントカスプに到達する電子を模擬できた(図3)。z軸上の電位は偏極ドリフトを考慮しないときに比して半減し、イオンのプローブへの到達率が上昇した。このことから、イオンの軌道に関しても実験結果に近くなったと考えられる。しかし、電子の軌道は乱れて振動しており、さらにラインカスプに到達する電子が減少していた。これは、本来影響力が小さいはずの偏極ドリフトが、案内中心の移動速度に対して大きかったためと考えられる。

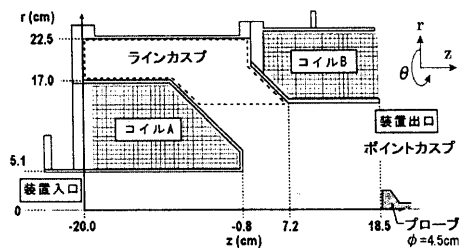


図1. 小型実験装置断面図

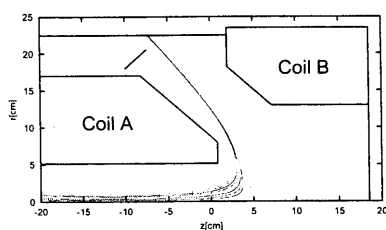


図2. 電子の軌道 (偏極ドリフトなし)

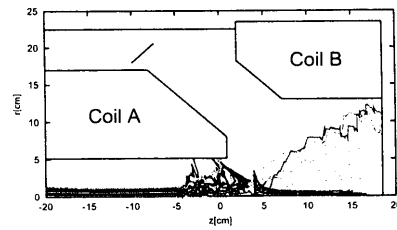


図3. 電子の軌道 (偏極ドリフト考慮)