

磁気圏型閉じ込め装置における プラズマ内部の電位と磁場分布計測

学生証番号 66213 氏名 鈴木 順子
(指導教員 吉田 善章 教授)

Key Words : radial dependence, Plasma potential, hall element, beta-balance

1. 序論

1) 研究背景—RT-1と問題点

RT-1実験装置は流れによる高 β プラズマの閉じ込めの理論を実験的に検証しようとしている。直径2mの本体真空内には250kATの浮上コイルがあり、このコイルにより形成されるダイポール磁場や、コイルを浮上させるために与える吊り上げコイルとの相互作用によって作られた磁場により、プラズマを閉じ込めている。吊り上げコイルを用いず、リフトにのせたままの浮上コイルの状態を「サポート時」と表現する。また、リフトを完全に磁気面から遠ざけ、浮上コイルが吊り上げコイルの磁場により浮上している状態を「完全浮上」と表記する。RT-1は吊り上げコイルにかける電場やリフトの位置により、プラズマ閉じ込め配位を変化させることが出来る実験装置でもある。

プラズマを生成し、反磁性信号により求められる β の検証や、プラズマ中に電子を打ち込み、電場を作ることによって流れを生み出す実験により

- ・流れを持つプラズマの高 β 平衡状態
- ・反物質を含む各種非中性プラズマ閉じ込め

を目指した研究を行っている。

これらの研究は、内部分布による計測が必要だが、RT-1では、径方向の内部分布計測する装置がなかった。

2) 研究目的

そこで、本研究ではRT-1実験装置において径方向分布を測定可能にするための可動装置を導入し、これにより測定できる径方向の分布から、RT-1内部分布を計測する。

3) 方法

内部計測の対象として、「電場」と「磁場」の計測を試み、可動装置に「エミッシブプローブ」「ホール素子」を挿入して径方向計測を行った。

2. 駆動装置

RT-1赤道面状で計測を行うため、架台を設置し、高さを調整した。

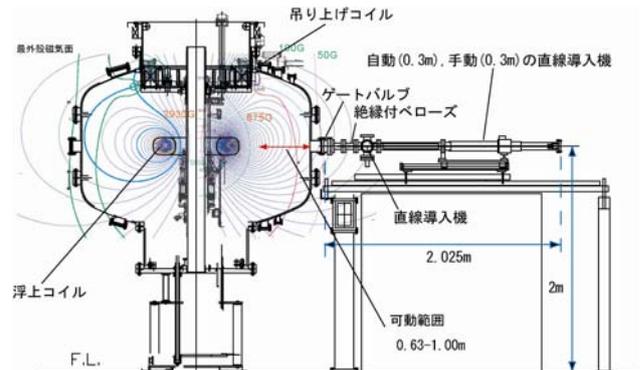


図1. 可動装置

可動装置全長は2.15mで、駆動可能領域0.63—1.00mである。

RT-1装置のポートにゲートを付け、本体真空を破らなくても測定器の出し入れを可能にした。ゲートバルブのあとには絶縁ベローズを付け、RT-1装置と可動装置を電氣的に切り離れた。次に6方向の単管をつけ、上下 ± 2 cm調整可能にした。手動で0.3m、自動で0.3m一方向に移動可能にするため、ベローズがついている一番外側には直径10mmの円筒型のものを固定できるように設計した。

4. 径方向電位分布

高抵抗プローブを介したエミッシブプローブにより、浮遊電位を測定し、これをプラズマ電位として、径方向の内部分布を測定する。測定された電位から求められる電場、流れの分布を検証した。プラズマ内に電子を入射し、径方向電場を形成した。これをサポート時、完全浮上時の状態で、電子入射位置を0.80m、ガス圧を 1×10^{-3} Pa, 8.2GHzのRF Powerを1kWに設定して、測定を行った。これにより得られた電位分布を図2、図3に示す。

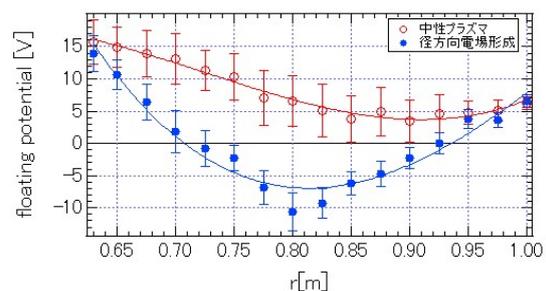


図2 サポート時の径方向電位分布

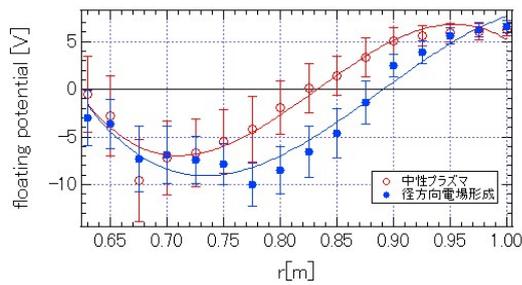


図3 完全浮上時の径方向電位分布

サポート時では入射位置より内側の電位の傾きと外側の電位の傾きが逆になっており、シア流があることがわかる。

まだ、完全浮上状態では、電子入射を行わずとも、大きな電場が現れていることがわかった。これにより、電子入射の効果はあまり見られなかった。

次に、純電子プラズマにおける径方向電位分布計測を行った。

純電子プラズマを電子入射位置、0.70m、0.80mしたときの、電位分布を図4、5に示す。

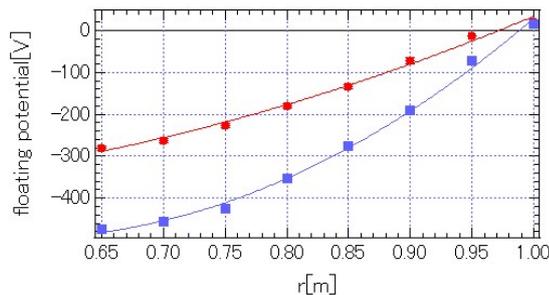


図4 純電子プラズマのサポート時の径方向電位分布

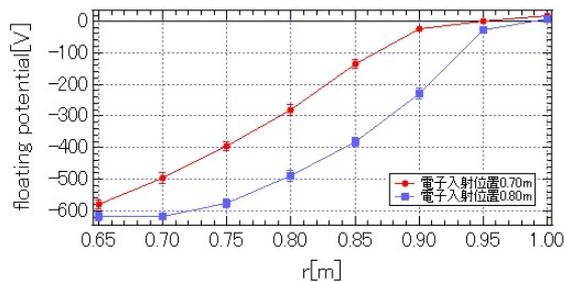


図5 純電子プラズマの完全浮上時の径方向電位分布

浮上させることによりセパトトリックスの位置0.925mから内側に行くほど、電位分布の形状が変化していることがわかる。

また、電位電子入射位置がコイルの外側に入射したほうが、電位が低くでることがわかる。

4. 径方向磁場計測

ホール素子により、径方向の真空磁場とプラズマによる反磁性磁場を計測した。

真空磁場計測の結果を図6に示す。

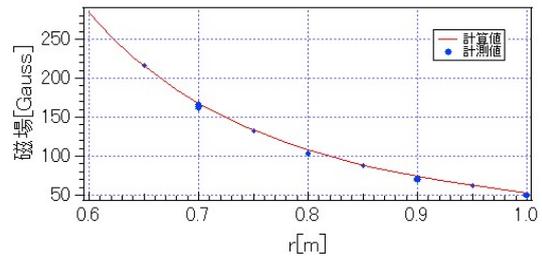


図6 真空磁場の計算値と測定値

計算値は計測値上に現れることがわかったが、測定誤差が大きい。

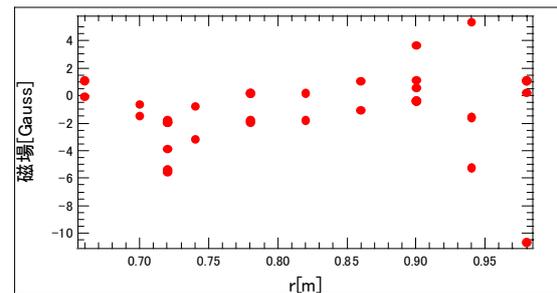


図7 径方向磁場分布

プラズマ中の磁場変化を測定した。RT-1の真空容器の外側にある磁気ループの信号から、計測対称の磁場は5gauss以下であるが、高周波によるノイズをはじめ、磁場変化分を評価するまでにいたらなかった。

5. 結論

RT-1に可動装置を設置し、径方向分布を計測。
 径方向電場計測では印加電場を与えた中性プラズマ実験サポート時には、電子銃を打ち込んだ位置により、電位の勾配が変化しており、電場は0.80m付近で正負がことなり、シア流が形成された浮上時には中性プラズマのみの電場形状が大きくことなり、0.70mよりもコイルに近い側の電位分布も計測する必要があると考えられる。純電子プラズマ実験ではサポート時には電子入射位置がセパトトリックスに近いほど、装置の壁面付近に電場が生じ、内部では電場が急激に減少することがわかる。

径方向磁場計測

- 真空磁場の計算値と計測値の一致が確認。
- β 値は推定は出来るものの、分布を確認することは出来なかった。
- 更なるノイズ対策が必要である。