

# 磁気圏型プラズマ閉じ込め装置RT-1における 自己組織化プラズマの空間構造の解明

学生証番号 47166089 氏名 管田 徹也  
(指導教員 西浦 正樹 准教授)

Key Words : Dipole magnetic field confinement, High  $\beta$  plasma,  
High energy electron, Xray diagnostics

惑星磁気圏を模擬した磁気圏型プラズマ閉じ込め装置RT-1(Ring Trap 1)は、磁気浮上させた超電導マグネットが発生するダイポール磁場中で高性能のプラズマ閉じ込めを実現する実験装置である。ダイポール磁場中のプラズマ研究から、局所 $\beta$ 値が1を超えるプラズマ閉じ込めの実現や[1]、静電プローブによる10 eV程度の低温電子[2]とX線計測によるkeVオーダーの高温電子の並存状態が報告されている[3]。計測された高温電子はダイポール磁場中で安定して存在しているが、プラズマ閉じ込め領域内の分布や高 $\beta$ への寄与は明らかではない。本研究では高温電子の計測・解析手法を確立し、空間分布の情報を得ることを目指す。そのため新たにSi検出器による多視線X線計測を行い、計測データの再構成手法によって高温電子温度・密度の空間分布を求め、 $\beta$ 値への寄与を明らかにする。

図1にRT-1のポロイダル断面図とSi検出器の計測視線を示す。計測したX線スペクトルは様々な温度・密度領域の高温電子が放射した制動X線の視線積分値になっている。高温電子の空間分布を見積もるために、モデル関数の計測値へのフィッティングから高温電子温度・密度を求めた。

図2に干渉計の密度再構成から求めた低温・高温成分を含む全電子密度とX線計測の再構成から求めた高温電子密度の空間分布を示す。全電子密度のピーク位置は $r = 0.55$  mであるのに対して、高温電子密度のピーク位置は $r = 0.78$  mであり、高温電子は閉じ込め領域の外側に偏在していることが明らかになった。この理由として、電子サイクロトロン(EC)加熱の波動伝播を考慮すると、赤道面付近のR-cutoff層の存在により、 $r \sim 0.7$  mの磁力線と交差するEC共鳴層での加熱が支配的となり生成された高温電子が磁力線に沿って周辺部に供給されることが考えられるが、波動加熱吸収の計算から検証する必要がある。

今回の実験では局所 $\beta$ 値は $\sim 0.2$ 、体積平均 $\beta$ 値はその1/10の領域でプラズマ実験を行った。高温電子温度・密度の再構成結果から求めた高温電子圧力の体積平均値は低温電子に比べて約30倍であり、高温電子がRT-1のベータ値に主に寄与していることを初めて実験的に明らかにした。局所 $\beta$ が1に迫る領域での実験では更に高温電子の寄与は高くなるものと考えられる。

[1] M. Nishiura *et al.*, Nucl. Fusion **55** 053019 (2015)

[2] 中塚正崇, 東京大学大学院修士論文(2017)

[3] H.Saitoh, *et al.*, Plasma and Fusion Research **4**, 050(2009)

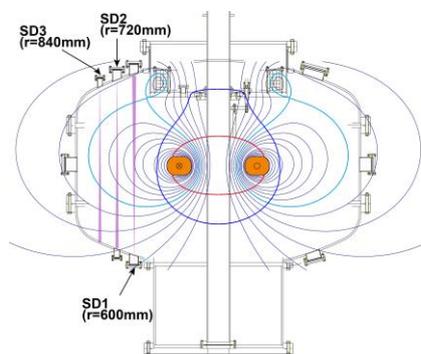


図1 RT-1の垂直方向の断面図と  
Si検出器の計測視線

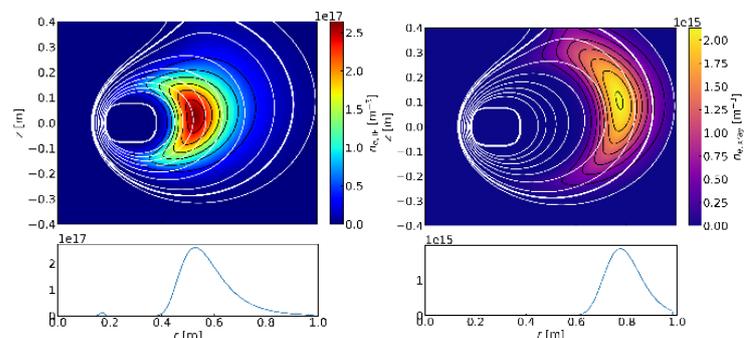


図2 全電子密度の再構成結果(左)と  
高温電子密度の再構成結果(右)