

電子サイクロトロン共鳴イオン源の共鳴領域上流および下流部における プラズマパラメータ測定およびマイクロ波給電最適化実験

Comparison of Plasma Parameters between Upper and Down Stream Region near ECR Zone and Optimizing Microwave-launching on ECRIS

阪大院工 °久保渉, 針崎修平, 大和田一誠, 佐藤滉一, 津田知輝, 加藤裕史

Osaka Univ., °Wataru Kubo, Shuhei Harisaki, Issei Owada, Koichi Sato, Kazuki Tsuda, and Yushi Kato

E-mail: w.kubo@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々は多価イオンビーム生成の高効率化を目指し, ECR プラズマ中でのマイクロ波の伝搬特性を踏まえた新たな加熱機構を検討してきた[1]. また, ECR 加熱を引き起こす右回り偏波(R-wave)のプラズマ中での伝搬特性に着目したマイクロ波導入方法の提案と従来との比較実験を行った[2]. 本研究では, ECR 領域を挟んで真空容器の上流側に挿入された同軸セミダイポールアンテナと下流側に挿入されたロッドアンテナによる 2 種類の給電方法によってプラズマを生成した. これらのプラズマに対して上流および下流部でのパラメータ測定を行った.

【実験方法】ECR イオン源の概略を Fig. 1 に示す. この ECR イオン源は直径 160mm, 長さ 1054mm の円筒型真空容器, 八極磁場を形成する 4 つの永久磁石, 2 つの大型ミラーコイル A, B, および共鳴領域の制御を行う補助コイル C にて構成される. 真空容器の中心を原点として円筒の中心軸を z 軸, 鉛直上方を y 軸とする. 2.45GHz のマイクロ波はそれぞれ上流側に挿入されたロッドアンテナ($z=175\text{mm}$)と下流側に挿入された同軸セミダイポールアンテナから導入できる. プレートチューナー($z=-498\sim-468\text{mm}$)でマイクロ波導入は最適化される(Fig. 1(a)参照). ラングミュアプローブ LP1($z=-175\text{mm}$)と LP2($z=175\text{mm}$)で ECR 領域の上流と下流部のプラズマパラメータを測定できる. Fig. 1(b)は真空容器中の z 軸上の磁場強度の分布を示す. セミダイポールアンテナから導入された R-wave は上流の共鳴点(0.0875T)に到達後, 一般的に非伝搬領域に入る.

【実験結果】代表的な電子エネルギー分布関数(EEDF)の測定結果($x=20\text{mm}$)を Fig. 2 に示す. LP1, 2 の測定結果をそれぞれ赤と青のプロットで示している. マイクロ波導入はセミダイポールアンテナで行った. LP1 の EEDF はより広いテール(20~50V)を持っており, より高エネルギーの電子の存在が示唆されている. それぞれの EEDF から電子温度を算出すると 9.8eV と 8.9eV になり, LP1 の結果がより高くなった. 電子密度やイオン飽和電流値もより高い傾向が得られている. この結果は R-wave の近接条件に関係するものと推測してされる. 2 本のアンテナによるマイクロ波給電最適化実験の系構築および結果についても述べる予定である.

(a)ECRIS

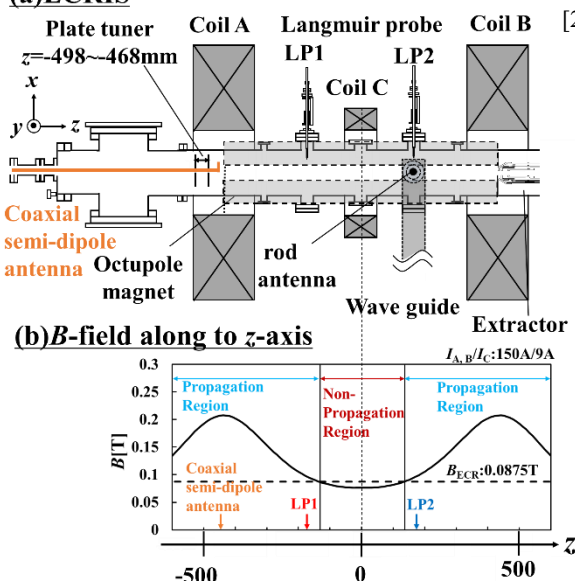


Fig. 1 実験装置図(a)と z 軸に沿った磁場強度分布(b)

[1]濱田滉太,他,第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2019)

[2]久保渉,他,第 67 回応用物理学会春季学術講演会(2020)

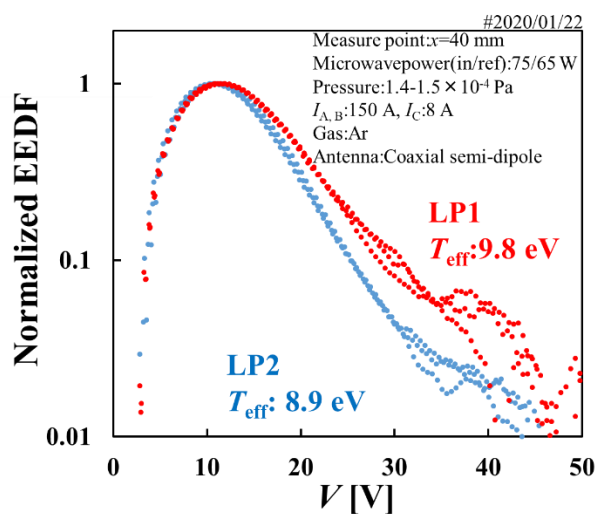


Fig. 2 規格化した EEDF (LP1, 2)