

ECR 多価イオン源プラズマの画像計測と共鳴現象との対応

Observing light emission from ECR multi-charged ion source plasma and considering its resonance phenomena

阪大院工¹, 阪大工², ○西岡田卓也¹, 今井洋太¹, 熊倉翔¹, 長家知生¹, 上田和輝², 萩野尚吾², 佐藤文信¹, 加藤裕史¹, 飯田敏行¹

Osaka Univ., T. Nishiokada, Y. Imai, S. Kumakura, T. Nagaya, K. Ueda, S. Hagino,

F. Sato, Y. Kato and T. Iida

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

【はじめに】近年、重粒子線治療や宇宙推進など、多岐に渡る分野で応用されている ECR イオン源では、共鳴領域の形状がプラズマパラメータや価数分布に大きく影響を及ぼすことが知られており、我々も本学会等でこれに関する研究を報告した.[1] これに加え、ECR プラズマ中を伝搬するマイクロ波の近接条件の解析を基に、ECR に加えて新たな加熱機構である高域混成周波数共鳴 (upper hybrid resonance; UHR) の存在について言及した.[2] 現在我々のグループでは、引出電極の改良を行っており、引出電極側からのプラズマの観測を今回初めて行った。本講演では、共鳴領域等を変化させてプラズマの観測を行い、共鳴現象に関して新たに得た知見について述べる。

【実験装置と方法】今回実験を行ったタンデム型 ECR イオン源第 2 ステージの概略を Fig.1 に示す。第 2 ステージは、内径 160mm 長さ 1054mm の円筒型真空容器、8 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、及び共鳴領域の制御を行う補助コイルにて構成される。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。z = -700mm より Ar ガスを導入する。マグネトロンより生成される 2.45GHz マイクロ波(最大 1.3kW)を、矩形導波管、同軸窓を通して Ti ロッドアンテナ(z = 175mm)にて導入し、プラズマを生成する。引出電極を取り外し、観測窓(Fig1(a))を設け、生成したプラズマの撮影を行う。また y = -35mm の側面ポートに位置し、z = 0~400mm 可動な円筒型ラングミュアプローブ LP1(Fig1(b))を設置し、y = 0~50mm 可動な円筒型ラングミュアプローブ LP2(z = -175mm)とともに、プラズマパラメータの測定も行う。なお LP1 は先端が L 字型になっており、電極部分が z 軸に対し垂直で、y = 0mm の中心軸上に位置し、回転方向の測定も可能である。

【実験結果】観測窓から撮影した典型的なプラズマの画像を Fig.2 に示す。補助コイルにより共鳴領域付近の磁場強度を引き上げ、ECR 領域がミラーのボトム付近に存在する条件では、中心付近の狭い領域が明るく輝くことが確認された。より磁場強度を強め、共鳴領域が現れない条件でもプラズマの生成を確認した。これは、引出電極の存在する条件では得られなかった現象であった。次に、補助コイルにて磁場強度を弱めていくと、ECR 領域が拡大するにつれてプラズマは拡がり、徐々に暗くなった。さらに磁場強度を弱めることで、再び中心付近が明るくなり始めるという結果が得られた。本講演では、マイクロ波の近接条件等から、このプラズマの変化について説明を行う予定である。

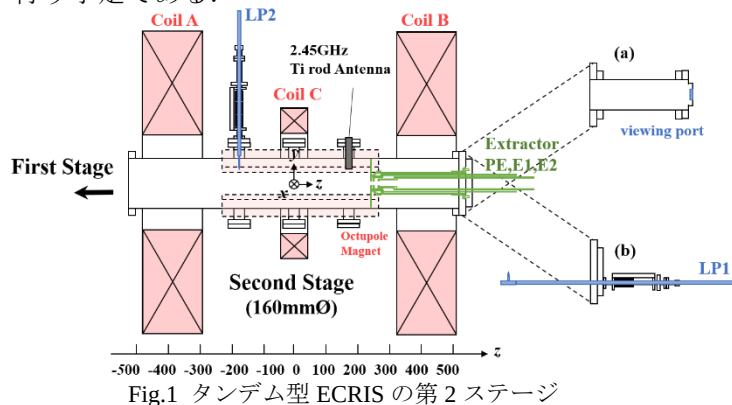


Fig.1 タンデム型 ECRIS の第 2 ステージ

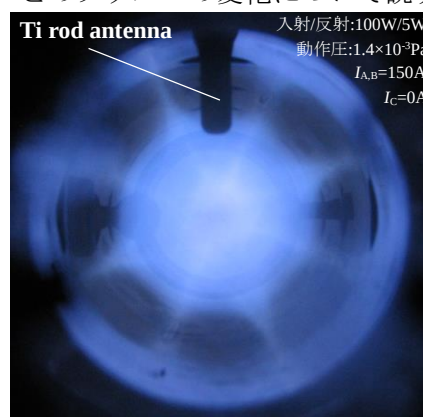


Fig.2 典型的なプラズマの画像

[1] 矢野 慧介, 他 第 61 回応用物理学会春季学術講演会(2014)

[2] 西岡田 卓也, 他 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会(2014)