

## 電子サイクロトロン共鳴イオン源における多極磁場等の改良とビーム評価

## Improving Multipole Magnets/Conductance and Emittance Measurements on ECRIS

阪大院工, °針崎修平, 大森貴之, 奥村一起, 久保渉, 加藤裕史

Osaka Univ., °Shuhei Harisaki, Takayuki Omori, Kazuki Okumura, Wataru Kubo, Yushi Kato

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

【はじめに】電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance: ECR)プラズマを用いたイオンビーム生成は、加速器物理学、重粒子線がん治療、宇宙推進など、様々な分野で応用されている。本研究グループではより効率的な ECR プラズマ生成の実現のため、真空チャンバー内の多極磁場および主排気系(Diffusion Pump: DP)のコンダクタンスに焦点を当てた改良を行った[1]。これらの改良後の ECR イオン源(Electron Cyclotron Resonance Ion Source: ECRIS)におけるプラズマ生成とイオンビーム評価に関する報告を行う。

【改良点および実験方法】 Fig.1 に改良後の ECRIS を示す。チャンバーの中心を原点とし、中心軸方向を  $z$  軸ととる。磁場の形成はミラーコイルおよび八極磁石により行われる。主な改良点は2つあり、1つは、プラズマの閉じ込めを強化するため、八極磁石の長さを従来より 350mm 長くしたことである。もう1つは、排気系のコンダクタンスを改善するため、チャンバーと DP をつなぐ接続管の内径を 97mm から 148.5mm に変更したことである。これらの改良点は Fig.1 中に赤く示してある。実験方法は、まず、チャンバー内に Ar ガスを導入し、ミラー磁場で閉じ込めを行う。2.45GHz のマイクロ波はミラー端( $z=-448$ mm)のセミダイポールアンテナで  $z$  軸に沿う方向から、またはサイドポート上面( $z=175$ mm)のロッドアンテナで  $y$  軸に沿う方向から導入することができる。通常、ビームの引き出しは 10kV で行う。引き出されたビームは分析磁石によって質量/価数( $m/q$ )電荷分離を行い、ファラデーカップで捕集することで価数分布(Charge state distribution: CSD)を取得した。さらに、価数分離後にワイヤープローブとマルチスリットによってエミッタンス測定も行った。生成されたプラズマの電子密度および電子温度は  $z=-175$ mm に挿入されたラングミュアプローブによって計測が可能である。

【実験結果】排気系のコンダクタンスを改善したことにより、チャンバー内の動作圧力が低下した。これにより、引き出されたビームの純度が向上するという結果を得た。また、プラズマの電子密度、電子温度がともに向上していることを確認した。その結果を Fig.2 に示す。黒いプロットが改良前のデータ、赤いプロットが改良後のデータである。これは八極磁場を改良したことに起因すると考えられる。今回の改良を踏まえ、今後はパルスモードマイクロ波を用いた実験とエミッタンス測定を進める予定である。本講演では、これらの実験結果の詳細について報告する。

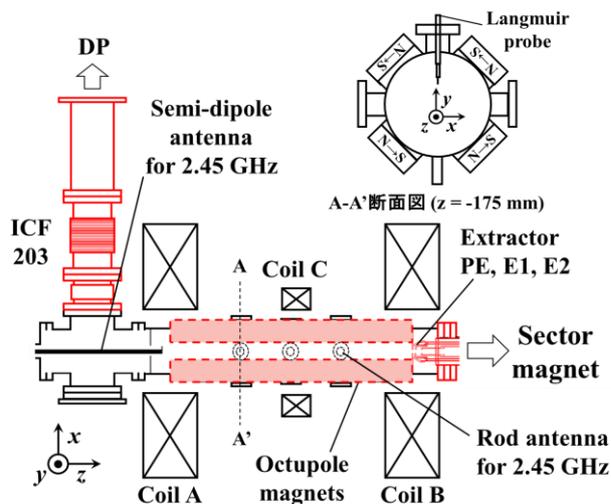
[1]Shuhei Harisaki, *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **91**, 013308(2020)

Fig1. 改良後の ECRIS

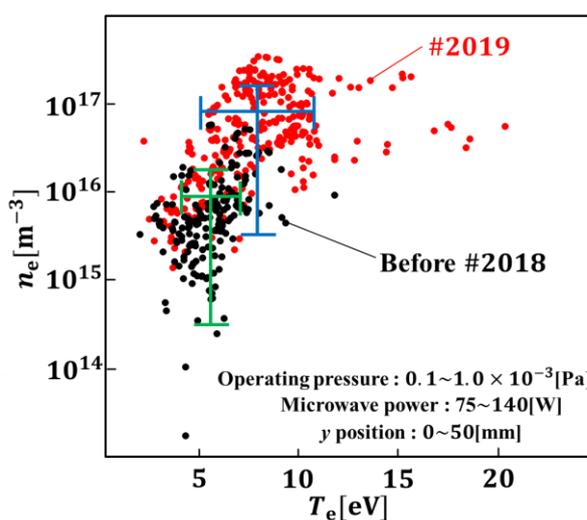


Fig2. 装置改良前後のプラズマパラメータ散布図