

発光線強度比法を用いた カusp磁場配位ヘリウム ECR プラズマの電離度空間分布計測 Spatial distribution measurement of the degree of ionization in a helium ECR plasma produced under a simple cusp field using line intensity ratio method

京大院工¹, 分光計器² °上田 明¹, 四竈 泰一¹, 寺本 達哉¹,

東 孝紀¹, 飯田 洋平², 蓮尾 昌裕¹

Kyoto Univ.¹, Bunkoukeiki.², °Akira Ueda¹, Taiichi Shikama¹, Tatsuya Teramoto¹,

Takanori Higashi¹, Yohei Iida², Masahiro Hasuo¹

E-mail: ueda.akira.43w@st.kyoto-u.ac.jp

電子サイクロトロン共鳴 (ECR) 放電では, ミラー磁場とマルチカusp磁場を組み合わせた極小磁場配位と閉じた ECR 面によって電子の閉じ込めを改善することで, 高い電子密度, 電離度のプラズマを生成できる. 一方, 同様のプラズマをより単純なカusp磁場でも生成できる可能性が指摘されている[1, 2]. カusp磁場は少ない数のコイルで実現でき, ポートスペースの確保や大容積化が比較的容易という長所を有する. 我々は, 発光分光計測と衝突輻射モデル解析を用いて, 電子温度・密度, および電離度のカusp磁場の軸に垂直な断面における 2 次元分布を評価し, これらが ECR 面の内側で上昇することを実験的に明らかにした[3]. 本研究では, 新たにプラズマパラメータの 3 次元分布計測を試みることで, 軸方向に連続性がある結果が得られるかを確認し, 本解析手法の妥当性を確認する.

図に装置の概略を示す. 図に示すように $r\theta z$ 座標を定義する. 2.45 GHz, 0.8 kW のマイクロ波で生成したヘリウムプラズマを用いて実験を行った. 2 つのポートに取り付けた窓を使用し $r\theta$ 面内に配置した 32 視線を用いて発光を集光し, 分光器(焦点距離 25 cm, 回折格子 600 本/mm), CMOS カメラを用いてスペクトルを計測した. スペクトルから求まるヘリウム原子線強度に対してアーベル逆変換を適用し, 放射率の r 方向分布を求めた. 複数のヘリウム原子線の放射率の計測値に対して衝突輻射モデルによる計算値をフィッティングし, 衝突輻射モデルの入力パラメータである電子温度・密度, 基底・準安定準位原子密度, 輻射再吸収による A 係数の実効的な減少を表す光学的エスケープファクタを求めた[4]. 電離度は, イオンが 1 価であると仮定し, 電子密度 n_e と基底準位原子密度 n_0 から $n_0/(n_e + n_0)$ として計算した. z 位置 0, 10, 20, 30 mm において上記の計測を行い, パラメータの rz 分布を求めた.

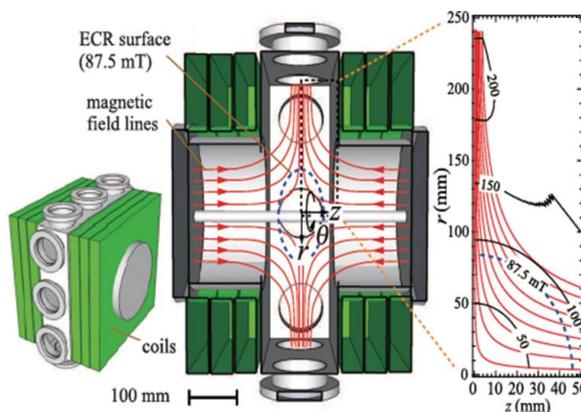


図 カusp磁場配位 ECR プラズマ装置の概略図

[1] M. Uchida, *et al.*, *Jpn J. Appl. Phys.* **38**, L885 (1999). [2] M. Uchida, *et al.*, *Fusion Sci. Technol.* **39**, 187 (2001).

[3] A. Ueda, *et al.*, *Appl. Phys. Lett* **111**, 074101 (2017). [4] A. Ueda, *et al.*, *Phys. Plasmas* **25**, 054508 (2018).