

# トロイダルプラズマの近赤外輝線を利用した ゼーマン効果高感度計測の試み

四竈泰一

京大

<http://oel.me.kyoto-u.ac.jp/>

トロイダルプラズマの受動分光で計測される輝線強度は、従来、多視線CTを用いて空間分解されているが、この手法では複数ポートからの観測が必要となる。本研究では、単一ポートからの観測による空間分解を実現することを目的として、輝線の磁場効果（ゼーマン効果）を利用した手法を開発する。磁場は位置の関数であるため、ゼーマン効果から求まる磁場情報を発光位置と対応させることで、視線積分スペクトルから視線上の輝線強度分布を求めることができる。

実験はヘリオトロンJ装置で行った。ゼーマン効果とドップラー効果・装置幅の波長依存性の違い（前者は2乗、後者は1乗以下に比例）を利用し[1]、近赤外輝線を用いてゼーマン効果を可視輝線よりも高感度で計測した。視線と磁場のなす角は垂直に近く、偏光ビームスプリッタを用いて輝線の $\pi$ 、 $\sigma$ 成分を分離した。分離した $\pi$ 、 $\sigma$ 成分はダブルスリットを通して分光器（焦点距離1 m、回折格子720 本/mm）に入射し、1次元InGaAs検出器（感度波長域1.0-2.1  $\mu\text{m}$ 、512画素）上で2つのスペクトルを波長方向にずらして同時検出した。

ECH放電（加熱電力約240 kW、放電時間約200 ms）で重水素原子パッシェン $\alpha$ 輝線（波長1875 nm）およびヘリウム原子 $2^3\text{S}-2^3\text{P}$ 輝線（波長1083 nm）のスペクトルを計測した。これらの輝線は最外殻磁気面付近で発光していると考えられ、観測スペクトルは、視線と最外殻磁気面の2箇所の交点での磁場強度に対応する約2 Tおよび1 Tの2つの輝線スペクトルの重ね合わせに近い形となった。また、発光領域の広がりにより、 $\sigma$ 成分の線幅が $\pi$ 成分よりも大きくなると考えられ、観測スペクトル形状を再現可能な、原子の放射率・温度・速度の空間分布モデル構築を試みている。

[1] T. Shikama, et al., Plasma Phys. Control. Fusion 61, 025001 (2019).