## 30aP28

## 輻射捕獲を考慮したヘリウム原子線強度比法のTOKASTAR-2トカマクプラズマへの適用 Applying He I line intensity method considering radiation trapping to tokamak plasma in TOKASTAR-2

横山亮磨, 岡本敦, 藤田隆明, 有本英樹, 伊藤宏真, 杉岡諒一, 村岡賢治, 箕浦誠人, 安田幸平, 山内崇弘

YOKOYAMA Ryoma, OKAMOTO Atsushi, FUJITA Takaaki, ARIMOTO Hideki, et al.

名大院工 NAGOYA Univ.

ヘリウム原子(He I)の発光から得られる複数 の線スペクトルの強度比と励起状態占有密度分 布を記述する衝突輻射モデルの計算結果とを比 較することで電子密度n<sub>e</sub>、電子温度T<sub>e</sub>を求める 方法がプラズマ診断の手法として用いられてい る。現在、核融合研究ではトカマク型とヘリカ ル型と呼ばれる磁場閉じ込め方式が主流となっ ておりその混成磁場配位を作ることができる TOKASTAR-2 装置が建設され研究が進められ ている。TOKASTAR-2 は主要な磁場コイルを 真空容器(*ϕ*0.6 m × 0.6 m)内に設置した小型の 磁場閉じ込め装置で、プラズマは大半径R~0.1 m小半径a~0.05 m である。TOKASTAR-2 にお けるトカマク放電では He I の発光線スペクト ルの強度 I(667.8 nm, 2<sup>1</sup>P-3<sup>1</sup>D), I(706.5 nm, 2<sup>3</sup>P-3<sup>3</sup>S), *I*(728.1 nm, 2<sup>1</sup>P-3<sup>1</sup>S)を取得すること で、電子密度、電子温度の時間発展が得られてい る。例えばプラズマ電流  $I_p = 1$  kA のとき $n_e =$  $5.8 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ ,  $T_{e} = 25 \text{ eV}$ であった。

本研究ではこれまで考慮されてこなかった輻射捕獲の効果を組み込むことにより計測確度を 高めることを目的とする。以前より計測してい た発光線スペクトルに加え輻射捕獲の影響が高 い *【*(492.2 nm, 2<sup>1</sup>P-4<sup>1</sup>D), *【*(501.6 nm, 2<sup>1</sup>S-3<sup>1</sup>P) を新たに計測し、輻射捕獲半径を実験的に求め ることで輻射捕獲の効果を取り入れた。

TOKASTAR-2におけるトカマク放電はプラ ズマ電流  $I_p \sim 1 \text{ kA} \ge 0.5 \text{ ms} 程度駆動する。分光$ 感度校正を施したモノクロメータを用いて、この時間内のスペクトル強度を計測した。モノクロメータは検出器に光電子増倍管を用いており高時間分解能計測が可能である。回折格子により任意の波長成分のみを計測するため、ショット毎に測定する波長を変え実験を行った。今回の実験では中性ガ $ス圧力<math>P=1.05 \times 10^{-3}$  Torr に設定し、1 波長毎に 10 ショット計測を行った。

Fig. 1(a) に解析に用いたショットのプラズマ電流の平均を示す。この時、計測した各線スペクトル強度の平均を Fig. 1(b)~(f)に示す。この平均を用い、線強度比を取得し解析に用いた。その際、線強度比の不確かさは、不確かさの伝搬式より取得した。



## **Figure 1** 解析に用いたプラズマ電流(a)と 各線スペクトル強度(b)~(f)の時間変化

衝突輻射モデル[1,2]の計算では電子密度、電子 温度、輻射捕獲半径を入力パラメータとし、線強度 比を出力した。計測した線強度比ρ<sup>exp</sup>と計算した 線強度比ρ<sup>cal</sup>に対して(1)のように定義した計算式 が最小となるときの入力パラメータを最適なパラ メータの組み合わせとし電子密度、電子温度、輻射 捕獲半径を取得する。

$$\sqrt{\sum_{i} \left(\frac{\rho_i^{\exp} - \rho_i^{cal}}{\rho_i^{\exp}}\right)^2} \tag{1}$$

現在、解析に用いる最適な線強度比を検討している。

- [1] T. Fujimoto, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 21,439 (1979)
- [2] M. Goto , J.Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 76, 331 (2003)