

LHDコアプラズマでのタングステン多価イオン密度のポロイダル分布
Poloidal density distributions of tungsten highly charged ions in LHD core plasmas

加藤太治^{1,2}、恵良彰太²、坂上裕之¹、村上泉^{1,3}、大石鉄太郎^{1,3}、後藤基志^{1,3}、森田繁^{1,3}
 KATO Daiji, ERA Shota, SAKAUE A. Hiroyuki, MURAKAMI Izumi, OISHI Tetsutaro,
 GOTO Motoshi, MORITA Shigeru

¹核融合研、²九大、³総研大
 NIFS, Kyushu Univ., SOKENDAI

国際熱核融合実験炉(ITER)では、高熱負荷を受けるダイバータ表面にタングステン材料が使用される。タングステンは高い融点と熱伝導度をもつ物質で、大きな質量数を持つため水素同位体イオンによるスパッタリング収率が小さい。また、トリチウムの滞留量も炭素材料に比べて大きく抑制できる。以上のような優れた特性を持つタングステンダイバータの開発が進められている。しかし、タングステンが高温の中心プラズマに混入した場合には、多価イオンとなって強い光放射を起し、プラズマ温度を大きく下げってしまうこと(放射冷却)も知られている[1,2]。

高温プラズマ中のタングステン多価イオンの計測は、これまで主に励起状態からの電気双極子遷移による軟X線あるいは極端紫外(EUV)域の強い発光線が用いられてきた[3-7]。しかし、高エネルギー中性子が発生する核融合プラズマでは、光ファイバーの使用が可能な可視域での計測が望まれる。我々は、タングステンのペレット入射によって大型ヘリカル装置(LHD)の高温プラズマ中で生成されるタングステン多価イオンからの可視域の発光線を探索し、それをタングステン密度計測に応用するための研究を行っている[8-10]。

ペレット入射実験では、直径0.15mm、長さ0.6mmの固体タングステンをポリエチレンまたは炭素チューブに内包させ、圧搾ヘリウムガスによりNBI加熱中のコアプラズマに打ち込んだ[11]。横長ポロイダル断面を縦方向に分割した視線で積分されたプラズマからの発光を、それぞれ光ファイバーを通してCzerny-Turner型可視分光器で100ミリ秒ごとに分光測定を行った。その結果、330~390 nmの波長領域において、26~28価のタングステン多価イオンの基底状態や準安定励起状態での磁気双極子(M1)遷移による発光線が同定された。プロトン衝突効果

を含めた衝突・輻射モデル[12]によるM1発光線強度と制約付き最小二乗法を用いて、測定されたM1発光線強度からポロイダル断面での26価と27価イオンの密度分布を最尤推定によって求めた。本発表では、以上の結果について詳しく報告する。

なお、本研究はNIFS一般共同研究、科研費基盤B(15H94235, 18H01201)の補助を受けて行われました。

- [1] R. Neu et al.: Fusion Eng. Des. 65 (2003) 367.
- [2] T. Pütterich et al.: Nucl. Fusion 50 (2010) 025012.
- [3] K. Asmussen et al.: Nucl. Fusion 38 (1998) 967.
- [4] T. Pütterich et al.: Plasma Phys. Control. Fusion 50 (2008) 085016.
- [5] T. Nakano et al.: Nucl. Fusion 49 (2009) 115024.
- [6] C.S. Harte et al.: J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 43 (2010) 205004.
- [7] S. Morita et al.: AIP Conf. Proc. 1545 (2013) 143.
- [8] D. Kato et al.: Phys. Scr. T156 (2013) 014081.
- [9] K. Fujii, D. Kato et al.: J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 50 (2017) 055004.
- [10] D. Kato et al.: presented at 26th IAEA Fusion Energy Conference (17-22 October, 2016, Kyoto International Conference Centre, Kyoto, Japan) EX/P8-14.
- [11] X.L. Huang et al.: Rev. Sci. Instrum. 85 (2014) 11E818.
- [12] D. Kato et al.: NIFS-PROC-103 (Mar. 17, 2017) 17.