

タングステン多価イオンの可視・EUV領域 発光スペクトルの観測

三田百恵¹、村上泉^{2,3}、加藤太治^{2,3}、坂上裕之²、中村信行¹

¹ 電通大レーザー、² 核融合研、³ 総研大核融合

タングステンは耐摩耗性があり、トリチウムの吸蔵度が低い等の理由でITERのプラズマ対向壁の材料の候補となっている。よって、プラズマ内の主な不純物もタングステンであると考えられる。タングステンイオンの放射による放射損失を抑えるためには、プラズマ診断によってタングステンの流入経路や価数分布を理解することが重要とされている。価数分布はエッジ付近における中性状態や1価から、コア付近における64価やそれ以上にまで大きく広がっているが、高温プラズマの安定的な維持にはエッジプラズマの状態が重要であるとの認識から、比較的低価数のタングステンイオンのデータが重要視されている。例えば、 $4f^{14}5p^6$ と閉殻構造を持つ6価イオンおよびその周辺の価数がエッジ付近のプラズマ診断において注目されている。

さらに、タングステン多価イオンは基礎物理の点でも注目されている。近年、物理定数である微細構造定数 α に経年変化が生じると示唆されており [1]、それを確かめるための超高精度の原子時計の光源として、タングステン多価イオン7価の可視領域発光線が有用であると提唱されている。しかしその発光線はこれまで実験によって同定がされていなかった。我々は、電気通信大学で開発された小型電子ビームイオントラップ (CoBIT) を用いて、タングステン多価イオンを生成しその発光線を観測した。CoBITは逐次電離によって多価イオンを生成できる装置であり、電子ビームエネルギーを調節することで生成できる価数の上限を定めることができる。本実験では可視領域と極端紫外領域の発光線を同時に観測し、Clementsonらの極端紫外領域における実験結果 [2] と比較することで、発光線の価数の同定を行った。

観測の結果、可視領域と極端紫外領域の双方でこれまでに報告されていない発光線が観測できた。これらの発光線はプラズマ診断に有用であり、さらにその中で原子時計の光源として有用であると提唱されている7価の発光線の観測にも成功した。得られた結果を過去の理論計算や他グループの実験 [3,4] と比較し、我々の価数同定に矛盾がないことを主張したい。

[1] J. C. Berengut, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 210802 (2011)

[2] J. Clementson *et al.*, Atoms **3**, 407 (2015)

[3] Z Z Zhao *et al.*, J. Phys. B **48**, 115004 (2015)

[4] M. Li *et al.*, Phys. Scr. **91**, 105401 (2016)