

高電離タングステニオンの発光スペクトルの解析

柳林 潤, 仲野 友英*, 岩前 敦*, 久保 博孝*

京都大学大学院工学研究科, *日本原子力研究開発機構

タングステンは国際熱核融合実験炉(ITER)のダイバータの一部に使用される予定である。タングステンを使用する主なメリットとして、プラズマパットリングによる損耗や水素の共堆積が少ないことが挙げられる。一方でタングステニオンがITERの炉心プラズマに蓄積した場合、完全電離しないため強い放射冷却が起きることが問題になると予想されている。タングステニオンの蓄積の過程を調べるために、高電離のタングステニオンの発光スペクトルが観測されてきた[1,2,3]。トカマクプラズマでは50価程度までのタングステニオンのスペクトルが観測されている[2,3]が、ITERの高温プラズマ($T_e > 10$ keV)ではさらに高電離のタングステニオンが生成されると予想される[2]。本研究では、JT-60Uの高温プラズマ($T_e \sim 8$ keV および 13 keV)で観測された高電離タングステニオンのスペクトルを解析し、主要な電離段階を調べた。

JT-60Uのプラズマからの真空紫外領域のスペクトルを斜入射分光器で観測した。 $T_e \sim 8$ keVのスペクトルでは波長2.8 nmと6.2 nm付近にピークが観測された。スペクトルを同定するために、Flexible Atomic Code [4]を用いて26価から66価までのタングステニオンの衝突輻射モデルによってスペクトルを計算した。各価数のイオンの存在比は、観測されたスペクトルをよく再現するように、49価のイオンを中心とするガウス関数型の分布を仮定した。各価数のイオンのスペクトルにそれぞれの存在比を乗じてスペクトルを合成した。合成スペクトルと観測スペクトルとの比較から、波長2.8 nm付近のピークは47価から52価までのイオンの3p-3d遷移に対応し、6.2 nm付近のピークは43価から45価までのイオンの4s-4p遷移に対応すると同定した。

さらに高温のプラズマ($T_e \sim 13$ keV)のスペクトルでは、波長2.0 nm付近と2.3 nm付近にピークが観測された。60価のイオンを中心とするガウス関数型の存在比の分布を仮定して同様の解析を行った。その結果、波長2.0 nm付近のピークは55価から61価までのイオンの3p-3d遷移に対応し、2.3 nm付近の発光線は60価から63価までのイオンの3s-3p遷移に対応すると同定した。

3p-3dおよび3s-3p遷移によるスペクトルは47価以上のタングステニオンによるものであり、ITERプラズマではこれらの電離段階のイオンが主要になると予想される。本研究で同定した遷移によるスペクトルの観測が、ITERプラズマにおけるタングステニオンの蓄積の過程を調べる上で重要になると考えられる。

参考文献

- [1] K. Asmussen et al., Nucl. Fusion **38** (1998) 967.
- [2] T. Putterich et al., Plasma Phys. Control. Fusion **50** (2008) 085016.
- [3] T. Nakano et al., submitted to Nucl. Fusion.
- [4] M. F. Gu, Canadian J. Phys. **86** (2008) 675.