

小型プラズマ装置 APSEDAS の重水素プラズマ照射時における W と Ta の表面近傍の分光計測 Spectroscopy at the vicinity of W and Ta surfaces under deuterium plasma exposure in the compact plasma device APSEDAS

折笠直輝¹、坂本瑞樹¹、皇甫度均¹、鈴木啓吾¹、竹田將生¹、堺貴久¹、三宅勇太¹

Naoki ORIKASA¹, Mizuki SAKAMOTO¹, Dogyun HWANGBO¹,

Keigo SUZUKI¹, Masao TAKEDA¹, Takahisa SAKAI¹, Yuta MIYAKE¹

¹筑波大学プラズマ研究センター

¹Plasma Research Center, University of Tsukuba

1. はじめに

核融合発電の実現のためには、プラズマと壁表面の相互作用(PWI)の理解が必要となる。燃料の水素プラズマは壁で反射、再結合、吸収など、壁と複雑な相互作用をするが、水素粒子のバランスを考えるためには壁付近の水素プラズマの振る舞いを理解する必要がある。本研究では、近い原子番号でありながら異なる水素吸蔵特性を有するタングステン(W)とタンタル(Ta)を用いて、材料近傍のプラズマを分光計測することで壁付近の水素プラズマの状態に材料の変化が及ぼす影響を評価することを目的とする。

2. 実験方法

小型プラズマ照射装置 APSEDAS を用いて重水素プラズマを照射し、近紫外可視分光器(G500)を用いて水素原子及び分子の発光強度の空間分布計測を行った。バルマー系列と呼ばれる水素原子からの発光である H_{α} 線(656.3 nm)、 H_{β} 線(486.1 nm)と水素分子からの発光である Fulcher 帯(590-640 nm)の分光強度計測を行った。試料表面上を横切方向で可動式のズームレンズを設置し、試料上部の空間を2次元分光計測した。また、静電プローブを用いて各実験におけるプラズマパラメータを取得した。試料には APSEDAS プラズマの直径(50 mm)と同程度の $50 \times 50 \times 0.1 \text{ mm}^3$ の板状 W と Ta を用いた。

3. 実験結果および考察

図1はそれぞれ H_{α} 線(上)、Fulcher 帯中の 602.2nm(Q=0,2)(下)の発光強度の試料表面垂直方向の強度分布を示す。発光強度の空間依存性を材料間で比較するために、試料垂直方向 $z=13 \text{ mm}$ の点を基準に規格化してある。全体的に、試料遠方に行くにつれ、発光強度が大きくなるのが分かる。これはプラズマが鉛直上方向から照射されるためプラズマソースに向かうにつれて、試料近傍よりも水素プラズマの密度が高いことに起因する。水素原子の主量子数 $n=2$ から $n=3$ への電子衝突励起に必要な平均自由行程を計算したところ約 19 m であった。この結果より、平均自由行程が非常に大きいため、プラズマの電子による励起は Ta と W 近傍の発光強度の差にはあまり寄与しないと考えられる。

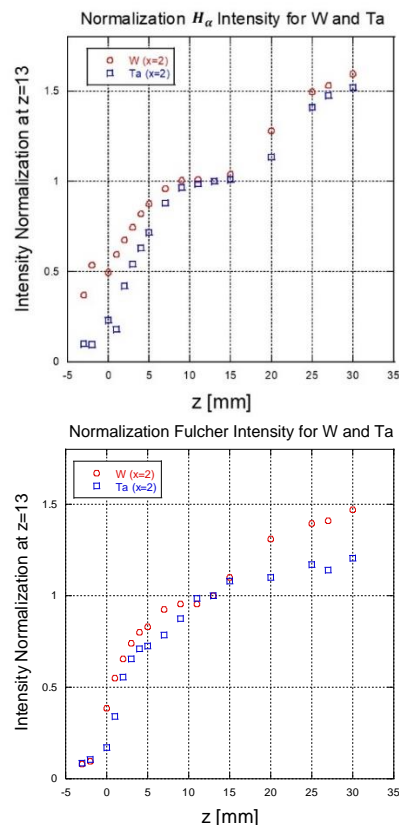


図1. Ta と W 近傍における H_{α} 線(上)、Fulcher 帯 602.2 nm(下)の軸方向発光強度分布($x=2 \text{ mm}$)

従って、図1で見える壁近傍の H_{α} 線の変化は材料の特性変化に起因する可能性が示された。

一方で、Ta と W の粒子反射率は 50~60% とほぼ等しいため、反射する原子の数はおおよそ等しいと考えられる。ここで、W での水素の吸蔵が発熱反応であるのに対し、Ta の水素吸蔵は吸熱反応であり、Ta がより多くの水素を吸蔵することが知られる[1]。従って、W 近傍で発光強度が比較的高いのは W から再放出される水素の影響が大きいと考えられる。

[1] K. Shimada et al., J. Nucl. Mater. **290-293** (2001) 478-481.