

定常プラズマ照射下における溶融金属表面からの粒子放出と
蒸気遮蔽効果の観察

Observation on particle ejections and vapor shielding effects of
melting metal surface under steady-state plasma loads

伊庭野 健造¹、西島 大輔²、Heun Tae Lee¹、上田良夫¹
Kenzo Ibano, Daisuke Nishijima, Heun Tae Lee, Yoshio Ueda

¹阪大工, ²UCSD
¹Osaka Univ., ²UCSD

はじめに

ダイバータ板や第一壁などへの局所熱負荷により、表面に溶融層が生じることで、液流れなど甚大な材料損耗が生じることが懸念されている。また、溶融層が生じると同時に、多量の蒸気が発生し、照射されるプラズマ負荷を分散することで遮蔽する蒸気遮蔽効果による軽減が期待されているが、実験的観察例も少なく、詳細な理解に至っていない。そこで、定常プラズマ負荷とレーザーによる熱負荷を組み合わせることで、蒸気とプラズマの相互作用を観察する実験を行った。

方法

UCSDにおけるPISCES-B装置において、ArまたはHeを用いて定常プラズマを生成し、試料に照射した。試料は非研磨材料のタングステン(W)、モリブデン(Mo)、ベリリウム(Be)を用いた。同時に試料表面にミリ秒パルスレーザー熱負荷を与えることで、試料表面を溶融させ、発生した蒸気とプラズマの相互作用を観察した。測定には、高速スペクトル分光器(AVANTES社)とバンドパスフィルター付き高速カメラを併用した。得られた高速カメラの画像をImageJを用いて画像解析し、試料表面からの発光分布の減衰長さをフィッティングによって導出した。

結果と考察

W試料とBe試料への照射実験から得られた減衰長さの時間変化を図にまとめた。

W試料への照射の場合は、レーザーを照射している時間においては減衰長さが短くなっていることがわかる。これは、蒸発粒子はスパッタ粒子と比較して放出エネルギーが小さいため、レーザー入熱によって蒸発粒子が顕著になっているためであると考えられる。

反対にBe試料への照射の場合は、レーザーを照

射している間は減衰長さが長くなっていることがわかる。また、分光計測では、Be試料へレーザーを照射している間は試料近傍のHe発光強度の低下がみられた。よって、レーザー照射による顕著な蒸発Be粒子の放出により試料近傍のプラズマ密度が低下し、放出Be粒子の平均自由行程が増加していると考えられる。以上の点より、今回の実験においては融点が低く蒸気圧の高いBe試料を用いた場合には、顕著な蒸気の放出による蒸気遮蔽効果の観察ができていたことが示唆された。

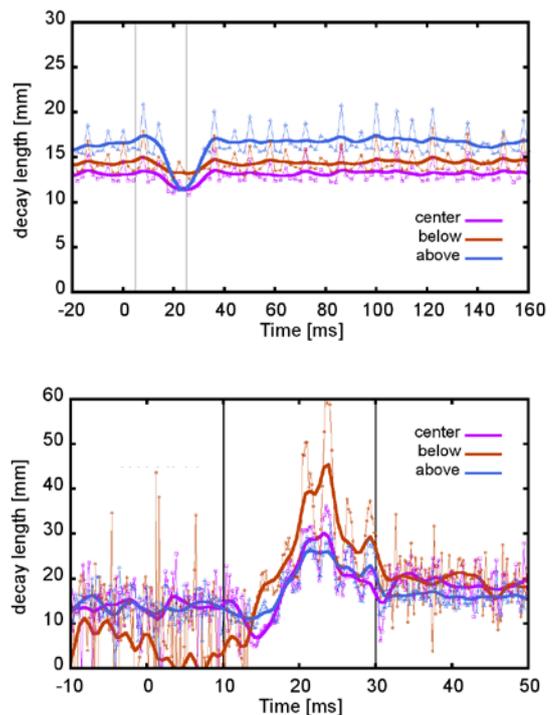


図 W試料(上)とBe試料(下)に定常プラズマ負荷とレーザー熱負荷(縦線内)を与えた際の試料表面からの発光強度減衰長さの時間変化