磁化プラズマガンを用いた ELM 様パルスプラズマ照射における プラズマ・蒸気混合層の発光分光計測

Optical emission spectroscopy of plasma-vapor mixed layer produced by plasma-gun generated ELM-like pulsed plasma irradiation

中根 優人, 菊池 祐介, 伊庭野 健造¹, 上田 良夫¹, 福本 直之, 永田 正義 NAKANE Masato, KIKUCHI Yusuke, IBANO Kenzo¹, UEDA Yoshio¹, FUKUMOTO Naoyuki, NAGATA Masayoshi

兵庫県立大学 大学院 工学研究科, 大阪大学 大学院 工学研究科¹ Grad. Sch. of Eng., Univ. of Hyogo, Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹

<u>1. 背景・目的</u>

磁場閉じ込め核融合炉では、周辺局在化モード (Edge Localized Mode: ELM)やディスラプショ ンに起因するパルス熱負荷にプラズマ対向材料 が曝されると、材料溶融・蒸発が発生する危険性 がある。その際、材料近傍には、固相、液相、蒸 気相、プラズマ相が狭い領域にて発現する重相構 造プラズマが形成されるが、その物理過程は未解 明な点が多い。特にプラズマ熱負荷の一部が蒸気 相との相互作用により緩和される現象(蒸気遮蔽 効果と呼ばれる)は、プラズマ対向機器の寿命に 大きな影響を与えると考えられる。ITERでは、第 一壁にベリリウム(Be)、ダイバータにタングス テン(W)が用いられるため、それらの材料にお ける基礎研究が求められている。

我々は兵庫県立大学の磁化同軸プラズマガン (Magnetized Coaxial Plasma Gun: MCPG)を用い てパルス熱負荷模擬実験を行っており,特に重相 構造プラズマ形成過程について調査している[1]。 本研究では,Beより融点が低いものの蒸気圧の近 いアルミニウム(Al)の薄膜をW薄板上に堆積さ せた試料を作製し,ELM様へリウム(He)プラズ マ照射時の重相構造プラズマ発光分光計測とW 背面温度から吸収熱負荷の測定を行った。

2. 実験装置

図1に実験装置図を示す。MCPGの下流部にター ゲットチャンバーを設置し,照射試料および各種 計測器を配置した。照射試料として,厚さ50 µm のW薄板に大阪大学のマグネトロンスパッタリ ング装置を用いて厚さ3 µmのAl膜を蒸着したも のを用いた。光ファイバーアレイと2台のモノク ロメータを用いて,多視線・2波長同時計測可能 な分光計測システムを構築し,Heパルスプラズマ の発光(He I, He II)とAl原子発光(Al I)を計測 した。さらに,高速2色パイロメータ[2]を用いて W背面温度を計測することで,重相構造プラズマ を介して材料へ到達する熱負荷を評価した。



3. 実験結果

図2に試料表面から5 mm上流側へ離れた位置に おける発光分光計測結果を示す。He IIが立ち上が ってすぐの時間帯(t=50 µs)では、Al Iは観測さ れず、t=80 µsから急激にAl Iが上昇している。Al 表面温度上昇に必要な時間があること、入射され るHeプラズマの圧力の時間変化により、Al蒸発粒 子束が変化していることが考えられる。ポスター 発表では、Al-W試料背面温度計測結果から、材料 に吸収される熱負荷についても議論する。

- [1] Y. Kikuchi *et al.*, Physica Scripta, Vol. T167, 014065 (2016).
- [2] I. Sakuma, Y. Kikuchi *et al.*, Plasma Fusion Res Vol. 10, 1205089 (2015).