

多チャンネル分光を用いた プラズマ発光トモグラフィ計測技術の開発

中園 拓実, 菊池 祐介, 佐久間 一行, 浅井 康博, 大西 晃司, 磯野 航, 福本 直之, 永田 正義

兵庫県立大学 工学研究科 電気系工学専攻

er14s029@steng.u-hyogo.ac.jp

1. 目的

兵庫県立大学の磁化同軸プラズマガン (MCPG: Magnetized Coaxial Plasma Gun) より生成される高熱流パルスプラズマを用いて、核融合炉壁構造体であるダイバータへのパルス熱・粒子荷重模擬実験を行っている。ダイバータ材にパルス熱・粒子荷重が照射され、材料の表面温度が融点、沸点を超えた時に、材料前面に蒸気層が形成されることが考えられる。この蒸気層に後続のプラズマが衝突すると、プラズマ熱荷重の一部が放射光として散逸し、材料表面に到達する正味の熱荷重が減少する現象 (蒸気遮蔽効果: 図 1) がシミュレーション研究により明らかにされている。

蒸気遮蔽効果を実験的に調べる上で、材料表面に形成される蒸気層と高熱流パルスプラズマの時空間構造は重要となる。これまで、本研究グループでは高時間分解能を有するイオンドップラー分光器 (IDS: Ion Doppler Spectrometer) を用いたイオン温度・フロー計測を行ってきた。しかし、現状の IDS は多チャンネル化されておらず、1つの視線平均の情報しか得られない。そこで本研究では、光ファイバーアレイとマルチアノード光電子増倍管および可視分光器を組み合わせた、プラズマ発光トモグラフィ計測システムを開発することを目的とする。

2. 計測システムの開発・実験方法

図 2 に計測機器の概略図を示す。MCPG 装置のターゲットチャンバーに光ファイバー 8 本を設置し、プラズマからの発光を採光する。それぞれの光ファイバーの採光範囲を限定するために観測ポートに光ファイバーホルダー (ジュラコン製) を製作、設置した。

光ファイバーは可視分光器 (リツー応用光学 (株)

製: MC-30N、焦点距離: 300 mm) の入射スリットに接続される。次に、分光器により波長分解された光は、光学系を通りマルチアノード光電子増倍管 (浜松ホトニクス (株) 製: H7546-03、300~650 nm、 $8 \times 8 = 64$ ch) の光電面に入射させる。光ファイバーにて集光した光は空間的に積分された発光であるので、出力されたデータから数学的手法である最尤推定-期待値最大化 (ML-EM: Maximum Likelihood-Expectation Maximization) 法を用いてプラズマ断面の発光強度分布を算出する解析手法を適用した。開発した計測システムを実験に適用し、MCPG により生成されたパルスヘリウムプラズマからの He II 発光の時空間挙動を計測することに成功した。

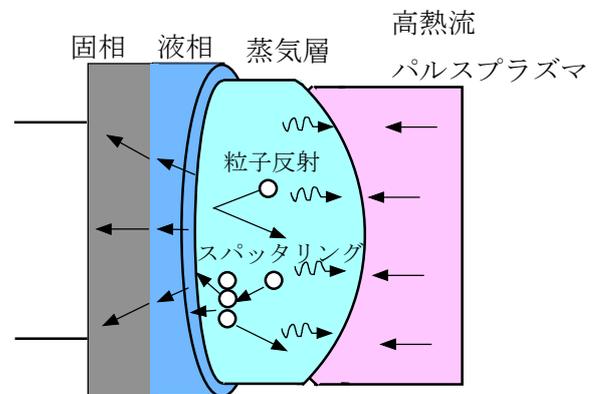


図 1 蒸気遮蔽効果

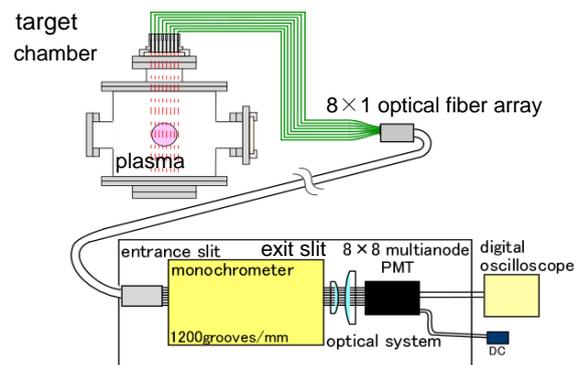


図 2 計測器概略図