

# 高熱流パルスプラズマ照射実験における 材料温度計測に向けた高速パイロメータの開発

兵庫県立大学 工学研究科 電気系工学専攻 エネルギー工学研究グループ

磯野 航, 菊池祐介, 佐久間一行, 浅井康博, 大西晃司, 中園拓実, 中根優人, 永田正義, 福本直之

## 1. 背景

国際熱核融合実験炉(ITER)におけるダイバータは定常熱負荷とともにディスラプションやEdge Localized Mode(ELM)といったパルス熱負荷に曝される。ITERにおけるELMパルス熱負荷はパルス幅0.1-1 ms, エネルギー密度0.2-2 MJ/m<sup>2</sup>と想定され, ダイバータ材料には高融点のタンゲステン(W)が使用されるが, ELMパルス熱負荷により熔融, 損傷する危険性がある。

パルス熱負荷によるダイバータ材料損傷過程を評価するために, 兵庫県立大学では磁化プラズマガン装置を用いたパルス熱負荷模擬実験を行っている。磁化プラズマガンにより生成された高熱流パルスプラズマから材料に付与される熱流束はカロリメータを用いてこれまで評価している。一方, 材料損傷過程の解明には材料表面温度計測が必要となる。そこで本研究では, 材料からの熱放射を高時間分解能(4.5 us)にて計測可能な材料温度を評価する高速パイロメータを開発した。

## 2. 実験方法

図1に実験装置を示す。磁化プラズマガン装置はターゲットチャンバーに接続されており, サンプルホルダーが後方から挿入されている。サンプルホルダーには厚さ50 umの薄膜W試料が設置されており, その背面に光ファイバーを設置して材料背面からの熱放射を採光した。これにより, プラズマおよび不純物発光が熱放射計測に与える影響を除去することができる。図2に開発した光学系を示す。光ファイバーにより導かれた熱放射光はハーフミラーとバンドパスフィルター(750 nmと800 nm)により2つの波長に分岐され, Siフォトダイオードアンプ(PDA)でそれぞれ検出される。得られた2つの波長の強度比から温度計測を行った。また今回構築した光学系は標準光源を用いて絶対感度校正を行っている。

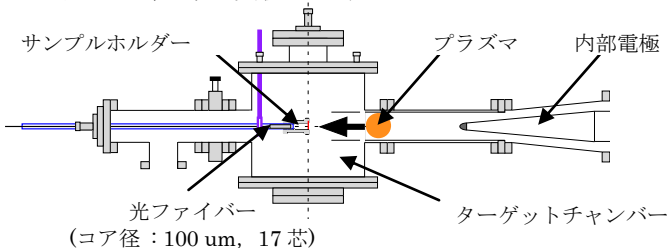


図1 実験装置図

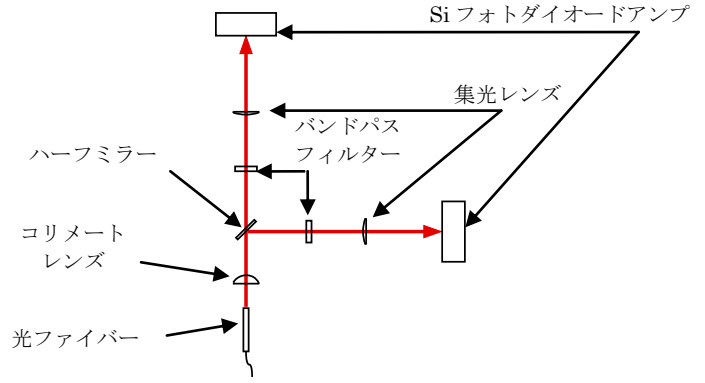


図2 光学系

## 3. 実験結果

本実験ではプラズマ生成電源に初期放電用(2 kV)とプラズマ維持用(700 V)の2つのコンデンサバンクを使用し, 放電ガスはヘリウム(He)を用いた。図3(a)に背面温度と同時計測したサンプル前面付近のHe IIイオン発光(He II)の時間発展, 図3(b)に背面温度計測結果を示す。He II発光が消える15 ms程度まで背面温度が上昇し, ピーク温度は2800 K程度まで到達した。その後, 背面温度はゆっくりと低下している。シミュレーションソフトANSYSを用いて3次元熱伝導方程式を計算し, 背面温度の時間発展の解析を行った。その結果, プラズマからの熱流束は0.41 MJ/m<sup>2</sup>と得られ, 従来のカロリメータで測定された熱流束0.47 MJ/m<sup>2</sup>と近い値を示した。

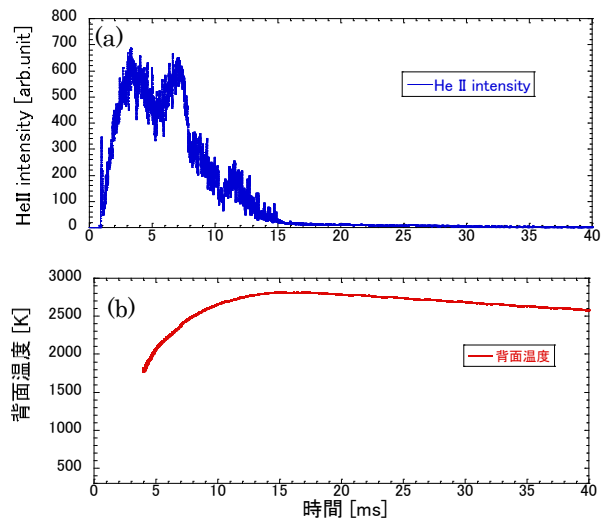


図3 (a)He II intensity (b)背面温度