

## 高熱流パルスプラズマ照射時の材料温度計測に向けた 高速2色パイロメータの開発

Development of a high-speed two-color pyrometer for temperature measurements of material surface  
under high-heat-flux pulsed plasma loads

磯野航, 菊池祐介, 佐久間一行, 中園拓実, 中根優人, 福本直之, 永田正義  
ISONO Wataru, KIKUCHI Yusuke, SAKUMA Ikko, NAKAZONO Takumi, NAKANE Yuto,  
FUKUMOTO Naoyuki, NAGATA Masayoshi

兵庫県立大学院工  
Graduate School of Engineering, University of Hyogo

### 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グステン(W)が使用されるが, ELMパルス熱負荷により溶融, 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(~5 μs)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. パイロメータの概要及び温度計測方法

図1に実験装置を示す。サンプルホルダーには厚さ50 μmの薄膜W試料が設置されており, 試料の背面もしくは表面からの熱放射光を光ファイバーで採光する。図2に開発したパイロメータを示す。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(BPF: 750 nm, 800 nm)により2つの波長に分岐し, Siフォトダイオードアンプ(PDA)でそれぞれ検出され, 得られた2つの波長の強度比から温度を算出する。また全てのレンズは金属管内に収め, 光軸がズレないように設置している。

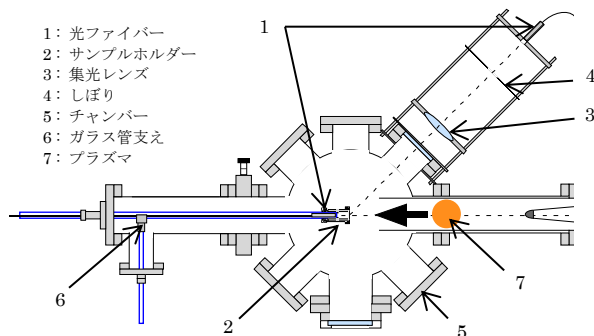


図1: 実験配置図

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い, 検出可能最低温度はおよそ1600 Kである。

### 3. 実験結果

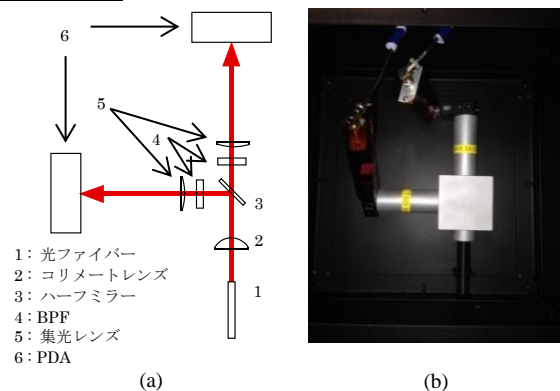


図2: (a)光学系統図, (b)レンズチューブ概観

本実験では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 $t = 6$  ms程度まで背面温度が上昇し, ピーク温度は3100 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。表面温度も背面温度と同様の結果となった。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0.46 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0.43 MJ/m<sup>2</sup>と近い値を示した。

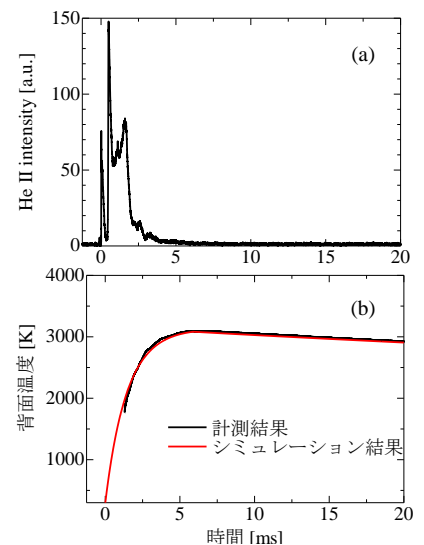


図3: (a)He II intensity, (b)背面温度