

パルスプラズマアブレーション材料表面相互作用における分光計測システム開発 Development of Spectroscopic Measurement System for Interactions Between Pulsed Plasma and Ablated Material Surface

稲垣翔平¹・土門太¹・大野哲靖¹・梶田信²

Syouhei INAGAKI¹, Futoshi DOMON¹, Noriyasu OHNO¹, Shin KAJITA²

¹名大院工・²名大未来研 ¹Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ²IMaSS, Nagoya Univ.

国際熱核融合実験炉 ITER では ELM の発生で炉心プラズマが周辺に放出される。ダイバータ領域には過渡的に高熱流プラズマが流入することになるため、耐熱性の高いタングステンがダイバータ材料に採用されているが、熱負荷が大きくなるとアブレーションが発生する。慣性閉じ込めの分野ではレーザーアブレーション研究が盛んに行われているが、パルスプラズマ照射による報告例は少ない。アブレーションはプラズマ流入過程や材料損傷に影響を及ぼすため、表面での物理の解明が期待されており、発光分光計測が有効であると考えられている。

本研究では、NAGDIS-PG(NAGoya University Diverter Simulator with Plasma Gun)と呼ばれる、実機における ELM 状態を想定した、定常およびパルスのプラズマを直交した形で照射可能な装置を使用している。試料をプラズマ集結部に斜めに設置することで、複合照射が実現する。以上の既存装置において、今回新たに分光計測システムを開発した。図1に概要を示す。試料垂直方向に観測点を設定し、装置の下方にあるウィンドウから採光を行った後、光ファイバー経由で分光器に光を導く。分光後は ICCD により微弱光を増幅し、高速カメラで発光を観察する。分光器と高速カメラは PC のソフトウェア上でそれぞれ設定が行われる仕組みとなっている。

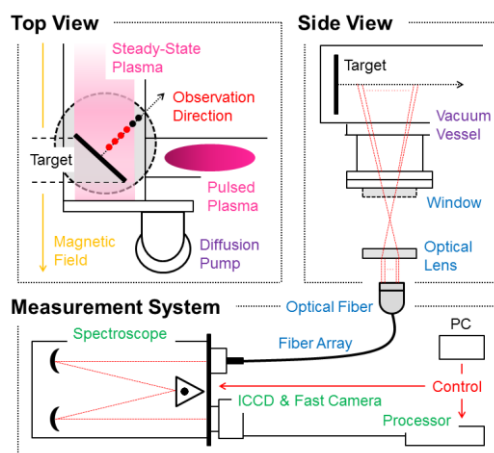


図1 新規開発した分光計測システムの概要図

光ファイバーは合計で25芯分、アレイに直線に格納され、空間分解能を有した多チャンネルの計測を可能にしている。分光器は分散型であり、グレーティングが3種類設定されている。高速カメラは2,000倍以上のシステムゲインと紫外～可視域に幅広い感度特性を有するイメージインテンシファイアを搭載しており、観測空間領域を狭くして単一の発光ラインを観測する際は、10 μ s の高時間分解能で計測が可能となる。

図2に高速分光の初期データ取得結果を示す。照射に用いたガス種はヘリウムで、単一パルス放電（パルス幅 ~ 0.25 ms）のみを行った。照射ターゲットはアルミニウムのバルクとしたが、低熱負荷でのアブレーション[1]が予期可能で、実機にて想定されるベリリウム堆積[2]の模擬材料としても適している。発光観察は試料から30 mmの場所で行い、He-I(587.56 nm)およびAl-I(394.40 nm)の時間発展[3]をプロットした。この結果から、ターゲットのパルスプラズマに対する応答として、アブレーションがパルスの初期段階で発生することが実験的に示された。ポスター発表では、本システムを用いて他の条件下で実験を行った結果について報告する。

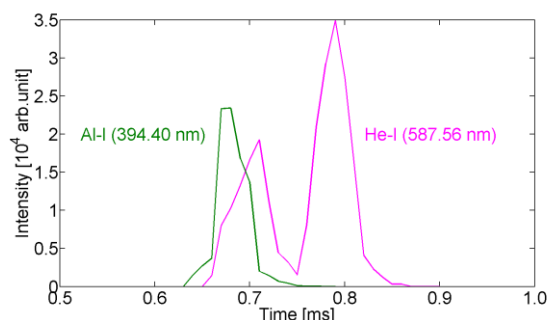


図2 プラズマと材料の中性粒子線の時間発展

- [1] 分散型熱物性データベース <http://tpds.db.aist.go.jp/tpds-web/index.aspx?MaterialID=455>
- [2] S. Brezinsek *et al.*, Nucl. Fusion, 55 063021 (2015)
- [3] Y. Kikuchi *et al.*, Phys. Scr., T167 014065 (2016)