

パルスプラズマ計測の高精度化と照射実験への応用  
**Improving reliability of pulsed plasma measurement and applying for irradiation experiment**

細川直希<sup>1)</sup>, 大野哲靖<sup>1)</sup>, 田中宏彦<sup>1)</sup>, 梶田信<sup>2)</sup>, 秋山毅志<sup>3)</sup>  
 Hosokawa Naoki<sup>1)</sup>, Ohno Noriyasu<sup>1)</sup>, Tanaka Hiroiko<sup>1)</sup>, Kajita Shin<sup>2)</sup>, Akiyama Tsuyoshi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>名大院工, <sup>2)</sup>名大未来研, <sup>3)</sup>ゼネラル・アトムクス

<sup>1)</sup>Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., <sup>2)</sup>IMaSS, Nagoya Univ.,

<sup>3)</sup>General Atomics

### 研究背景

核融合プラズマ対向材料の間歇的高熱流プラズマに対する耐性などを調査するため、パルスプラズマ装置を用いた金属試料に対する熱パルス照射実験が行われている。名古屋大学の所有するプラズマ装置NAGDIS-PGでは磁化同軸プラズマガンによってパルスプラズマ照射を可能としているが、このとき生成されるプラズマのパラメータは放電ごとに一定ではなく<sup>(1)</sup>、材料の表面変化に関する系統的な結果解釈を困難にしている。そのため、ショットごとの射出プラズマ特性のばらつきを同定することを目的として、高密度計測に適用可能なレーザー干渉計を用いた密度計測が行われているが、信号に現れるノイズ成分が計測精度を低下させる問題が生じている。

本研究では、干渉計にみられるノイズの原因を調査し、低減に有効な方法を提案することでプラズマガン実験の信頼性向上を目指す。さらに、パルスプラズマ照射時の金属表面温度変化への影響が指摘されている不純物堆積<sup>(2)</sup>について、照射実験と表面観察から調査を行う。

### 実験装置・方法

NAGDIS-PGは定常プラズマ生成装置であるNAGDIS-Iと、磁化同軸プラズマガンの複合装置である。本実験ではプラズマガンのみを使用する。プラズマガンの運転では、内部に磁場を発生させるバイアス電流、ガスを導入する弁を動かすガスパフ電流、プラズマを作るガン電流の順に電源を駆動する。生成されるプラズマ密度は $1\sim 10 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$ である。放電電圧によりこれらのパラメータは変化する。

レーザー干渉計は、レーザー・ディテクター本体を含む光学系およびオシロスコープから構成される。ノイズ低減策として、ケーブル由来ならびに電磁波由来それぞれに対して以下の対策を施した。

まず、計測系の電源を無停電電源装置 (UPS) に接続し、放電時に建屋の電気系統から切り離すことで、ケーブル由来のノイズを除去した。次に、電磁波吸収スポンジにより光学系を覆い、電磁波起因のノイズ成分の低減を図った。さらに、スパイラルアンテナを用いて、電磁波発生空間分布について調査を行った。

### 実験結果

図1にUPS未使用時にレーザー干渉計により計測された電子密度の時間発展を示す。スパイク状のノイズが重畳していること・密度が負の値をとっていることから正確な密度計測が出来ていないことがわかる。対して図2に示すように、UPS使用時のレーザー干渉計の計測結果では、図1と比べるとスパイク状のノイズがみられず、また密度も負の値をとっていないことがわかる。図1、図2の放電条件は同じであることから、レーザー干渉計の精度の低下は電源ライン由来の電磁ノイズが大きな要因になっていたと考えられる。

講演では、電磁波吸収スポンジ導入による影響や電磁波計測の結果に加えて、パルスプラズマ照射による金属材料の表面変化について、EDS・SEMによる観察結果を発表する予定である。

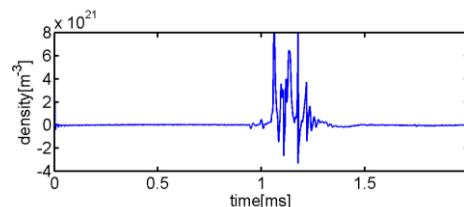


図1 UPS未使用時のレーザー干渉計の計測結果

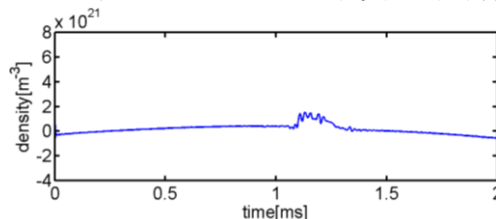


図2 UPS使用時のレーザー干渉計の計測結果

### 参考文献

- (1)稲垣翔平：修士学位論文「パルスプラズマとアルミニウム被覆タングステンとの相互作用に関する研究」名古屋大学 2018
- (2)T. Nakamori *et al.*, Plasma and Fusion Research **14** (2019) 1401051.