ISSN 2186-5647



2-45

# 光ファイバーによるプラズマジェットの測定及び吸収分光法との比較

日大生産工(院)　○堀田　知宏
日大生産工　荒巻 光利

## 1. はじめに

近年、大気圧下で生成される大気圧プラズマが注目されている。大気圧プラズマは真空装置を必要としないため低コスト、高密度なプラズマの生成が可能である。また、大気圧プラズマは高電圧パルス電源により電子のみにエネルギーを与えてガス温度の上昇を抑えたプラズマであるため、熱ダメージが低く対象物に直接照射することが可能であり、材料の表面処理、滅菌、医療、農業などの産業応用が期待されている。

プラズマジェットを肉眼でみると，Fig.1のように見えるが，高速カメラを用いてプラズマジェットを撮影するとFig.2のようなガス流速よりはるかに速い弾丸状のプラズマが観察される。この弾丸状のプラズマはプラズマビュレットと呼ばれている。電極に高電圧を印加することで電極に電子を引き寄せ、イオンが取り残される。取り残されたイオンがクーロン力によって電子が引き寄せられ、前方でイオン化が行われるのと同時に後方では再結合が行われる。これが連続的に繰り返されることでプラズマビュレットが伝播すると考えられている。

本稿では、プラズマビュレットの伝播速度を吸収分光と光ファイバーにより計測し、プラズマジェットの測定方法を比較及び検討する。

Fig.1 大気圧ヘリウムプラズマジェット

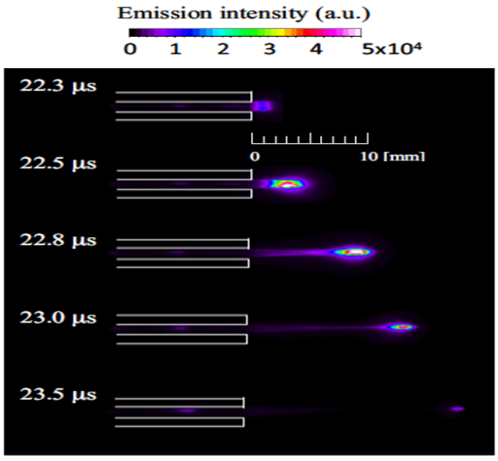


Fig.2 ICCDカメラで撮影したプラズマビュレットの伝播[1)]

## 2. 実験方法

Fig.3に実験装置図を示す。誘電体である石英管(内径2mm，外径4mm)に銅箔(厚さ0.07mm，幅25mm)を巻き付け、マスフローコントローラーを介してガスを高純度ガスボンベから20cc/minで石英管に供給する。交流高電圧電源を用いて電力を供給し、プラズマジェットを生成する。生成したプラズマにファイバーによる分光測定とレーザー吸収分光法を用いて測定を行う。

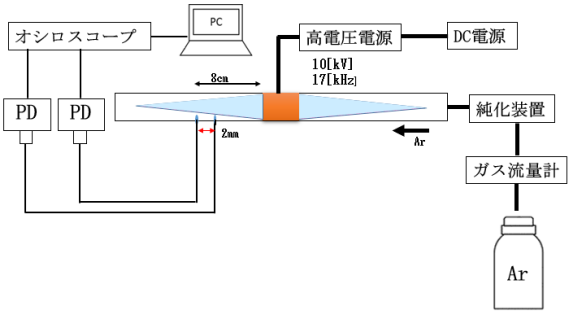


Fig.3 実験装置

オシロスコープは Tektronix の TDS 2024，信号発生器はエヌエフ回路設計ブロ

Measurement of plasma jet by optical fiber and comparison with absorption spectroscopy
Tomohiro HOTTA

ックの WAVE FACTORY WF1945A 1CH, 増幅器はエヌエフ回路設計ブロックの HSA4014 を使用する。

## 3. 光ファイバーによる測定

ファイバーをプラズマに近づけて、発光を測定するとプラズマビュレットがファイバー横切った瞬間，Fig. 4のような発光の信号が得られる。オシロスコープから得られた波形の2点間のピーク値の差から速度を算出する。

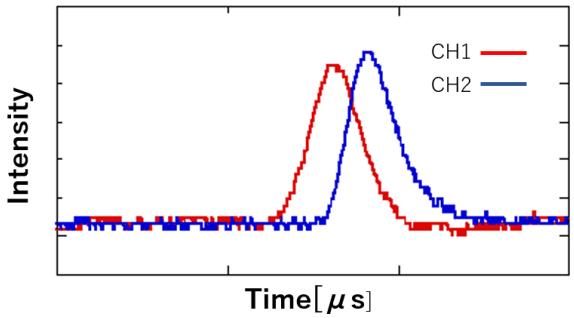


Fig. 4 プラズマビュレットの発光

## 4. レーザー吸収分光法

特定の吸収波長のレーザーを照射すると、プラズマ内の準安定原子がレーザー光を吸収し、透過したレーザー光が減衰する。入射光Ii($v$), 透過光It($v$)とすると、減衰率は（2）式に示す式で表され、これを吸収率と呼び、レーザー吸収分光法は吸収率をもとにプラズマ中の原子や分子の温度・密度を求めることができる

$$\alpha\,(v) = \frac{\mathrm{Ii}(v)-\mathrm{It}(v)}{Ii(v)} \qquad (2)$$

Fig. に実際に観測される吸収波形を示す。高速で移動するプラズマビュレットがレーザーを横切った瞬間, プラズマビュレット内で生成される準安定ヘリウム原子がレーザー光を吸収し，透過したレーザー光の強度が減衰する。

オシロスコープから得られた波形の2点間の差から速度を算出する。

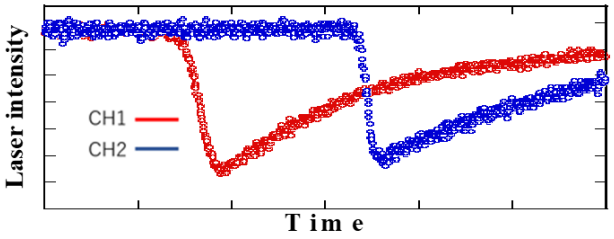


Fig. 5 吸収分光吸収波形の時間変化[2)]

## 5. 今後の予定

プラズマジェットをファイバーによる分光測定と吸収分光測定を行い，測定方法の比較および検討を行う。

プラズマビュレットの伝播速度を測定データから算出し、ファイバーによる分光測定と吸収分光測定の伝播速度の結果について、今後検討していきたい。

参考文献

1) Jun-Seok Oh1, Olumuyiwa T Olabanji et al. Imaging gas and plasma interactions in the surface-chemical modification of polymers using micro-plasma jets, J. Phys. D, 44 155206 (2011).

2) 池田隼輝　ウルトラピュア大気圧 He プラズマ中の準安定 He 原子に対する極微量不純物の影響,日本大学生産工学部第 51 回学術講演会概要，2018,2-36