

AC 励起非平衡大気圧プラズマの放電機構の解明に向けた 時空間計測

Spatiotemporal measurement for investigating the discharge mechanism of

AC excited non-equilibrium atmospheric pressure plasma

名大院工¹, NU Eco-インジニアリング², °梁 思潔¹, 孫 昶達¹, 竹田 圭吾¹,

近藤博基¹, 加納浩之², 石川健治¹, 関根 誠¹, 堀 勝¹

Nagoya Univ.¹, Nu-Eco Eng. Co., Ltd.², °Sijie Liang¹, Kuangda Sun¹, Keigo Takeda¹,

Hiroki Kondo¹, Hiroyuki Kano², Kenji Ishikawa¹, Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹

E-mail: liang.sijie@b.mbox.nagoya-u.jp

1. はじめに

非平衡大気圧プラズマは低圧プラズマに比べプラズマ密度が極めて高く、高速連続処理が可能なることから、様々な分野において注目を集めている。また、大気圧環境下でプラズマを生成するため、生体や液体照射など、非平衡大気圧プラズマ独自の研究が盛んに行われている。プラズマプロセスにおいてはプラズマ中のラジカルや電子と言った反応に寄与する粒子の挙動を理解し、制御していくことが重要となる。とくに大気圧プラズマは、放電領域が局所的であることや、プラズマジェットのようなガス流が存在する条件では、放電機構および活性種生成は、雰囲気ガスの影響も強く受ける可能性がある。また、本研究で用いた AC 励起非平衡大気圧プラズマ源は、 10^{15} cm^{-3} 以上の電子密度を実現可能であるが、生成されるラジカルの更なる高密度化の実現には、時空間的に放電機構を明らかにすることが求められる。

そこで、本研究では、まず放電時のガス流に着目し、シュリーレンシステムを用いて時空間的なガス流の変化を計測した。

2. 実験及び結果

シュリーレンシステムで、透明物質中の不均質状態を光の明暗の差で表示できる。実験では、点光源から拡げた光を最初のコリメータレンズで平行光束にする。この光を大気圧プラズマに入れた後、再び次のコリメータレンズを使って集光させて高速カメラに導く。プラズマ中のガス密度が不均一のため、プラズマに通った光が屈折される。光の焦点に置いたナイフエッジを適当な視野に絞ると、刃に近づく方向に屈折された部分は暗く、遠ざかる部分は明るくなる。これによってプラズマの密度分布が明暗のコントラストとして、観測された。^[1] 非平衡大気圧プラズマは、商用周波数である 60 Hz の電力を対向した電極間に供給し、その電極間に Ar ガス 2 slm

を導入することで生成した。プラズマの放電周期は 16.7 ms である。また使用した高速カメラは、撮影速度 130030 コマ/秒の条件で、24824 コマ(190 ms)の画像を撮影した。図 1 に計測した AC 励起非平衡大気圧 Ar プラズマの放電一周周期において、放電開始時(0 ms)、5.7 ms 後、11.3 ms 後、放電完了(16.7 ms)時のガス密度の分布を示す。

放電開始の直後、数回の閃光が観察され、5.7 ms 後では、放電ガス流が雰囲気ガスに影響を与え、密度分布の明暗コントラストが強く観測される。その後コントラストは弱くなり、ガス密度分布が徐々に均一になった。この時間スケールと 60 Hz プラズマ放電の関連について、分光計測技術を用いたラジカル生成や放電機構を考察した内容についても報告する。

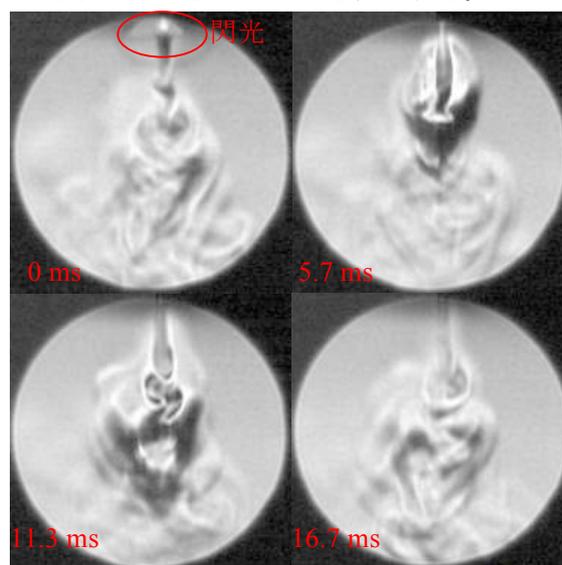


図 1 放電周期内 (16.7 ms) ガス流れの密度分布

参考文献: [1] 安藤幸司.シュリーレン撮影法
<http://www.anfoworld.com>