

非熱平衡プラズマにおける電荷ドリフト速度計測 Measurement of Charge Drift Velocity in Non-Thermal Equilibrium Plasma

山家清之, 松田隼風, 大谷真司
YAMBE Kiyoyuki, MATSUDA Hayate, and OTANI Shinji

新潟大学
Niigata University

現在、大気圧非熱平衡プラズマを用いた産業応用や医療応用が盛んに研究されている。プラズマで対象物を処理する際に、プラズマが対象物へ流れ込むことによって処理効果が発生する。従って、そのプラズマの電荷量が重要な特性値となる。電荷は電流を時間積分したものであり、電流はプラズマの密度とドリフト速度から定義される。プラズマはイオンと電子から構成されるため、目視することができないが、電子やイオンとの衝突により再結合する際にエネルギーを光として放出し、その発光体として目視することが可能なる。大気圧非熱平衡プラズマにおいて、プラズマは弾丸状に伝搬していくため、その伝搬は光電離面の移動として説明される。このため、高速カメラや光検出器を用いることにより、プラズマのドリフト速度は発光体の伝搬速度として評価される。しかしながら、プラズマの発光体は残光であるため、発光体の伝搬速度として評価することは、間接的にプラズマのドリフト速度を評価することになる。一方、プラズマが弾丸状に伝搬していく際

のプラズマ電荷のドリフト速度は、ログスキーコイルのような誘導結合型の電流プローブを用いることによって評価することが可能である。そこで本研究では、プラズマ電荷と発光体の移動が一致するのか実験的に評価した。

図1に示すような実験装置において、石英管内を移動するプラズマの電流を電流プローブで計測し、電力供給線電流で計測されるプラズマ電流との時間差から、プラズマ電荷のドリフト速度の評価を試みた。また、石英管外側に設置した電流プローブを光検出器に交換することにより、プラズマ発光体の伝搬速度の導出を行い、プラズマ電荷 (Charge) のドリフト速度と発光体 (Luminous) の伝搬速度の比較検討を行った。プラズマを照射する対象物となる銅円板の直径を変えて、銅円板の表面積に対する各速度の依存性を図2に示す。プラズマ電荷のドリフト速度及び発光体の伝搬速度は表面積が狭い領域では依存性を示さず、共に約 30 km/s 程度と求まるため、プラズマ自体の電荷ドリフト速度とその発光体の伝搬速度はほぼ一致すると考えられる。一方、表面積が広い領域では発光体の伝搬速度の方が速くなり、電荷のドリフト速度と一致しなくなった。

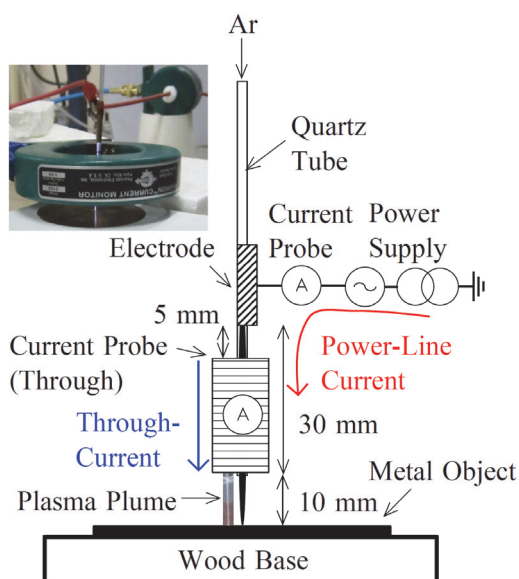


図1 実験装置の概略図及び電流プローブの写真

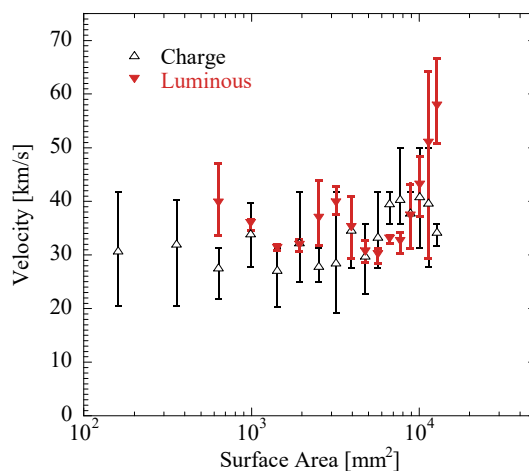


図2 プラズマ電荷ドリフト速度及び発光体伝搬速度の銅円板表面積依存性