

Ca²⁺イオンを含む液滴と大気中レーザー生成プラズマとの相互作用による Ca 原子の発生プロセス

Generation processes of Ca atoms via interaction between Ca²⁺-containing droplets and
laser-produced plasma in atmosphere

北大工 ○菅 剛珠 , 白井 直機 , 佐々木 浩一

Hokkaido Univ. G. Suga, N. Shirai, and K. Sasaki

【はじめに】

電解質水溶液を陰極とした大気圧直流グロー放電において液相由来の金属原子の発光が見られる[1]。放電時に液面から発生する液滴が金属原子の輸送に関与している可能性が高いとされているが、液滴とプラズマの相互作用により金属原子が発生するメカニズムの詳細は明らかになっていない。これまでの手法では水面からの蒸気の発生や電界の影響があり、液滴とプラズマの相互作用のみに注目して実験を行うのは困難であった。そこで本実験ではレーザー生成プラズマと超音波噴霧器によって発生させた液滴を用いることで、液滴とプラズマの相互作用を調べた。液滴からの Ca の直接的発生と、プラズマ中に存在する Ca⁺の再結合による Ca の発生を区別するため、レーザー誘起蛍光法を用いて Ca、Ca⁺および液滴の密度分布を可視化し、それらを比較した。

【実験方法】

実験は全て大気中で行った。プラズマは Nd:YAG レーザー (532nm, 10 Hz, 13mJ/pulse) の集光照射により生成した。扱いやすさやこれまでの実験との比較のため、濃度 1% の CaCl₂ 水溶液を用い、溶液中に設置した超音波噴霧器で液滴を発生させた。液滴の直径は 5-10 μm であり、流速

1.5 L/min でノズルから噴射した。OPO レーザーにより Ca は基底状態(¹S)から ¹P⁰ 状態へ、Ca⁺は基底状態(²S)から ²D⁰ 状態へ励起した。励起状態が発する蛍光および液滴による散乱光(レーザーと同波長)を撮影した。YAG レーザー照射時刻から OPO レーザー照射時刻までの遅れ時間を ΔT とし、この値を変化させることで時間進展を得た。

【実験結果・考察】

図 1(c)の Ca 密度分布(YAG レーザー照射後 10 μs における結果)に a および b と書き込んだ位置における Ca 密度、Ca⁺密度、および液滴密度の時間変化をそれぞれ図 1(a)および図 1(b)に示す。位置 a では液滴密度の減少に同期した Ca⁺密度の増加、および、Ca⁺密度の減少に同期した Ca 密度の増加が見られた。位置 b では Ca⁺密度は検出限界未満であり、液滴密度の減少と同期した Ca 密度の増加のみが見られた。なお、プラズマの発光強度は 3 μs において検出下限を下回るレベルに減少していた。これらの結果から、位置 a では Ca⁺と電子の再結合による Ca の生成が支配的であるが、位置 b では液滴から直接的に Ca が生成されていると考えられる。

【参考文献】

[1] N. Shirai et al., Plasma Sources Sci. Technol. 20 034013 (2011)

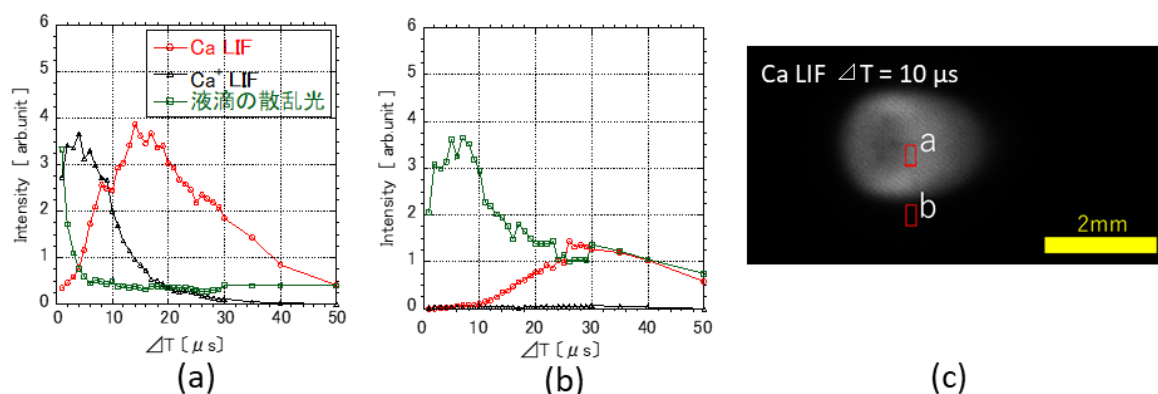


図.1 異なる位置における Ca 密度、Ca⁺密度、および液滴密度の時間進展の比較