

溶媒和電子をプローブに使ったプラズマ誘起液相化学種の 高空間分解密度分布計測への挑戦

Challenge to fine-resolution density measurements of plasma-induced liquid-phase reactive species using solvated electrons as probes

北大工¹ ○(M2) 稲垣 慶修¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, Yoshinobu Inagaki¹, Koichi Sasaki¹

E-mail: inagaki@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】

プラズマ・液体相互作用において、プラズマ照射によって液中に化学種がどのように誘起されるかは、活性種の供給をデザインする上で非常に重要な問題である。しかし、誘起された化学種がどのような濃度勾配をもっているのか実験的に調査する手法は確立されていない。我々はこれまでに、CTTS 遷移と呼ばれる光脱離過程を利用して液中に溶媒和電子を生成し($I + hv \rightarrow I + e_{solv}^-$)、その反応性を調べてきた。

本実験手法は、溶媒和電子を好きな「時間」「場所」に生成することができることから、溶媒和電子の反応周波数を計測することにより、溶媒和電子の反応相手であるプラズマ誘起化学種の密度を高い空間分解能で調べることができる。本講演はこの点に着目し、大気圧プラズマジェット照射下の液面近傍における溶媒和電子の反応周波数を調べ、本手法を用いたプラズマ誘起化学種の高空間分解計測の可能性について議論する。

【実験方法】

本実験では、図1のようなプラズマジェットと水の系を使用した。ヨウ化カリウム水溶液(0.02 mM)を光路長 10 mm の石英セルに入れ、ポンプ光(波長 225nm、パルス幅 8ns)とプローブ光(波長 777nm、連続発振)を同軸にのせ入射し、プローブ光のみをフォトダイオードで検出した。水和電子はこの波長付近において光

吸収を示すことから、吸光度の時間的減衰を指数関数フィッティングすることで反応周波数を求め、水和電子の反応性を評価することができる。プラズマ源はエンゲマン型の大気圧ヘリウムプラズマジェット(ガス流量 3L/min、電源周波数 1kHz)を使用し、必要に応じて酸素シールドガス(ガス流量 3L/min)を流した。また、石英セルは液面の低下を防ぐため、下部からシリコンチューブを介してガラス漏斗に接続している。ヨウ化カリウム水溶液は、精製水(アズワン 工業用精製水 A300)で調製し、溶存酸素濃度を下げるため窒素バブリングを行った。

【実験結果及び考察】

ヘリウムプラズマジェットの照射によって、液面直下 400~500 μm 付近において、溶媒和電子の反応周波数の勾配が見られた。図2は溶媒和電子の反応周波数の液面からの距離に対する依存性を示している。酸素シールドガスを添加せず放電を行わなかった場合、溶媒和電子の反応周波数は液面に近いほど小さく、放電をした場合には深さ方向にほぼ一様であった。一方で、酸素シールドガスを流した場合は液面に近いほど反応周波数が大きくなり、また放電をした場合の方が勾配は大きくなった。今回の実験において溶媒和電子の反応先に推定されるのは過酸化水素と酸素分子であることから、溶媒和電子の反応周波数は周囲のガス環境によって増減する酸素分子とプラズマによって誘起された過酸化水素の密度で決定すると考えられる。

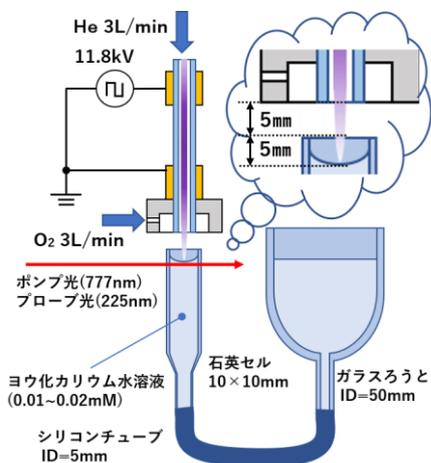


図1 実験の概要図

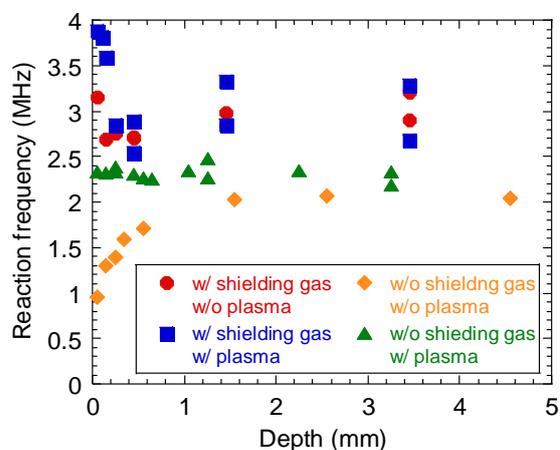


図2 液面からの距離に対する溶媒和電子の反応周波数の依存性