

プラズマが照射されたイオン液体における CTTS 遷移由来溶媒和電子の反応周波数

Reaction frequency of CTTS transition-induced solvated electrons in ionic liquids irradiated with plasmas

北大工¹, [○](M1)稲垣 慶修¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, [○]Y. Inagaki¹, K. Sasaki²

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、溶媒和電子は基本的な活性種だと考えられているが、プラズマによって誘起される化学種と溶媒和電子との間の反応過程に関する研究はほとんど手付かずである。その原因の一つは、プラズマによって誘起される溶媒和電子の存在領域が気液界面直下の数 nm の領域に限定され^[1]、この領域の計測が非常に難しいことにある。我々は、CTTS 遷移と呼ばれる光脱離過程を利用したフラッシュフォトリシス法を用いて液体中に溶媒和電子を生成し、その反応性がプラズマ照射によってどのように変化するかを調べる実験を開始した。本講演では、低ガス圧 Ar プラズマをイオン液体に照射し、それに起因する CTTS 遷移由来溶媒和電子の反応周波数の変化を調べた結果を報告する。

【実験方法】

KI を 0.5~1.0 mM 溶解させたイオン液体 TMPA-TFSI (トリメチルプロピルアンモニウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)アミド) を光路長 10 mm の石英セルに入れ、真空容器内で内部アンテナ式誘導結合 Ar プラズマを照射した。ポンプ光には波長が 225~230 nm でパルス幅が 10 ns の色素レーザー光、プローブ光には 75 W のキセノンランプを用いた。ポンプおよびプローブ光を同軸にのせてセルに入射し、プローブ光のみを干渉フィルター (800~1300 nm) で分光したのちアバランシェフォトダイオードで検出した。TMPA-TFSI における溶媒和電子はこの波長帯において光吸収を示し、吸光度から溶媒和電子の密度を評価できる。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により反応周波数を求め、プラズマの照射条件に対する反応周波数の変化を調べた。また、ラングミュアプローブを用いてプラズマの電子密度を測定した。

【実験結果及び考察】

プラズマとイオン液体の相互作用により溶媒和電子の反応周波数が増加することがわかった。図 1 は TMPA-TFSI 中溶媒和電子による光吸収が最大である波長 1000 nm における過渡吸収波形である。プラズマを照射した場合の方が溶媒和電子の消滅が速いことが分かる。図 2 はこのようにして得られた溶媒和電子の反応周波数をプラズマの電子密度の関数としてプロットしたもので、液面からの距離が異なる測定

結果を同時に示している。液面近くの方が溶媒和電子の反応周波数が高いこと、および、プラズマの電子密度が高いほど反応周波数が高いことを示している。Ar プラズマ自身は化学反応性を持たないことから、プラズマとの相互作用によりイオン液体を起源とする新たな化学種が発生し、液中を拡散した後に CTTS 遷移によって生成された溶媒和電子と反応することで、図 2 に示す結果が得られたものと考えられる。

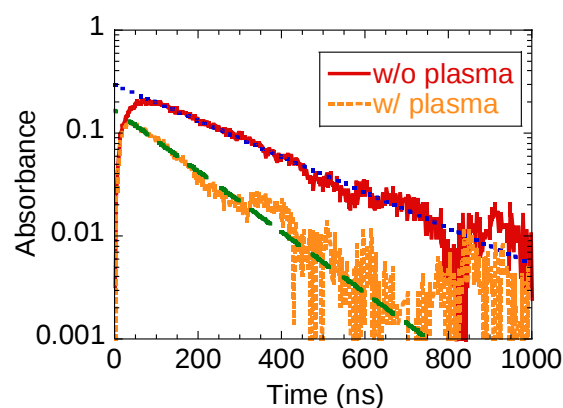


図 1 230 nm 色素レーザーパルスで励起したイオン液体 TMPA-TFSI の 1000 nm における過渡吸収波形および指数関数フィッティング

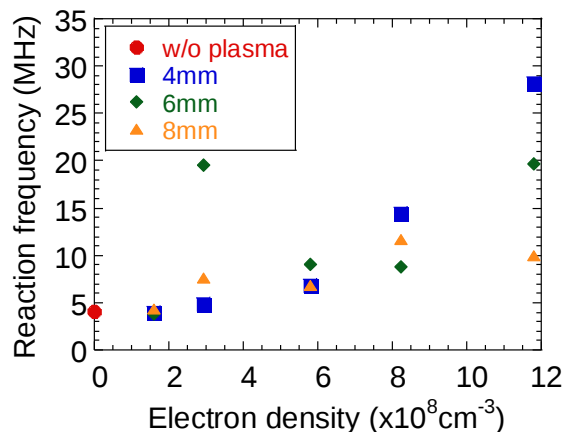


図 2 ガス圧 13 Pa の Ar プラズマを 120 秒間照射したときの溶媒和電子の反応周波数の電子密度および液面からの距離に対する依存性

文献

[1] P. Rumbach et al., Nat. Commun. 8248, 10.1038 (2015)