

フェムト秒レーザー誘起液中プラズマの生成に伴う水和電子生成挙動の ピコ秒イメージング計測

Picosecond imaging measurement of the production of solvated electrons during
femtosecond laser-induced plasma generation in water

東大院新領域¹, 産総研オペランド OIL², 学振特別研究員³ ◯榊原 教貴^{1,2,3}, 伊藤 剛仁¹,
寺嶋 和夫^{1,2}, 伯田 幸也², 清水 禎樹², 三浦 永祐²

The Univ. of Tokyo¹, OPELANDO-OIL², JSPS Research Fellow³, ◯Noritaka Sakakibara^{1,2,3},

Tsuyohito Ito¹, Kazuo Terashima^{1,2}, Yukiya Hakuta², Yoshiki Shimizu², Eisuke Miura²

E-mail: n.sakakibara@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【背景・目的】近年、液相、とりわけ水溶液、を介したプラズマプロセスが、材料合成から農業、医療に至る幅広い分野に展開されている。プラズマと接した水溶液では水和電子や OH ラジカルをはじめとする多種の活性種が生成され特異的な液相反応が進行する。しかし、プラズマ誘起液相反応に大きく関与する水和電子の挙動計測は未だ発展途上である[1,2]。我々のグループでは、フェムト秒レーザーで誘起された液中プラズマ反応場において水和電子挙動の時間分解計測を行い、プラズマ反応場に特異な、自由電子に影響を受けた水和電子消滅過程を明らかにした[3]。一方、液中プラズマ反応場における水和電子の生成過程については、時間分解計測は見当たらない。本研究では、フェムト秒レーザー誘起液中プラズマの生成過程を対象に、ピコ秒時間分解でのイメージング計測を用いた水和電子生成挙動の時空間分解計測系を構築し、水和電子生成のメカニズムの理解を目指した。

【実験方法】チャープパルス増幅により出力された、水和電子の吸収係数の極大 (700 nm) に近い波長 (800 nm) を持つフェムト秒レーザーパルスを用いて、フェムト秒レーザー誘起液中プラズマのピコ秒時間分解イメージング計測を行った。ポンプ光 (50 fs, 5 mJ) を石英セル内の純水中に集光することで液中プラズマを生成し、垂直方向からプローブ光 (50 fs, < 0.1 mJ) を遅延時間を変化させながら照射することで、水和電子密度の分布を反映したシャドウグラフ像を取得し、吸光度分布を算出した。

【結果】1 ps の時間分解能を持つ水和電子の高時間分解イメージング計測系を構築した。ポンプ光が集光点に到達した時間を基準として、遅延時間 t が 0 ps および 10 ps での吸光度分布を Fig. 1 に示す。 $t = 0$ ps において、ポンプ光の照射と同時に水和電子が生成されている様子が確認された。一方、ポンプ光通過後の $t = 10$ ps において、集光点近傍の領域で吸光度のさらなる上昇が確認できる。本結果は、水和電子が二つの異なる過程で生成されていることを示している。本発表では、詳細な解析結果を交えながら、水和電子の生成過程について議論する予定である。

References [1] P. Rumbach *et al.*, *Nat. Commun.* **6** (2015) 7248. [2] Y. Inagaki *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 066001. [3] N. Sakakibara *et al.*, *Phys. Rev. E* **102** (2020) 053207.

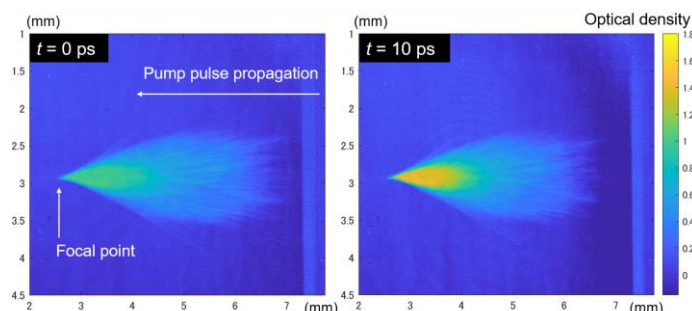


Fig. 1 Images of optical density during laser-induced plasma generation at 0 and 10 ps time delays.