

合成石英内部におけるプラズマチャネル形成過程のパルス幅依存性評価

Pulse duration dependence of spatio-temporal evolution of plasma channel in silica glass

東大院工 ○(M2) 小池 匠, 伊藤 佑介, 吉崎 れいな, (D) 任 国旗, 杉田 直彦

Univ. Tokyo., ○Takumi Koike, Yusuke Ito, Reina Yoshizaki, Ren Guoqi, Naohiko Sugita

E-mail: t.koike@mfg.t.u-tokyo.ac.jp

ガラス、サファイアなどの誘電体材料は、化学的、光学的に優れた特性を示すため、医療分野、通信分野などさまざまな産業分野で用いられている。これらの材料を加工するために、超短パルスレーザが注目されている。超短パルスレーザの集光点付近の強度は著しく高いため、カー効果による自己集束効果が顕著になる。また、この時多光子吸収やトンネルイオン化によって誘電体材料にエネルギーを与えることで発生したプラズマは、入射光を発散させる。これら二つの効果が釣り合うことで、材料内部に光が直線的に伝搬する。この時、材料内部に直線状に形成される高密度電子励起領域であるプラズマチャネルは、接合、微細穴あけ加工 [1]などに応用される。しかし、超高強度光の伝搬およびそれにより誘起されるプラズマチャネルの形成過程を理論的に予測することは、強い非線形性故に一般に困難である。本研究では、数あるパラメータの中でも電子-格子間エネルギー緩和過程に影響を与える重要なパラメータであるパルス幅に注目し、その変化によって生じるプラズマチャネルの形成過程の違いを、精密な時間分解計測により実験的に評価した。その結果を Fig.1(a) に示す。パルス幅が短い場合にはプラズマチャネルがビーム伝搬と同一の方向に進展している一方で、パルス幅が長い場合には進行方向が反転していることがわかる。また、Fig.1(b) に示すように、パルス幅が長い場合にのみ材料内部に照射痕が観測され、濃さおよび形状が異なる二つの領域 A、B によって構成されていた。両者の違いは、異なるタイムスケールにて生じた、その形成に与る物理現象の違いに起因していると考えられる。以上より、パルス幅の長短によってプラズマチャネルの形成過程に支配的に寄与する物理現象がことなることが示唆された。さらに、得られた実験結果に対し、時間領域ビーム伝搬法 [2] による定量評価を加えることで、フェムト秒からピコ秒スケールでのプラズマチャネルの挙動を明らかにした。

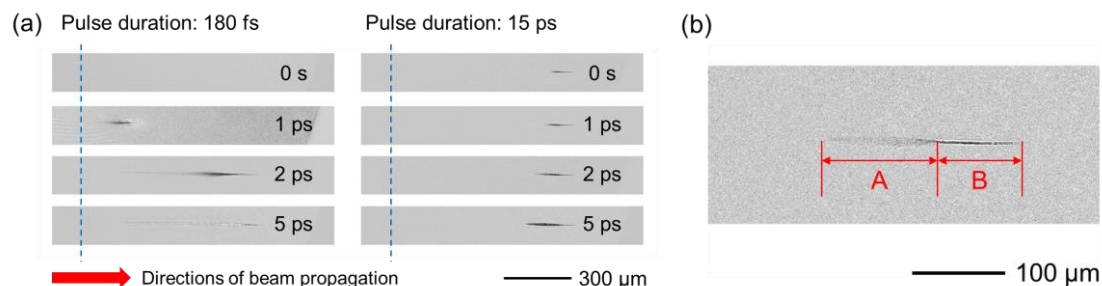


Fig. 1 (a) Spatiotemporal evolution of plasma channel, (b) Appearance of the sample after laser irradiation with a pulse duration of 15 ps.

[1] Y. Ito, et al., *Appl. Phys. Lett.* **113**, 061101 (2018).

[2] J. Shibayama, et al., *J.Light.* **18**, 437 (2000).