

テラヘルツ自由電子レーザーによる水中光音響波発生 —単一パルス切り出しによる光音響波の定量評価—

THz light induced photoacoustic wave generation in water by THz-FEL

量研関西研¹, 理研光量子², 阪大基礎工³ ○坪内 雅明¹, 保科 宏道², 永井 正也³

QST KPSI¹, RIKEN², Osaka Univ.³, °Masaaki Tsubouchi¹, Hiromichi Hoshina², Masaya Nagai³

E-mail: tsubouchi.masaaki@qst.go.jp

水中を伝播する音波や衝撃波等の圧力波について、古くから発生及び検出手法の開発が進み、光が到達できない領域の画像化や物質破砕等の操作手法として広く応用されている。これまで圧電素子等の振動をもとにした圧力波発生が行われてきたが、近年はレーザー光を用いた光・熱変換に基づく圧力波発生が注目されている。レーザー照射位置近傍での急激な光エネルギー吸収に伴う短時間局所的な圧力上昇により、媒質内を音速で伝播する光音響波や、超音速衝撃波が発生する。これまで、水に対して透明な可視・近赤外光が用いられてきたが、我々は、テラヘルツ(THz)パルス光による水中での圧力波発生を提案した[1]。THz 光は水に強く吸収されるため、高効率な光-圧力波変換が水面で直接生じる。また可視光に比べて 1%以下の低い光子エネルギーのため、組織損傷のない非破壊的な手法である。本研究では、THz 光による気液界面での光音響波発生と水中伝播の観測を実施し、その特性を定量評価した。

光源は、大阪大学産業科学研究所の THz 自由電子レーザー(THz-FEL)施設で発生される THz パルス列を用い、発生した光音響波をシャドウグラフ法により観測した。これまで我々は、THz-FEL から発生する THz ミクロパルス列をそのまま水面に照射することで、光音響波パルス列を発生させていた。その際、過剰な光エネルギーが水面に与えられるため、マクロな温度上昇が生じ光音響波の定量評価が困難であった。そこで、パルスプラズマミラー[2]によりミクロパルス列から単一 THz パルス光を取り出すことで、Fig.1 に示すような単一光音響波発生に成功した。水深 6 mm 以上の距離を音速 (約 1500 m/s) で平面波として進行する光音響波が明瞭に観測された。

本研究は「物質・デバイス領域共同研究拠点」の共同研究プログラムの助成を受けたものです。

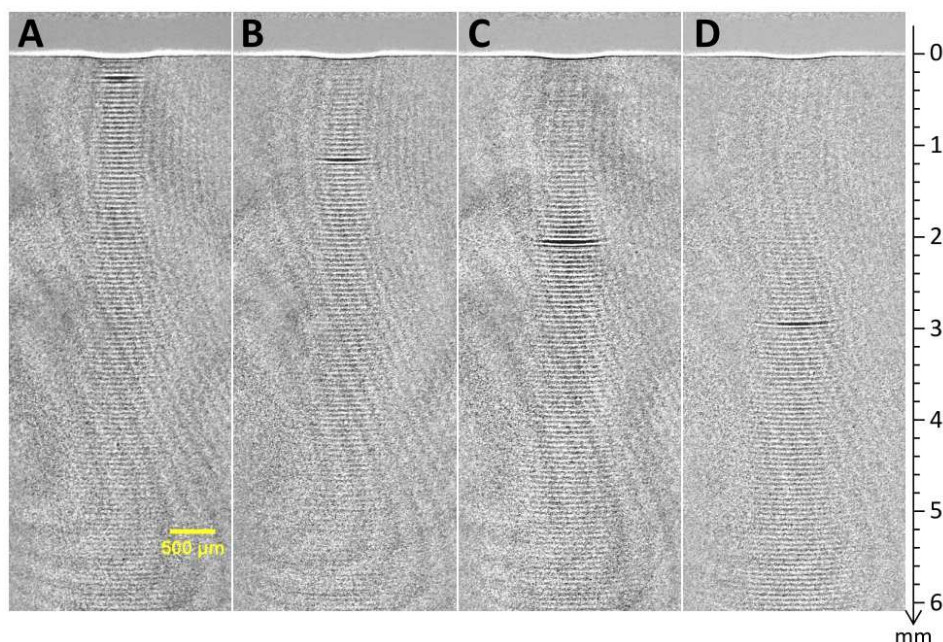


Fig.1 Photoacoustic wave propagation induced by a single THz pulse. Snapshot images of (A) the photoacoustic wave induced by the THz-FEL with a frequency of 5 THz and at delay times of (B) 60, (C) 120, and (D) 180 ns. These images were taken with a time gate of 10 ns.

[1] Tsubouchi et al., <https://arxiv.org/abs/1911.04674>. [2] Sun et al., JSAP-OSA Joint Symposia (2017)