

単一フェムト秒光パルスによる光音響波を用いた 2 光子励起光音響顕微鏡

Two-photon absorption-induced photoacoustic microscopy (TP-PAM)
using acoustic waves generated by single femtosecond optical pulses

京府医大¹, 京都大², 寺崎電気産業 (株)³

○山岡 禎久¹, 原田 義規¹, 坂倉 政明², 西埜 繁³, 前原 正司³, 浜野 修次郎³, 高松 哲郎¹

Kyoto Pref. Univ. Med.¹, Kyoto Univ.², Terasaki Electric Co., Ltd.³

○Yoshihisa Yamaoka¹, Yoshinori Harada¹, Masaaki Sakakura², Shigeru Nishino³, Seiji Maehara³,

Shujiro Hamano³, and Tetsuro Takamatsu¹

E-mail: yamaoka@koto.kpu-m.ac.jp

1. はじめに 生体深部を観察する方法として、ナノ秒光パルスを用いた光音響イメージングが注目されている[1]。我々は、更なる高空間分解画像化のために 2 光子励起と光音響顕微鏡を組み合わせた方法を開発してきた[2, 3]。しかしながら、2 光子励起の吸収断面積は小さいため、2 光子励起光音響波の発生効率が低いという問題点が存在する。この問題を解決するために、今回、単一フェムト秒光パルスにより発生した光音響信号を用いた 2 光子励起顕微鏡を提案する。フェムト秒光パルスは非常に短いパルス幅を有しているため、高いピークパワーを持つ。したがって、生体に与える光子数が小さくても、フェムト秒光パルスを対物レンズによって集光することにより、簡単に光子密度の高い状態を作ることができ、2 光子励起による光音響波発生の高効率化が期待できると考えた。

2. 方法 光音響波励起光源として、パルス幅可変フェムト秒パルスレーザー (IFRIT, CyberLasers、波長 780nm、繰り返し周波数 1KHz) を使用した。対物レンズを用いて試料に集光し、発生した光音響波を低周波音響トランスデューサ (10K6.4I, Japan Probe、周波数 10MHz、焦点距離 15mm) を用いて検出した。XYZ ステージを用いて試料を移動させることにより、試料断面のイメージングを行った。今回特に、パルス幅、励起パルスエネルギー依存性を詳細に検討し、サブナノ秒光パルスとの比較も含めて、フェムト秒光パルスの有効性を検証した。

3. 実験結果、及び、まとめ 780nm で 2 光子励起可能なローダミン B/エタノール溶液に対して、発生する光音響波を測定した。一般的に光音響イメージングではナノ秒光パルスが用いられるが、フェムト秒光パルスを用いることにより 2 光子励起光音響信号発生効率の向上が可能であることがわかった。このことにより、低エネルギー単一フェムト秒光パルスによる光音響イメージングが可能となり、イメージング速度の向上、生体へのダメージ回避が期待できる。

<謝辞> 科学研究費補助金 (23500525) の交付を受けて行った成果である。

<参考文献> [1] Wang LV, et al, Science 335, 1458-1462 (2012). [2] Yamaoka Y, et al, Opt Express 19, 13365-13377 (2011). [3] 山岡禎久他, 日本レーザー医学会誌 33, 386-391 (2013).