

光音響イメージングへの応用を目指した KTN 光偏向器を用いた重なり変調法の基礎的検討

Spatial overlap modulation photoacoustic microscopy using KTN deflector

佐賀大院工¹, [○]松本 航希¹, 高橋 英嗣¹, 山岡 禎久¹

Saga Univ.¹, [○]Koki Matsumoto¹, Eiji Takahashi¹, Yoshihisa Yamaoka¹

E-mail: 18578031@edu.cc.saga-u.ac.jp

2光子吸収を用いた蛍光イメージング(2光子蛍光顕微鏡)は、生体深部を高空間分解に観察することが可能である。しかしながら、2光子蛍光顕微鏡の観察可能な深さは、焦点以外からの微弱な蛍光により信号対雑音比が悪くなることによって制限される。本研究では2光子吸収を用いた光音響イメージング(2光子光音響イメージング[1])について研究を行っているが、同様に観察可能な深さは、焦点以外からの光音響波により制限される。焦点以外からの微弱な蛍光を取り除く方法として、2光子蛍光顕微鏡で重なり変調法[2]が提案されている。今回、2光子吸収を用いたイメージング技術の深部観察限界を超えるために、前述の重なり変調法と2光子光音響イメージングを組み合わせた方法を提案する。この方法では、焦点付近のみにおいて2本のビームが重なり変調されるため、変調周波数に対応した2光子吸収による光音響波が発生すると考えた。この時、焦点以外では2本のビームの空間重なりはほぼ変化しないため、焦点位置以外からの光音響信号を除去することができ、信号対雑音比を高く保ちながら、深部観察が可能となる。本研究では、フェムト秒光パルス列を用いた2本のビームの空間重なり変調による光音響波発生に関して、基礎的検討を行った。

Figure 1 に示す空間重なり変調と2光子光音響イメージングを組み合わせた装置を構築した。フェムト秒光パルス列を2本のビームに分け、一方のビームをKTN光偏向器[3]で高速走査し、再びもう一方のビームと対物レンズの背面開口部で重ね合わせる。この時、対物レンズの焦点位置においてビームの重なりが変調される。この重なり変調によって2光子光音響波が発生することを検証するために、試料として、近赤外光励起によって2光子吸収が起こるローダミンB/エタノール溶液(4.36 mM)を使用した。100kHzの正弦波を変調信号としてKTN光偏向器を駆動し、空間重なり変調を行った。発生する光音響波を超音波トランスデューサで検出し、スペクトラムアナライザを用いて発生する光音響波の周波数スペクトルを測定した。2本のビームは、KTN光偏向器の変調周波数の2倍の周期(200kHz)で変調されるため、周波数200kHzの2光子光音響波が検出できると考えられる。結果として、KTN光偏向器の変調周波数の2倍の周波数(200kHz)の光音響波が発生す

ることが分かった(Fig. 2)。以上のことから、変調周波数の2倍の周波数の光音響信号を検出することにより、2光子光音響波を高感度に検出できると考えている。

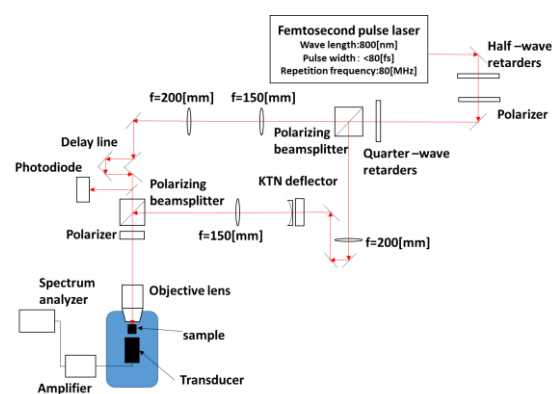


Fig.1 System apparatus.

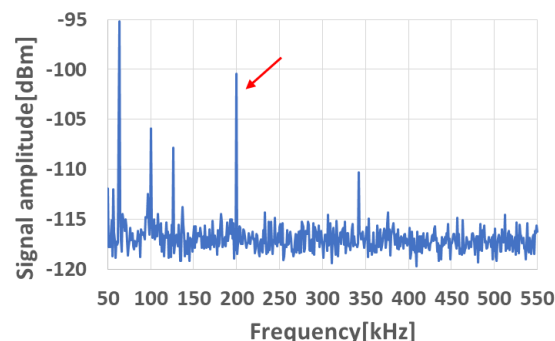


Fig.2 Photoacoustic signal of Rhodamine B / ethanol generated by spatial overlap modulation.

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C)(19K12787)および花王メラニン研究会補助金のサポートを受けて行われた。

参考文献

- [1] Yamaoka Y, et al, Optics Express 19, 13365-13377, 2011.
- [2] Isobe K, et al, Biomedical Optics Express 4, 1937-1945, 2013.
- [3] 中村孝一郎 他, NTT 技術ジャーナル 19, 56-59, 2007.