

生体測定のための中赤外光熱偏向分光法の検討

Investigation of Mid-infrared Photothermal Deflection Spectroscopy for Biomedical Applications

東北大学大学院医工学研究科 ○(M1)伊藤大登, 木野彩子, 松浦祐司

Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ.

○Hiroto Ito, Saiko Kino, Yuji Matsuura

E-mail: hiroto.ito.r2@dc.tohoku.ac.jp

1. 目的

光熱偏向分光法は試料の光吸収によって生じる熱を、試料に接触したセンシングプリズムの屈折率変化として検出する手法であり、励起光として中赤外光を用いることにより、生体中の様々な成分を分析することが可能である。これまでは中赤外光の照射点付近で、試料に接触させたプリズム内で近赤外プローブ光を全反射させる手法が主なものであったが、これには比較的大型のプリズムと緻密な光軸調整が必要であり[1], 将来の小型かつ安価なシステムの実現の障害となりえる。そこで本報告では微小なプリズム中にプローブ光を通過させる簡易な測定方法を提案し、その基本的な特性を評価した。

2. 方法・結果

測定系の概略を図 1 に示す。波長可変域量子カスケードレーザ(QCL:出力 5 mW 程度)からの光をチョッパによって変調し、それを断面 2 mm 角の ZnS プリズムを介して下部から垂直に試料に照射した。熱によるプリズムの屈折率変化は、プローブ光の光路変動をもたらし、それをポジションセンサによって検出したものを光熱偏向信号とした。検出感度を向上させるためにプリズムの屈折率の温度係数 dn/dT は大きいことが望ましい。ZnS の dn/dT 短波長ほど大きくなるが、波長 500 nm 以下では蛍光が生じることが知られている。そこで、本測定系ではプローブ光として波長 532 nm の緑色レーザを使用した。

図 2 は変調周波数を 60 Hz として 10% グルコース水溶液を試料とした場合の信号強度スペクトルを、水のそれで規格化したものである。参照のため水をリファレンスとした ATR スペクトルも併せて示したが、両者の概形はほぼ一致し、グルコースの吸収ピーク波長である 1035 cm^{-1} 及び 1080 cm^{-1} 付近にピークが確認できた。

図 3 は水を試料とした場合の信号強度スペクトルの最大値と変調周波数の関係を示したものである。光熱偏向分光法では測定可能な深さは熱拡散長で与えられ、それは励起光の変調周波数に反比例する。一様な試料では、測定深さが大きくなるほど信号強度が増大するため、周波数に対して負の係数が得られることを確認した。今後は生体試料の測定に向けて、さらなる感度向上や、測定再現性の向上について検討する。

参考文献

- 1 A.Bauer, et al. *Journal of Biophotonics* 11(2018): e201600261.

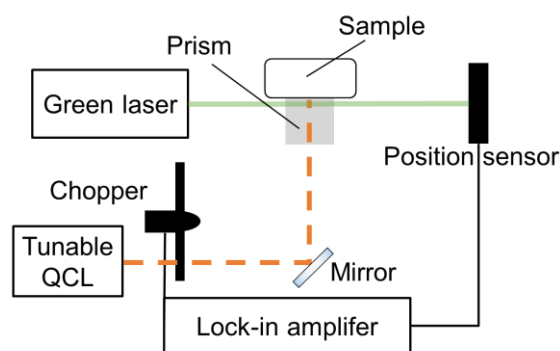


Fig.1 Experimental setup

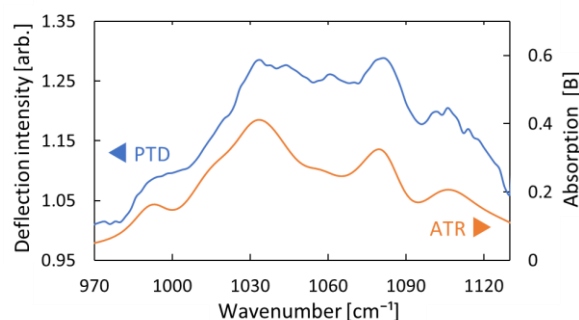


Fig.2 Measured deflection spectrum of glucose solution compared with the absorption spectrum

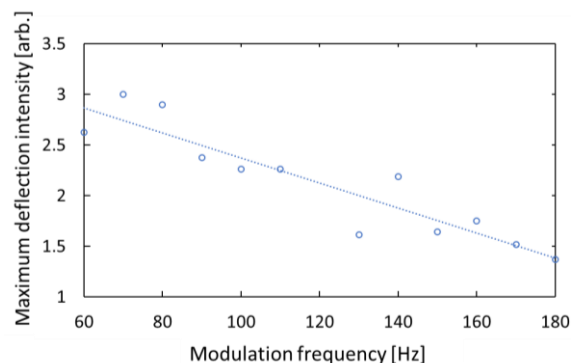


Fig.3 Correlation between modulation frequency and maximum deflection intensity