

DFB-QCL を用いた光音響分光法によるグルコースゲル濃度測定

Measurement of glucose-gel concentration by photoacoustic spectroscopy using DFB-QCL

東北大学 工学部 (M1) 前野雅信, 松浦祐司

Tohoku Univ., Graduate School of Engineering, Masanobu Maeno, Yuji Matsuura

E-mail: masanobu.maeno.r6@dc.tohoku.ac.jp

1. はじめに

試料に中赤外光を照射した際に、試料に含まれる分子におけるエネルギー吸収により生じる音響波を検出する光音響分光法は、減衰全反射 (ATR) 法と比較して、光がより深部に侵達するために、生体を試料とした際に、体液および血液中の成分をより正確に分析することが期待されている。本研究では、グルコースの吸収ピークに合致する波長を発生する波長固定量子カスケードレーザ (DFB-QCL) を用いた光音響システムを構築し、グルコースゲルの吸収特性の取得を試みた。

2. 測定方法および固定波長の決定

測定系の概要図を図 1 に示す。光源としては3つのCW DFB-QCL を使い、フリップパーミラーによって波長の切替を行っている。それぞれの QCL はチョッパーにより 90 Hz で変調したのち、ビームエキスパンダと軸外し鏡によってサンプルセルの下部から赤外光を集光照射した。セルには直径 2 mm、深さ 3 mm の空洞が設けられており、サンプル表面から発生した音響波をセルの側部に取り付けられた音響測定用マイクロフォンで取得し、ロックインアンプによって増幅して信号を得ている。

QCL の波長を選定するために FT-IR を用いて測定した、5 %グルコース水溶液の ATR スペクトルを図2に示す。この結果から、今回は、グルコースの吸収ピークと一致する 1032 cm^{-1} および 1152 cm^{-1} の2つの波長を用いることとした。

3. グルコース濃度の測定

濃度 0.1~5 %のグルコースゲルを作成し、それをサンプルとして音響波の強度を検出した。測定は 1 回あたり 10 秒程度で、各濃度で 5 回連続して得られた測定値の平均値を算出した。波長を切り換えながら 4~6 セット繰り返し行って得られた、濃度と信号強度の相関を示したものが図 3 である。図 3(a)は、波長 1032 cm^{-1} による結果であり、強い線形性が得られ、0.1 %オーダーまでの濃度の検出が可能であることが分かった。一方、図 3(b)は 1152 cm^{-1} における結果であり、測定毎のばらつきも大きく、十分な線形性は得られなかった。これは図 2 でわかるように、グルコースの吸収ピーク強度の差によるものと考えられるが、人を対象とした ATR 法による測定では、 1152 cm^{-1} ピークの方がグルコース以外の妨害物質の影響を受けにくいことがわかっており、今後は測定感度の向上によるシステムの SNR の向上が必要とされる。

4. まとめ

グルコース吸収ピーク波長に一致する DFB-QCL を用いた光音響分光測定法によって、グルコースゲルの濃度検出が可能であることが示された。今後はセル構造の改善によるシステムの感度向上が必要であるとともに、定量検出のための基準波長の選択などの検討を行う。

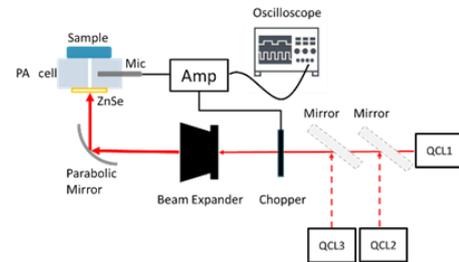


Fig.1 Experimental Setup

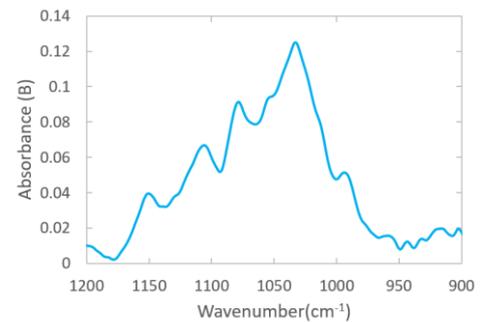
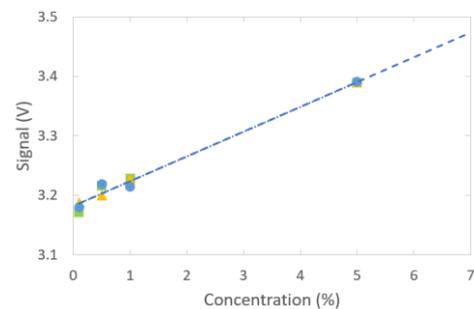
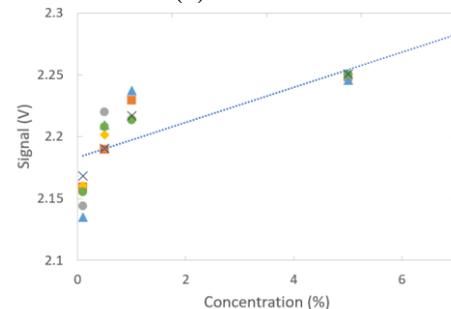


Fig.2 Absorption spectra of Glucose solution



(a) 1032 cm^{-1}



(b) 1152 cm^{-1}

Fig.3 Correlation between glucose concentration and acoustic wave signal