

口唇の中赤外 ATR 分光スペクトルにもとづく非侵襲血糖値測定 —部分最小二乗回帰 (PLSR) 分析のための最適波長探索— Non-invasive blood glucose measurement based on ATR spectrum of lips —Investigation of optimum wavelength region for PLSR—

東北大工 °長谷川 遼馬, 木野 彩子, 松浦 祐司

Tohoku Univ., °Ryoma Hasegawa, Saiko Kino, Yuji Matsuura

E-mail: ryoma.hasegawa.p1@dc.tohoku.ac.jp

1. はじめに

非侵襲血糖値測定の手法のひとつとして, 我々のグループでは, 口唇粘膜の減衰全反射分光 (ATR) スペクトルにもとづく血糖値測定法を提案している [1]. これまで, $1000\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ 付近の波数域に存在するグルコースの吸収ピーク強度に着目した手法を検討してきたが, 本研究では測定精度の向上を目的とし, 部分最小二乗回帰 (PLSR) を導入するための準備として, 血糖値推定に有効な波長範囲について調査を行った.

2. 方法および結果

Fig. 1 に領域中赤外における口唇の ATR スペクトルを示す. 測定にはフーリエ赤外分光器を用い, 台形 ATR プリズムの上下面に口唇粘膜を触れる状態で計測した. 3200 cm^{-1} 付近には水, 1650 cm^{-1} 付近にはタンパク質アミドバンドの吸収が見られるが, これらのうち挿入図に示すグルコースの吸収帯を含む $1000\sim 2000\text{ cm}^{-1}$ について着目し, この領域内での最適範囲を探索した. スペクトル上の吸収値を説明変数, 採血により測定した血糖値を目的変数とした PLSR 分析を, 統計ソフト「R」の PLS パッケージを用いて行った.

Fig. 2 は解析対象範囲をグルコース吸収帯の長波長端である 1000 cm^{-1} を起点とし, 100 cm^{-1} ずつ増加させて求めた測定値の参照値に対する決定係数 R^2 値を示す. 解析対象は 1 名の健常被験者から得られた 203 の口唇スペクトルであり, それをランダムに 6:4 に分割し, 前者を学習用, 後者をテスト用として用いた. この結果, $1000\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ において最大値 $R^2=0.30$ が得られた.

この条件下における PLSR による血糖推定値と採血による血糖値の相関図を Fig. 3 に示した. 大きな外れ値がいくつか見られるものの, 比較的良好な相関性が得られ, 本手法性の可能性が示された. 今後は血液と間質液中の糖成分の変化に現れる時間遅れを考慮するなど, さらなる測定精度の向上を目指す.

参考文献
1. S. Kino, et al. Biomed. Opt. Express 7, 701 (2016).

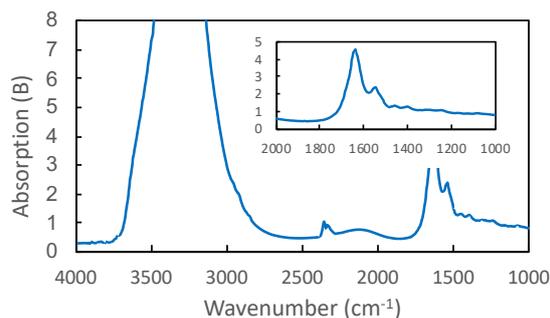


Fig. 1 ATR spectrum of lips

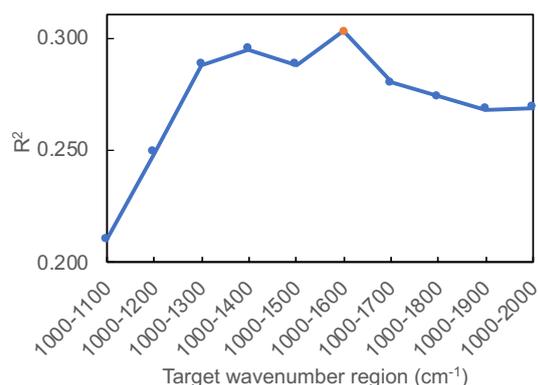


Fig. 2 Target wavenumber region and coefficient of determination

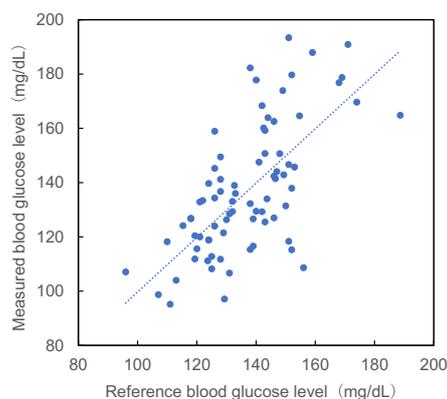


Fig. 3 Correlation between measured and reference blood glucose level