

水励起近赤外分光法にニューラルネットワークを適用した新しいグルコース濃度推定法の検討

朝倉 慎之佑[†] 石原 康利[†]
[†] 明治大学理工学部

1. はじめに

世界中の糖尿病患者は、2021年に5.29億人に達し、2050年には2倍以上の13.1億人にのぼると予想されている[1]。現在主流の血糖値計測法は採血が必要であり、痛みや感染症のリスクのない非侵襲血糖値計測法の実用化が望まれている。本稿では我々が提案している水励起近赤外分光法[2]にニューラルネットワークを適用することでグルコース濃度推定精度の改善が可能かを検討する。

2. 水励起近赤外分光法を用いた非侵襲血糖値計測

近赤外分光法は生体の透過性に優れた700～2500nmの波長光を用いており、非侵襲血糖値計測法への応用が期待されているが、精度・再現性の観点から実用化には至っていない[3]。水励起近赤外分光法では、計測光と同時に水を励起するための近赤外光を照射することでデータ点数を増やし、計測精度に影響を及ぼす水信号を分離してグルコース濃度推定の向上を図っている。

3. グルコース水溶液を用いた実験

3.1 実験装置

図1のようにコリメータから石英セル内のグルコース水溶液(光路長2mm)にレーザー光を照射し、透過光をビームプロファイラで計測した。グルコースの吸収スペクトルのピークである1600nm(計測光)と水の吸収スペクトルのピークである1450nm(励起光)のレーザー光を光カプラで混合して同時に照射した。



図1. 実験装置

3.2 実験条件

濃度1%から10%まで1%刻みのグルコース水溶液10種を試料として用いた。計測光の強度は15mW、励起光の強度は0～30mWとした。レーザー光を照射してか

ら約60秒間、透過光の強度分布を水平方向(X軸)と鉛直方向(Y軸)について測定した。

4. 実験結果

計測したX軸の強度分布(励起光30mW)を図2に示す。この結果からグルコース濃度の増加によって透過光の強度は減少することがわかる。一方、濃度と強度が逆転している部分や重なっている部分が認められる。

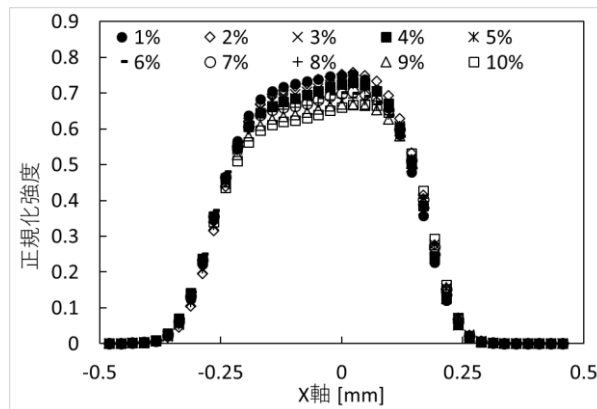


図2. 透過光強度分布の比較

5. ニューラルネットワークによる濃度推定

励起光を変化させて計測した強度分布を入力、グルコース濃度を出力とする、複数の隠れ層をもつニューラルネットワークを構成し、測定した強度分布データを学習させた上で、未知のデータから濃度を推定した。この推定値を多変量解析法の一つであるLasso回帰結果と比較すると、平均二乗誤差は半分以下に減少した。

6. まとめ

励起光を照射した多数のデータを利用することで、グルコース濃度推定精度の向上が期待できる。また透過光の強度分布データにニューラルネットワークを用いることが、グルコース濃度推定に有用なことが示された。今後、画像データ全体を用いること等により、さらなる推定精度の改善を目指す。

参考文献

- [1] GBD 2021 Diabetes Collaborators. The Lancet, vol. 402, no. 10397, pp. 203-234, 2023.
- [2] 石井洗多, “水励起光音響分光法で得られる多点データにニューラルネットワークを適用したグルコース濃度推定”, 明治大学理工学研究科修士論文, 2022.
- [3] Hina A, *et al.*, Sensors 2022. vol. 22, no. 13: 4855, 2022.