

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：82502

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01384

研究課題名(和文) キャリブレーションを必要としない非侵襲血糖値センサーの開発

研究課題名(英文) Development of a non-invasive blood glucose sensor without calibration

研究代表者

山川 考一 (KOICHI, YAMAKAWA)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・関西光科学研究所 光量子科学研究部・グループリーダー(定常)

研究者番号：40360408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：2波長中赤外レーザーを用いて、人種、性別、年齢等に関係なく様々な状態の被験者に対して、キャリブレーションを必要としない(完全採血フリーの)非侵襲血糖値センサーの開発を行った。3名の健常者に対して糖負荷試験を実施し、採血型自己血糖計と同時計測を行い相関性を確認したところ、1波長中赤外レーザーのみを用いた場合に比べて、個人差の影響をキャンセルし、高精度に血糖値が測定できることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界で4億人を超える糖尿病患者は、1日4-5回、指などを針で穿刺する採血型自己血糖値センサーを用いて血糖値を測定しなければならず、痛みや精神的ストレス、さらに感染症の危険を伴うなどの多くの問題をかかえている。針を刺さず(非侵襲)に連続的に血糖値測定ができれば、患者の負担を大幅に低減でき、また穿刺針やセンサーチップなどの医療廃棄物ゼロに出来るため、感染症の危険が無くなる。そして、非侵襲性の長所を最大限生かし、自宅や会社、ドラッグストアなどへの設置による、健常者を含めた気軽な健康・血糖値管理に活用することで、糖尿病人口の増加抑制はもちろん、年々増加する医療費の削減とともに、健康寿命の延伸を目指す。

研究成果の概要(英文)：We have developed a non-invasive glucose sensor without calibration by using two color mid-infrared (MIR) lasers. The glucose concentrations in blood were taken for three healthy volunteers during 3 months using a standard oral glucose tolerance test (OGTT). Numerical values for the subjects' glucose concentration levels were obtained using commercial self-monitoring of blood glucose prior to in vivo optical experiments. As a result, the precision of our two color MIR glucose sensor was improved compared with the monochromatic MIR sensor even if individual differences exist.

研究分野：レーザー工学

キーワード：非侵襲 血糖 レーザー 中赤外線

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界で4億1,500万人と見られる糖尿病患者は(2015年のIDF報告)、1日複数回の血糖測定をしなければならない。現在行われている血糖測定法は、指などを針で穿刺して採取した血液で測定を行わなければならない。患者は煩わしさとともに苦痛、精神的ストレス、および感染症の危険を伴う等の多くの問題を抱えている。さらに、穿刺針やセンサーチップ等の消耗品のコストが高く、年間約20万円/人の経済的負担を強いられている。このような背景のもと、採血フリーの非侵襲型測定器を実現するため、これまで20年以上にわたり国内外の多くの研究機関や企業等で開発が行われてきたが、現在までに製品実用化されたものは皆無である。

従来までの非侵襲血糖測定技術の多くは、可視、近赤外光を照射することによる生体透過光あるいは反射光を利用し、グルコースの吸収を計測するものである。しかしながら可視、近赤外光領域では、グルコースだけでなく血中および生体内の様々な成分の吸収が重なり、そこから多変量解析等を用いてグルコース成分だけを取り出す工夫が必要とされるが、十分な測定精度を得ることができていない。

一方中赤外領域では、人体やニクロム線ヒーターからの黒体放射を利用するものが複数報告されているが、黒体放射の輝度が極端に低いため(我々が開発した中赤外レーザーの10億分の1の輝度)、血糖測定に必要とされる十分なS/Nは得られていない。

これまで申請者らは、先端固体レーザーと光パラメトリック発振(OPO)技術を融合することにより、手のひらサイズの高輝度中赤外レーザーを用いた非侵襲血糖値センサーを開発し、一定の条件下、ISO(国際標準化機構)の定める基準をクリアした。すなわち、開発した非侵襲血糖値センサーを用いることにより、臨床的に十分な精度で血糖値を測定することができるといえる。

しかしながら個々の被験者においては、皮膚の厚さの違いや日々の環境変化、そして血糖以外の生体成分による光散乱・吸収が血糖測定に影響をおよぼすため、1日に1回程度、採血型血糖値センサーでのキャリブレーションが必要であり、完全な採血フリーには至っていない。

2. 研究の目的

2波長中赤外レーザーを用いて、人種、性別、年齢等に関係なく様々な状態の被験者に対して、キャリブレーションを必要としない(完全採血フリーの)非侵襲血糖値センサーの開発を行う。採血を完全になくすことにより、痛みを伴わずに糖尿病の患者の日々の健康管理に用いることが可能になる。また、非侵襲の特長を生かして会社や公共施設、ドラッグストアなどに設置して、手軽に健康状態をチェック出来れば、健常者の予防意識を高めて生活習慣病人口の増加を抑制することも期待できる。これにより、今後少子高齢化が加速する中で、多くの国民の健康寿命を延伸できれば、医療費、介護費の削減が実現できるだけでなく、質の高い生活を保障することができる。

3. 研究の方法

4. 研究成果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山川考一、赤羽温、青山誠、小川奏、山川庸子	4. 巻 29
2. 論文標題 中赤外レーザーを用いた採血不要の血糖値センサー	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本赤外線学会誌	6. 最初と最後の頁 45-48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koichi Yamakawa	4. 巻 2019
2. 論文標題 Development of a non-invasive blood sugar sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 38-40
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.21820/23987073.2019.8.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----