更新：2024年5月

「小児発症での早期発見」および「1型糖尿病患者のQOL向上」を目指した呼気アセトンガス用バイオセンサの開発

研究代表者　三林 浩二（東京医科歯科大学　生体材料工学研究所　教授）

研究のゴール

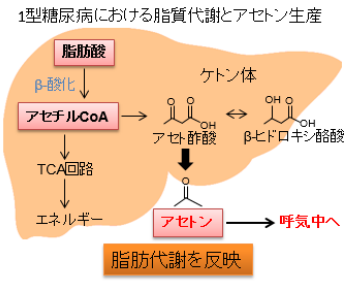
１型糖尿病の治療法開発

研究の特徴

１型糖尿病により体内に増加する「アセトン」は揮発性であることから呼気・皮膚ガスに含　まれます。このアセトンを高感度に計測することで、採血や採尿をせず、呼気・皮膚ガスにて　簡便かつ安全に身体の状態を評価できます。我々は酵素を使った「新規なアセトンガス用バイ　オセンサ」の開発に世界に先駆け成功し、大学病院での臨床研究（人での検証）においても呼気計測の有効性が評価されつつあります。「小型・高感度なアセトンガス用センサ」を開発することで、「小児発症での早期発見」および「血糖自己測定（SMBG）を支える新たな評価法として１型糖尿病患者のQOL向上」を図ることができます。

研究概要

呼気中のアセトンは、１型糖尿病の方々において濃度が高くなることが知られています。これは脂肪酸の代謝（体の中で欠かせない化学反応）によりエネルギーを産生すると、その副産物として揮発性の高いアセトンが体内で増加し、呼気に混じり放出されるためです。つまり、呼気中のアセトン濃度をモニタリングすることで小児での糖尿病発症の早期発見や、無痛・低負担な血糖値の連続評価が可能になると期待されています。



私たちは世界に先駆けて、生体触媒（化学反応を手助けするもの）である酵素（二級アルコール脱水素酵素，S-ADH）を利用したセンサでアセトンの計測に成功し、日本のノーベル賞技術である「LED」を利用することで、小型なセンサの開発に成功しました。そこで本研究では、(1) 小型･高感度なアセトンガス用バイオセンサを開発し、(2) 医学部病院との共同研究にて糖尿病患者の方の協力を得ながら、呼気アセトンの臨床研究を進め、(3) 患者の皆様に使っていただける安全かつ簡便な呼気計測装置を開発していきます。

これまでの研究結果･成果

これまでに開発したバイオセンサで生体ガス中に含まれる多様なガス成分の中からアセトンだけを高感度に測定できることを実証しました。現在は、東京医科歯科大学倫理委員会での承認のもと、東京医科歯科大学病院の臨床医（患者の診察や治療を行う医師）と協力して、呼気アセトンガス計測を進めています。更に、センサシステムの高感度化や小型化に関する検討を行っています。

現在の状況

本アセトンガスセンサを患者の皆様に使っていただくために、次のような課題があります。(1) 家庭・学校・職場などの日常生活で利用することを考えた、センサの小型化。(2) 小児の発症を臨床医が早期発見できるような持ち運びができるセンサ装置の開発。(3) 連続評価に有用な 皮膚ガス中のアセトンを計測するための、センサの高感度化。

この研究で患者の生活や他の研究にどのような波及効果があるか期待されるか

(1) 小学校での歯科検診での呼気アセトン検査により、突然の小児発症を未然に防ぐほか、(2) SMBG（血糖自己測定）の合間にも呼気にて簡易評価することができ、呼気アセトンから血糖値を推定できれば、指先穿刺やパッチ装着の機会を減らし、QOLの向上を図ることができます 。(3) 将来的にはセンサを高感度化することで「皮膚アセトンガスをモニタリングする」こと、また「低血糖状態で発生する生体ガス成分」を検出するセンサの開発へと展開します。

患者･家族､寄付者へのメッセージ

1型糖尿病の患者の皆様のため、高感度なアセトンガス用のバイオセンサを日本の最先端技術をもとに開発し、小児での発症を早期に発見できるように､また SMBG でのご負担とご不安を少しでも低減できるように呼気ガス･皮膚ガスでのアセトン計測を現在､臨床医と進めています。本研究の成果が、患者・家族の皆様の役立つように、最善の努力を尽くしてまいります。

ロードマップ

現在の進捗率 約73%

- これまで：酵素反応＆紫外LEDを用いたアセトンガス用バイオセンサを開発（呼気にて糖尿病の代謝評価可能）／臨床医との共同研究による有効性および実用性の評価
- 現在：**センサの小型化と可搬化（持ち運びできるようにする）**
- 2026年：皮膚アセトンガス濃度のモニタリングを目指したセンサの高感度化
- 2029年：センサシステムの臨床試験
- 2030年：検診や治療での活用

●三林浩二先生プロフィール【①座右の銘 ②趣味 ③特技 ④尊敬する人 ⑤好きな食べ物】
①無し ②海外旅行 ③無し ④父母 ⑤茄子