

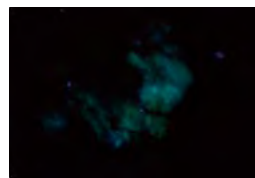
糖 尿病は、世界の約2.5億人、わが国では予備軍を含めて約2千万人が関わる重大な生活習慣病です。放っておけば、脳梗塞や心筋梗塞、失明など重大な疾患を併発する可能性があるため、血糖値の厳正な管理は必要不可欠です。現在、多くの糖尿病患者は一日数回、指などに針を刺し、血糖値を計測しています。しかし血糖値は、食事や運動などによって、時々刻々と変動するため、一日数回の計測では、細かい変化をとらえることは困難です。このため、24時間連続して血糖値計測が行なえる方法が望まれていました。

そこで我々のグループでは、体内埋め込み型の血糖値センサの研究を行っています。体内に完全に埋め込んでしまうため、採血する必要がなく、患者のQOL (Quality of Life) が向上します。また、計測を自動化することで、睡眠中など、自らが計測することができない場合でも、無意識のうちに血糖値が連続して計測できるため、血糖値の変化に異常がないか24時間管理することができるようになります。

ここでは、我々の取り組みの一つとして、血糖値に応じて光（蛍光）の強度を変化させるゼリー状ビーズの研究をご紹介します。血糖値の計測法は血液の中にあるグルコースに応じて電位を計測する電気計測法が一般的ですが、埋め込み型のセンサの場合には電源や配線などが必要になってしまいます。そこで我々はセンサを長期間安定して機能させるために、体外からワイヤレスで計測できる光計測法に注目しました。血糖値が高くなると、体内で強く光るようなセンサです。

具体的には、センサの材料として、ボロン酸を持つアントラセン誘導体という血糖（グルコース）と結合すると蛍光を発する物質を、ポリアクリルアミドとよばれる寒天のような

埋め込まれたマイクロビーズにグルコースを加えると体外からでも観察できるほど光の強度が変化します。今後、光の検出器を耳の近くに設置することで、24時間連続して血糖値を検査できる超小型システムの実現が期待できます。



柔らかい材料（ハイドロゲルと呼んでいます）に化学結合させた材料を利用しました。この材料を、微小流体のハンドリングに適したマイクロ流体デバイス技術を利用して加工し、直径0.1ミリ程度に揃ったビーズを作成することに成功しました。均一直径のハイドロゲルビーズにすることで、体の隅々まで運ぶことができるようになります。今回は、マウスの体の中でも皮膚が薄い耳に埋め込むことで、「写真」のように、体内のグルコース濃度の変化に応じて変わる蛍光強度を体外からモニターすることに成功しました。また、周辺のグルコースの濃度に応じて変化するビーズの光の強さを体外から計測することにも成功し

ました。

このセンサを発展させれば、24時間連続血糖値計測も夢ではないかもしれません。しかし、実用化に向けてはまだ課題をクリアする必要があります。たとえば、「長期安定性」です。ポリアクリルアミドは医療材料としても使われている材料なのですが、長期間安定して蛍光を放出できるか、安定して存在するビーズ直径はどのくらいが適当なのか、どの部位に埋め込めば生体に負担なく計測ができるかなど、一つ一つ解決しなければなりません。

本研究は、現在、産学共同プロジェクトであるNEDOの委託事業「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト（通称BEANSプロジェクト）」の一環として進められています。医薬機器企業と医者、それに我々工学者がしっかりとタッグを組んで10年後には実用化できるように進めていきたいと思っています。

ポリアクリルアミドゲルに血糖（グルコース）に反応して光の強度を変化させる物質を組み込んだマイクロビーズ。グルコース溶液に触れた状態で、外から紫外線を当てると強く光り出す。

右耳にマイクロビーズが埋め込まれたマウス（後頭部からの撮影）。普段は光らないが、ブラックライトなどで紫外線を当てると光る様子が体外からでも容易に観察できる。