

東京大学、痛くない、マイクロニードルパッチ型センサーを開発

東京大学 生産技術研究所／大学院工学系研究科 精密工学専攻の金 範 俊 教授、生産技術研究所／大学院工学系研究科 化学生命工学専攻の南 豪 准教授、李 學 哉 博士課程大学院生らの研究グループは、従来の採血用のランセット（皮膚穿刺器具）や注射針のかわりに、皮膚に貼るだけで容易に血糖値（血液中のグルコースの濃度）を測れる「マイクロニードルパッチ型センサー」を開発した。医療従事者でなくても扱うことが可能で、痛みを感じることなく、数分以内に肉眼で血糖値の高低を判断できる。

開発したパッチの基板には紙を用いた（図1）。片面には、極小の針（マイクロニードル）がたくさん並び、もう片面には血糖値のセンサーが配置されており、互いが繋がっている。マイクロニードルにはスポンジのようにたくさんの穴が空いており、外部からエネルギーを与えなくても毛細管力で微量の細胞間質液（以下「間質液」）が皮下から採取され、パッチの上部にあるセンサーで血糖値が継続的に測定される。マイクロニードルは尖端の直径が50マイクロメートル以内、長さが0.8ミリメートルほどと十分に小さく、皮膚にパッチを貼っても痛みはない。さらに、生体内で溶けるポリマーでできており、体内に針が残留しても害がない。

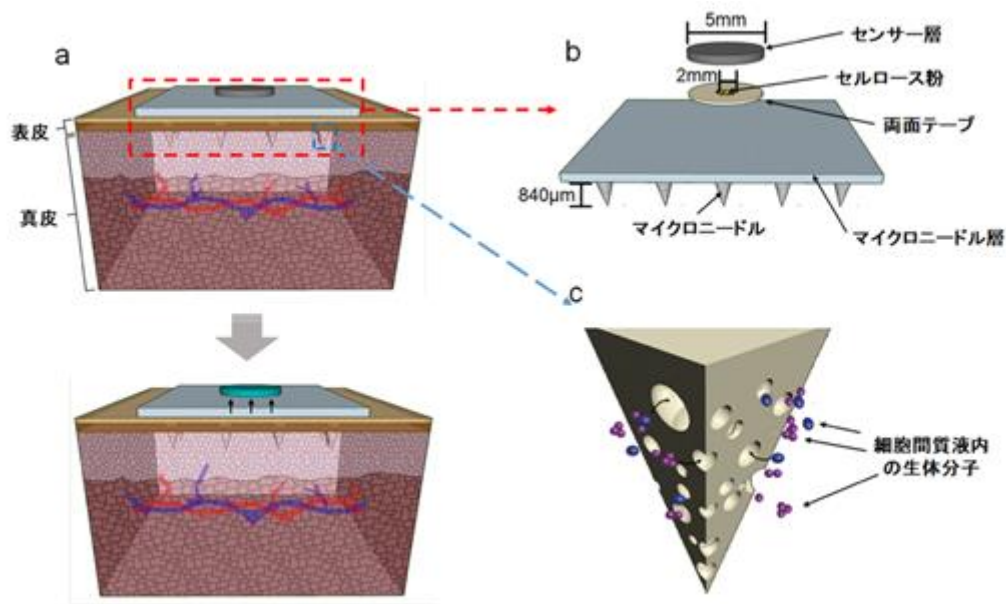


図1 多孔質マイクロニードルアレーと紙基板のパッチセンサーの概念図とその使い方

デバイスの概念図に、(a) には肌に貼り付けたマイクロニードルのセンサー紙シートパッチの模式図を、(b) にはマイクロニードルアレー層と酵素による比色分析法を用いる紙シート上のセンサー層などを示す。(c) には、多孔質のマイクロニードルの概念を示す。皮下間質液を吸収し、その中のグルコース濃度の差によって、センサー層での発色明度を変化させ、肉眼でもグルコースの濃度を判断できる。携帯カメラや既存の画像処理技術を融合し、輝度値を定量化することも可能である。

血糖値センサーには、グルコースオキシダーゼとグルコースペルオキシダーゼという2種類の酵素と染料色素（テトラメチルベンジジン）を組み合わせ、発色明度の変化を指標として、血糖値の高低を肉眼で容易に測定できる（図2）。

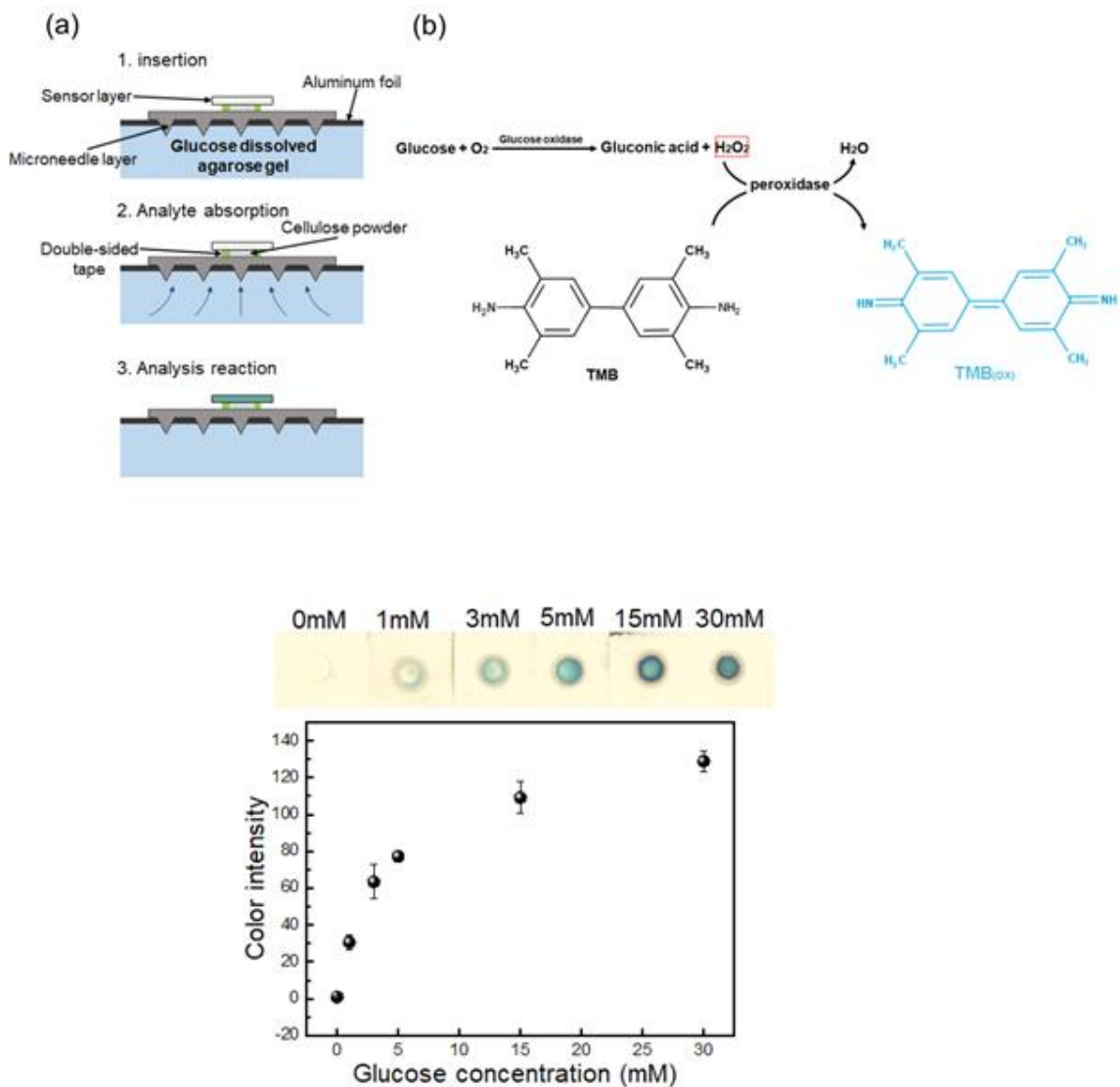


図2 センシング原理とその結果

今回は多孔質マイクロニードルを採用した（図3）。その材料として、欠損時のリスク解消を図るため、骨足場材料の分野で盛んに使用されている生体分解性のPLGA（ポリ乳酸-グリコール酸共重合体）を使用した。孔径は血球の塞栓とニ

ードル形状への悪影響を防ぐため 5~10 マイクロメートルとした。多孔質マイクロニードルは、毛細管力によって間質液を吸収することができる。毛細管力はマイクロニードル中の空孔の大きさや空隙率、親水性などに依存する。体液採取には、空孔同士が十分に繋がっていて液体透過が可能な構造になっている必要がある。しかし、多数の空孔を持つ（空隙率が高い）構造は同時に構造強度の低下をもたらすため、皮下穿刺に耐えうる強度を持つ多孔質マイクロニードルの製作は容易ではない。本研究では、多孔化手法として、構造（孔径および空隙率）を容易に制御できる「ソルトリーチング法」（混合した NaCl 粒子を溶出することで空孔を得る手法）を用いた。空隙率と体液吸収率の最適化およびニードルの形状の最適化、紙シートのセンサー層との一体化を実現できた。

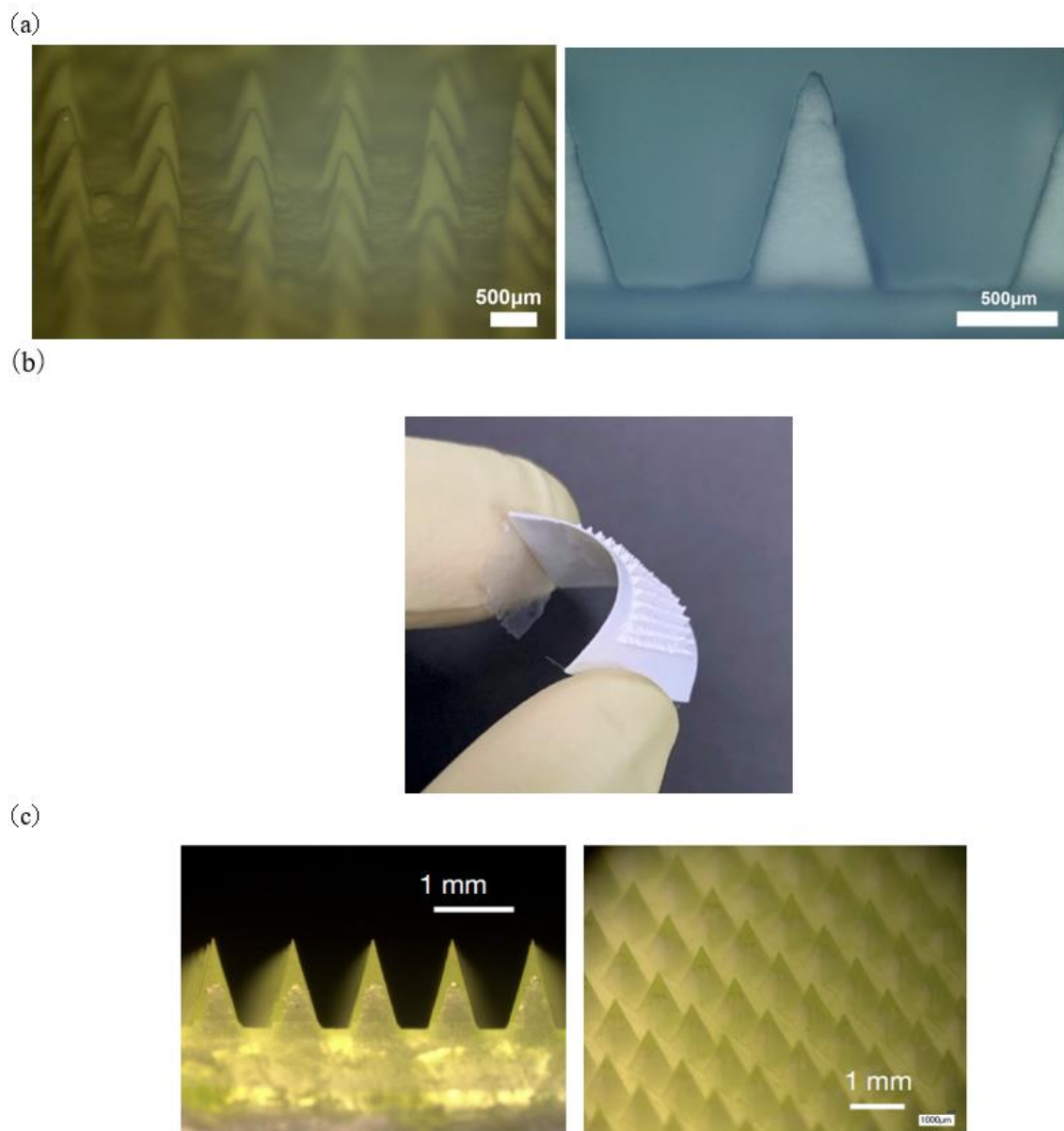


図3 多孔質・生体分解性のマイクロニードル

今後は、センサーの開発を進めることで、グルコースだけでなく、コレステロールやホルモン、さまざまなバイオマーカーなどを、低侵襲かつ継続的に自分で測定できる、在宅健康診断用の「生体分解性マイクロニードル医療パッチ」へと応用されることが期待される。

論文情報

タイトル Porous microneedles on a paper for screening test of prediabetes

雑誌 Medical Devices & Sensors

DOI [10.1002/mds3.10109](https://doi.org/10.1002/mds3.10109)

日本語原文

<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/news/3339/>

文 JST 客観日本編集部