

東京大学大学院の染谷隆夫教授、慶應義塾大学の天谷雅行教授らの研究チームは、長期間の生体計測が可能な皮膚呼吸ができるナノメッシュ電極の開発に成功した。ネイチャー・ナノテクノロジーに掲載された。



手の甲に装着した皮膚貼り付け型ナノメッシュ電極。1週間貼り付けたままでも炎症反応がみられず不快感がない。

近年、生体信号をリアルタイムに計測できるウェアラブル電子機器により、心電図や脈拍などが計測でき、健康や医療、介護の分野で活用されている。これはIoTの推進にも重要なツールであり、より軽量で動きの邪魔をしないセンサー（機器）が求められている。これまで皮膚に直接密着することで高精度に生体信号を計測できる伸縮性のあるフィルムやゴムシートが開発されてきた。研究チームでも、皮膚に貼り付けられる血中酸素濃度計やタッチセンサアレイ（スマートフォンディスプレイのようなもの）を開発して

## 1週間連続装着しても炎症みられず

# 皮膚呼吸可能

# 直接貼り付け型の

# 生体計測センサー

東大・慶大が開発

いる。その中で、スポーツや医療分野で応用するには、1週間以上の長期測定が必要であることがわかってきた。一方で、皮膚と密着する薄いフィルムやゴムシート製のデバイスには、水蒸気（ガスの）の透過性が低い、汗の分泌を阻害してしまい、長期使用の安全性が科学的に証明されていなかった。

研究チームでは、生体適合性が高い金と高分子（PVA）からなるナノファイバー（直径300～500ナノメートル）がメッシュ状にからんで何層にもなったシート電極を開発した。これは軽量で伸縮性が高く、水蒸気をよく通す。PVAは接着剤や医療用カプセルとしても利用されており、水で溶ける。大面積のシートも作製できるエレクトロスピニング法で作製されている。この金ナノメッシュ電極は、少量の水で貼りつけるが、慣れれば10秒程度で任意の場所に貼れる。表面形状追従性が高く、極薄ながらそれなりの接着性を持っており、水で洗い流せばすぐ落ちる。

今回、この金ナノメッシュ電極やその他の素材（シリコン、パリレン）を1週間貼り付けて、生体適合性を20人の被験者で評価した。すると、金ナノメッシュでは、他の素材と違い、赤みなどわずかな炎症反応も見られなかった。また被験者自身が評価する手法では、他の素材よりナノメッシュは不快感が少ないことがわかった。さらに水蒸気の透過性について、金ナノメッシュ、薄膜フィルム、ゴムシートで試験したところ、ナノメッシュは著しく透過性が高かった（96・5％）。この透過性の高さが炎症反応を起さず、不快感をなくすることができる理由と考えられる。

この新たなナノメッシュ電極は、他の金属に置き換えて作ることもできる。今後は、耐久性や繰り返し伸縮性の向上、この電極につなぐ電源、無線機器等の小型化などを進めていくという。耐久性に関して染谷教授は「PVAをポリウレタンに変えることで耐久性は上がりますが、素材自体が硬くなり、金ナノメッシュほどの装着感を実現できません。今後、素材の組み合わせなど最適な条件を見つけた」とした。天谷教授は医者立場から「このようなセンサーを利用できれば、日常と変わらない状態で皮膚からの水分蒸発量、角層pH、皮膚表面温度などを経時的にモニタリングでき、皮膚バリア機能を評価できると期待しています。ピデオ等では観察できなかったアトピー性皮膚炎のひっかき行動のモニタリングを精度良くできるようになるかもしれません」と話した。

さらに金ナノメッシュ電極の伸縮性試験を行った。金ナノメッシュを人差し指の第二関節に貼り付け、1万回曲げ伸ばしをしたが断線せず、高い導電性を保っていた。また、腕に金ナノメッシュ電極を貼り付けて筋電位を計測することに成功。筋電位計測は、ゲル電極を用