

セルロースナノペーパーを用いたスキンエレクトロニクス

Cellulose nanopaper-based on-skin electronics

阪大産研 ○(D)黄 茵彤, 荒木 徹平, 栗平 直子, 上谷 幸治郎, 関谷 毅, 能木 雅也, 古賀 大尚

Osaka Univ., °Yintong Huang, Teppei Araki, Naoko Kurihira, Kojiro Uetani,

Tsuyoshi Sekitani, Masaya Nogi, Hirotaka Koga

E-mail: hkoga@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

フレキシブル基材に電極を実装した皮膚貼付型の「スキンエレクトロニクス」は、生体信号計測、ひいては、人の健康管理やヒューマンマシンインタフェースに向け大きな注目を集めている¹。現在、シリコン樹脂や合成樹脂由来のフレキシブル基材が多く研究されているが、環境調和性の観点からは自然材料由来の基材が望ましい。樹木ナノセルロース由来の紙「ナノペーパー」は、耐熱性・耐有機溶媒性・持続生産性・生分解性等の特長を持つ環境調和型のフレキシブル基材であり²、メモリやセンサ等の電子デバイスに適用されている。しかし、緻密で平滑な構造を有する従来のナノペーパーは、透気性や皮膚密着性に乏しいため、スキンエレクトロニクスへの応用は未開拓であった。

そこで本研究では、ナノペーパー内部のポラス構造設計による透気性と皮膚密着性の向上、および、スキンエレクトロニクスへの応用を試みた(Fig. 1)。まず、アルコール溶媒置換法によりナノセルロースのパッキングを抑制し、ポラス構造を有するナノペーパー(ポラスナノペーパー)

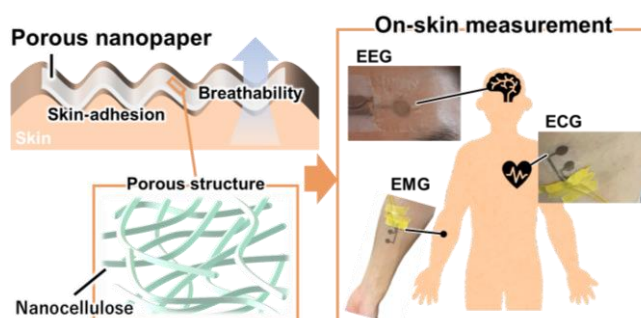


Fig. 1 Schematics of the porous nanopaper with skin-adhesion and -breathability, and its applications for on-skin biosignal measurements.

を調製した。得られたポラスナノペーパーは、空隙率の増加により透気性が向上した。また、ナノセルロースネットワーク構造によって皮膚しわへの追従性が発現し、皮膚密着性も向上した。結果、ポラスナノペーパーは従来のスキンエレクトロニクス用基材と比べても優れた透気性(水蒸気透過率: $2912 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)と皮膚密着性(保持力: 2.3 N cm^{-2})を示した。また、人肌に4時間以上貼付可能で、皮膚の座屈状態からリラックス状態の繰り返しにも100回以上耐えることができた。被験者20名の皮膚に24時間貼付後、1例も皮膚への刺激が見られなかったことから、皮膚適合性も確認できた。さらに、ポラスナノペーパーに真空蒸着で金電極を実装して、人の脳電(EEG)、心電(ECG)および筋電(EMG)信号を計測することに成功した。金電極を実装したポラスナノペーパーは、 $160^\circ\text{C} \cdot 2 \text{ h}$ の加熱滅菌やエタノール滅菌後にも生体信号計測でき、繰り返し使用も可能であった。以上の結果から、ポラスナノペーパーは、環境にも人にも優しいスキンエレクトロニクスを実現する新基材として期待できる。

参考文献 1. Liu, et al., *ACS Nano*, 11,9614 (2017); 2. Jiang, F.; et al. *Adv. Mater.* 30, 1703453 (2018).

謝辞 本研究は日本学術振興会・特別研究員奨励費(21J21971), JST 創発的研究支援事業(JPMJFR2003, JPMJFR2022)の助成を受けたものである。