

## PRESS RELEASE

配信先：大学記者会（東京大学） 文部科学記者会 科学記者会

2026 年 7 月 16 日

東京大学

慶應義塾大学

科学技術振興機構（JST）

# ウェアラブルデバイスは「見えない」時代へ ——見ても触ってもわからないステルス皮膚電極を開発——

## 発表のポイント

- ◆極薄の伸縮性電子材料を用いて、顔に貼っても見ても触ってもわからない「ステルス皮膚電極」を開発しました。
- ◆顔に電極を貼ることで生じる見た目の違和感や心理的な負担をなくし、より自然な状態で生体信号を測定できることを実証しました。
- ◆将来的には、目の動きや表情、脳の活動を日常生活の中でさりげなく読み取ることで、心理状態や認知状態の理解、ヘルスケア、スマートフォン・AR/VR 機器などの新しい操作方法への応用が期待されます。



見ても触ってもわからないステルス皮膚電極

## 概要

東京大学 生産技術研究所 松久直司准教授（本務：同大学先端科学技術研究センター 准教授）、同大学大学院工学系研究科の劉怡君 博士課程（研究当時）と、慶應義塾大学、ソウル大学校、VTT Technical Research Centre of Finland、芝浦工業大学、国立病院機構南京都病院、大正大学らによる研究グループは、顔に貼っても見えず、触っても認識できない「ステルス皮膚電極」の開発に成功しました。

従来の顔用電極は、装着していることが明らかなため、見た目の違和感や心理的な負担を生じ、日常生活での使用を妨げる要因となっていました。本研究では、極薄の伸縮性電子材料と光の反射を皮膚に近づける設計により、皮膚になじむ電極を実現しました。さらに、装着者本人や周囲の人が電極を認識できないこと、心理状態への影響を抑えられることを実験的に確認しました。本電極により、眼球運動、表情筋、脳波などを自然な状態で計測でき、心理状態や認知状態の理解、スマートフォン・AR/VR 機器などの新しい操作方法への応用が期待されます。

## 発表者コメント：松久 直司 准教授の「もしかする未来」



顔にデバイスを装着した際に感じた違和感をきっかけにこの研究が始まりました。材料開発から電気・光学特性計測、生体計測、心理学実験まで、非常に学際的なアプローチで「見えない」ことを実証できたことは学術的意義が深いと思います。今後、我々の生活を目立たずそっと支えるウェアラブルデバイス技術の進展と、街中で歩いているときや友人や家族と会話しているときなどの、日常生活の中での心理状態の解明などに研究を発展させていきたいと思っています。

松久直司准教授 研究者プロフィール：

<https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/research/staff/naoji-matsuhisa/>

## 発表内容

ウェアラブルデバイスは、体に装着して生体情報を連続的に測定できる技術として、医療・ヘルスケアや情報端末（スマートフォンやコンピュータなど）を操作するインターフェースへの応用が期待されています。特に顔は、眼球運動、まばたき、表情筋、脳波など、人の心理状態や認知状態、機器操作に関わる多くの情報を含む重要な部位です。一方で、顔は社会的コミュニケーションの中心でもあります。従来の顔用電極は、貼っていることが周囲から見えやすく、装着者に見た目の違和感や心理的な負担を与えるため、日常生活の中で自然に使うことが難しいという課題がありました。

本研究グループは、この課題を解決するため、見ても触っても認識できない「ステルス皮膚電極」を開発しました（図1）。開発した電極は、極薄の伸縮性電子材料からなる光学調整層と、透明で導電性を持つ銀ナノワイヤ電極層で構成されています。我々の皮膚は光をやわらかく反射しますが、従来の透明フィルムは表面が滑らかなため、皮膚上でテカリが生じて目立ってしまいます。本研究では、酸化チタンナノ粒子を含む約200ナノメートル厚の極薄膜を用いることで、皮膚に近い光の反射と触感を実現しました（図2）。

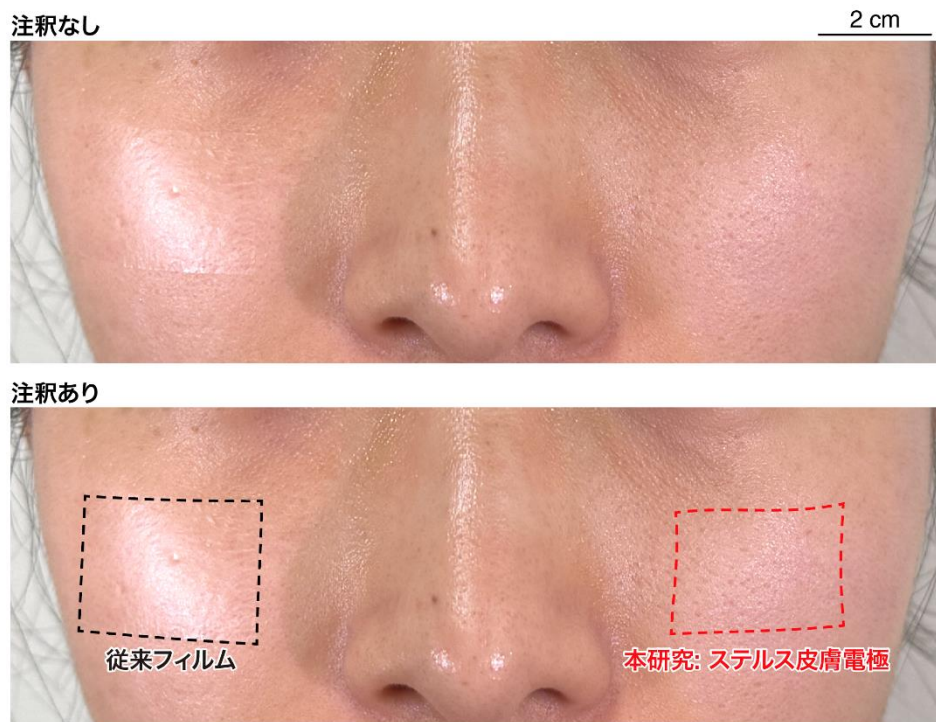


図1：ステルス皮膚電極写真。上下で同じ写真（上は注射なし、下は注射あり）。

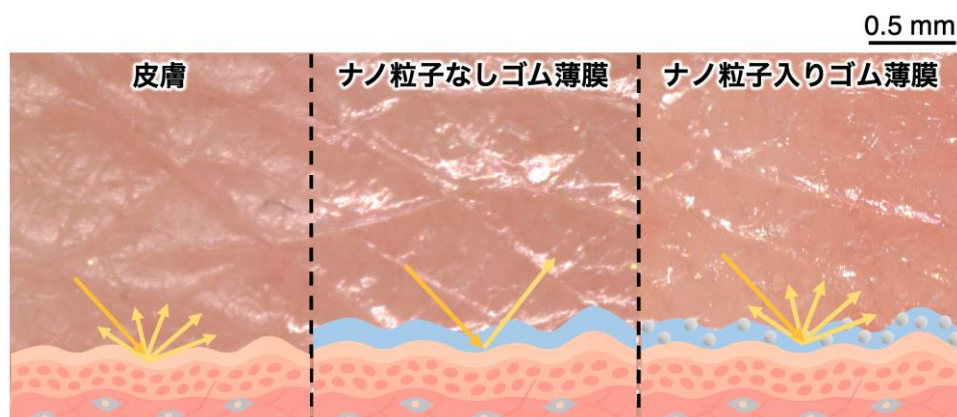


図2：見ても触っても分からないステルス性発現のメカニズム。

酸化チタンナノ粒子をゴム薄膜に混合することで、テカりのない皮膚本来のやわらかい光の反射を再現。

開発したステルス皮膚電極を顔に貼付したところ、装着者本人および周囲の観察者のいずれも、視覚的・触覚的に電極を認識できないことが確認されました。また、従来のゲル電極では、顔に電極を貼っている自分の写真を見ることで脳波応答や心理状態に変化が生じましたが、ステルス皮膚電極ではそのような変化は見られませんでした。これにより、電極の「見た目」が測定対象である心理状態そのものに影響してしまう問題を抑えられることが示されました。

さらに本研究では、ステルス皮膚電極を用いて、眼球運動やまばたきに由来する眼電図（注1）、咀嚼や顎の動きに由来する筋電図（注2）、閉眼時に現れる脳波（注3）のアルファ波を測定できることを実証しました。これらの信号を同時取得するために顔に多数電極を取り付けると、従来のゲル電極では視覚的に非常に目立ってしまいましたが、ステルス皮膚電極ではほとんど見た目は変わりませんでした（図3）。実際の眼球運動の計測では、市販ゲル電極と同等の信号対雑音比が得られ、歩行や会話を含む12時間にわたる日常的な動作中でも安定した計測が可能でした。



図3：顔面に多数電極を配置する様子。（左）従来のゲル電極を用いた場合。（右）開発したステルス皮膚電極を用いて左と同じ配置で電極を貼付した場合。

本成果は、ウェアラブルデバイスを「身につけるもの」から「身につけていることを感じさせないもの」へと発展させる技術です。将来的には、日常生活の中で目の動き、表情、脳の活動をさりげなく読み取り、心理状態や認知状態の理解、ヘルスケア、スマートフォン・AR/VR 機器などの新しい操作方法への応用が期待されます。

## 発表者・研究者等情報

東京大学

生産技術研究所情報・エレクトロニクス系部門

松久 直司 准教授

本務：同大学 先端科学技術研究センター極小デバイス理工学分野 准教授

兼：同大学 生産技術研究所ダイセル人を繋ぐエレクトロニクス寄付研究部門 特任准教授

兼（研究当時）：慶應義塾大学理工学研究科総合デザイン工学専攻 客員准教授

大学院工学系研究科

劉 怡君 博士課程（研究当時）

現：北海道大学 大学院情報科学研究院 助教

慶應義塾大学

慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート（KGRI）

浅井 誠 特任教授

理工学部機械工学科

加藤 健郎 教授

高橋 英俊 准教授

大正大学人間学部人間科学科

荒尾 弘史 教授

国立病院機構南京都病院

諏訪園 秀吾 医師

芝浦工業大学システム理工学部情報課程メディアコース

浅野 裕俊 教授

VTT Technical Research Centre of Finland

ベフアー モハメドホセイン シニア研究員

ソウル大学校化学科

カン ジヒョン 准教授

## 論文情報

雑誌名：Science Advances

題 名：Reduction of appearance artifacts in wearable on-skin electronics



著者名 : Yijun Liu, Soutaro Ito, Takeo Kato, Liren Wang, Yicheng Zhu, Séverine De Mulatier, Hiroshi Arao, Shugo Suwazono, Hirotoshi Asano, Yuanyuan Zhou, Hinata Mitomo, Huimin Gong, Ohga Nomura, Gakuto Kagawa, Natsumi Watanabe, Mohammad H. Behfar, Yoshinori Kuroiwa, Tetsu Tatsuma, Yusuke Sugano, Hidetoshi Takahashi, Makoto Asai, Jiheong Kang, Naoji Matsuhisa\*

DOI: 10.1126/sciadv.aee6417

URL: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aee6417>

## 注意事項（解禁情報）

日本時間 7 月 16 日午前 3 時（米国東部夏時間：15 日 14 時）以前の公表は禁じられています。

## 研究助成

本研究は、東京大学生産技術研究所ダイセル人を繋ぐエレクトロニクス寄付研究部門、JST 戦略的創造研究推進事業 さきがけ（JPMJPR20B7）、JST 創発的研究支援事業（JPMJFR234E）、JST 先端国際共同研究推進事業（ASPIRE）（JPMJAP2336、JPMJAP2510）、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）（JPMJSP2108）、JSPS 科研費（JP25KF0028, JP23K26136, JP25K16018）、慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート 2040 独立自尊プロジェクト（2040PJ）、韓国 NRF（RS-2024-00402972）、村田学術振興・教育財団、JKA 財団の支援により実施されました。

## 用語解説

（注 1） 眼電図（Electrooculogram, EOG）

眼球運動に伴って発生する電気信号。眼電図を用いて視線推定することもでき、ヒューマンマシンインターフェースとして用いることができる他、病理診断にも応用できる。

（注 2） 筋電図（Electromyogram, EMG）

筋肉の活動に伴って発生する電気信号。顔の筋電図取得は咀嚼のリハビリテーションや表情推定などに役立つ。

（注 3） 脳波（Electroencephalogram, EEG）

脳活動に伴って発生する微弱な電気信号。念じることで操作できるヒューマンマシンインターフェースとして応用したり、心理状態の計測、脳に関係する病気の早期発見に用いたりできる。

## 問合せ先

〈研究に関する問合せ〉

東京大学生産技術研究所

准教授 松久 直司（まつひさ なおじ）

Tel : 03-5452-6293 E-mail : [naoji@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:naoji@iis.u-tokyo.ac.jp)

研究室 WEB サイト : <https://www.naojimatsuhisa.com/>

〈機関窓口〉

東京大学 生産技術研究所 広報室

Tel : 03-5452-6738 E-mail : [pro@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:pro@iis.u-tokyo.ac.jp)

東京大学 先端科学技術研究センター 広報広聴・情報支援室  
Tel : 03-5452-5424 E-mail : [press@rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:press@rcast.u-tokyo.ac.jp)

慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート (KGRI)  
Tel : 03-5427-1702 E-mail : [kgri-pr@adst.keio.ac.jp](mailto:kgri-pr@adst.keio.ac.jp)  
WEB サイト : <https://www.keio.ac.jp/ja/org/kgri/>

科学技術振興機構 広報課  
Tel : 03-5214-8404 E-mail : [jstkoho@jst.go.jp](mailto:jstkoho@jst.go.jp)

〈JST 事業に関すること〉  
科学技術振興機構 創発的研究推進部  
加藤 豪 (かとう ごう)  
Tel : 03-5214-7276 E-mail : [souhatsu-inquiry@jst.go.jp](mailto:souhatsu-inquiry@jst.go.jp)