

超柔軟なセンサーを用いて、顔の細やかな動きの正確な計測に成功
～喜怒哀楽などの表情変化の計測システムへの応用が期待～

1. 発表者：

染谷 隆夫（東京大学 大学院工学系研究科 研究科長・教授／
理化学研究所 染谷薄膜素子研究室 主任研究員／
理化学研究所 創発物性科学研究センター チームリーダー）
王 燕（東京大学 大学院工学系研究科 特任研究員）

2. 発表のポイント：

- 柔らかい歪センサーを顔に装着することで、皮膚の本来の動きを阻害せずに、顔の細やかな歪みを多点で正確に計測することに成功した。
- 開発したセンサーは、数層のナノファイバーからなるナノメッシュ構造を用いることで、柔軟性を保ちつつ顔の歪で壊れない機械的耐久性を実現した。
- 今後、喜怒哀楽などの表情変化を読み出すことが可能なウェアラブルデバイスへの応用が期待される。

3. 発表概要：

東京大学大学院工学系研究科 研究科長の染谷隆夫教授と王燕特任研究員らは、顔に貼り付けた際に、顔の細やかな動きに影響を与えない超柔軟な歪センサーの開発に成功しました。このセンサーは、数層のポリウレタンナノファイバー（注1）を非常に薄いジメチルポリシロキサン（注2）で強化することで、柔軟性を保ちつつ、歪で壊れない機械的な耐久性を実現しています。その結果、皮膚に絆創膏のように貼り付けても、皮膚の本来の動きを阻害することなく、皮膚の歪の大きさを計測することができます。実際、ナノメッシュセンサーを顔に貼り付けることで、発声時における皮膚の伸縮を多点で正確に計測することに成功しました。今後、顔に多点で貼り付けることで、喜怒哀楽などの表情を読み取ることが可能なウェアラブルデバイスへの応用が期待されます。

本研究成果は、2020年8月11日（米国時間）に米国科学誌「Science Advances」のオンライン版で公開されました。

本成果は、以下の事業・研究プロジェクトによって得られました。

JST 未来社会創造事業 探索加速型（本格研究 ACCEL 型）

研究開発課題： 「スーパーバイオイメジャーの開発（JPMJMI17F1）」

研究代表者： 染谷 隆夫（東京大学 大学院工学系研究科 教授）

プログラムマネージャー： 松葉 頼重（科学技術振興機構）

研究期間： 2017年3月～2022年3月

4. 発表内容：

近年、ウェアラブルデバイスのような新技術による生体情報の取得とその活用への期待が高まっています。生体のように柔らかく、かつ常に運動しているものが測定対象の場合、生体情報を正確に計測するために、センサーそのものを柔らかく、伸びる素材で作ることが重要です。さらに、表情のように皮膚の細やかな変化を計測するためには、わずかな皮膚の伸縮によって生じる非常に弱い力でも自由に変形できる超柔軟なセンサーが求められていました。しかし、柔軟さと機械的耐久性を両立することは困難であるため、皮膚のわずかな変化を本来の伸縮に影響を与えずに、正確に計測できる手法はありませんでした。

本研究グループは、電気紡糸法（注3）にて形成した数層のポリウレタンナノファイバーを非常に薄いジメチルポリシロキサンで強化することで、超柔軟性と高い耐久性を両立したナノメッシュ型歪センサーを開発しました（図1、2）。センサーは超軽量（0.012 mg/cm²）で、非常に薄いため（430 ナノメートル）、皮膚に密着し、皮膚の伸縮を正確に計測することができます。その結果、皮膚の本来の動きに影響を与えずに、歪の変化を定量的に計測することが可能になります。実際に、開発したナノメッシュセンサーを顔に貼り付けることで、発声時における皮膚の伸縮を多点で計測することに成功しました（図3）。センサーを貼りつけた際の伸縮量は、センサーを貼りつけていない場合と同等の伸縮量となっており、皮膚の伸縮に影響を与えずに正確な計測ができることを確認しました。さらに、センサーは高い機械的耐久性を有し（60%伸長を5000回繰り返しても3%以下の抵抗変化）、長期における歪の計測が可能です。実際に、皮膚に8時間貼り続けた後にも、皮膚の伸縮を正確に計測することに成功しました。今後、皮膚への負荷を与えずに生体情報を計測することを利用し、喜怒哀楽などの表情を読み取ることが可能なウェアラブルデバイスへの応用が期待されます。

本研究成果は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）未来社会創造事業探索加速型（本格研究 ACCEL 型）（JPMJMI17F1）の支援を得て進められました。

5. 発表雑誌：

雑誌名：「Science Advances」（8月11日、オンライン版）

論文タイトル：A durable nanomesh on-skin strain gauge for natural skin motion monitoring with minimum mechanical constraints. Science Advances 6, eabb7043 (2020).

著者：Yan Wang, Sunghoon Lee, Tomoyuki Yokota, Haoyang Wang, Zhi Jiang, Jiabin Wang, Mari Koizumi, and Takao Someya*

6. 問い合わせ先：

<研究に関すること>

東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻

教授 染谷 隆夫（そめや たかお）

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<報道担当>

東京大学 大学院工学系研究科 広報室
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

7. 用語解説：

(注1) ポリウレタンナノファイバー

ゴムのような弾力を持つポリウレタンをナノメートル（10億分の1メートル）寸法の繊維にしたもの。口述する電界紡糸法にて形成される。

(注2) ジメチルポリシロキサン

シリコーンゴムの一種。ポリウレタンより柔らかく、伸縮時における応力を緩和することができる。

(注3) 電界紡糸法（エレクトロスピンニング法）

溶解した材料から紡糸する手法。細く尖ったノズルに高電圧をかけて液状の材料を噴出させることによって、直径がナノ寸法のファイバーを作ることができる。

8. 添付資料：

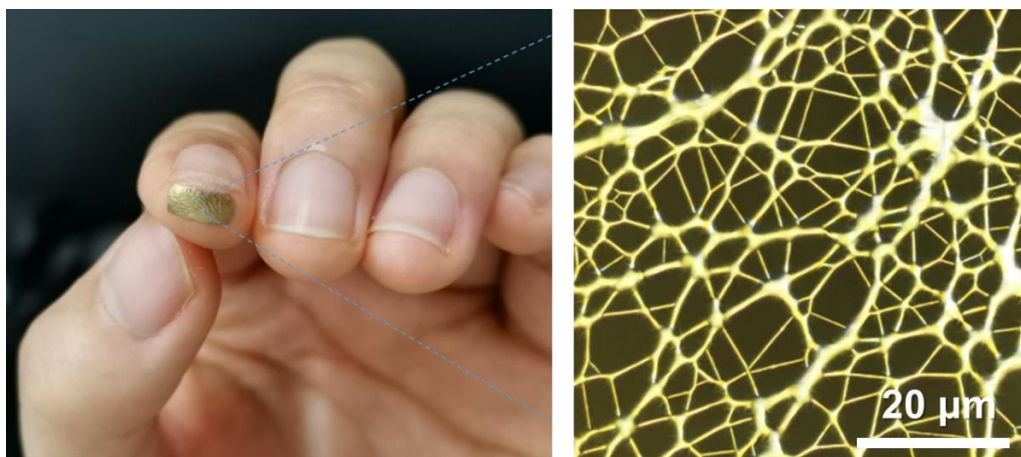


図1 指の先に貼り付けたナノメッシュ歪センサー（左）と拡大図（右）。

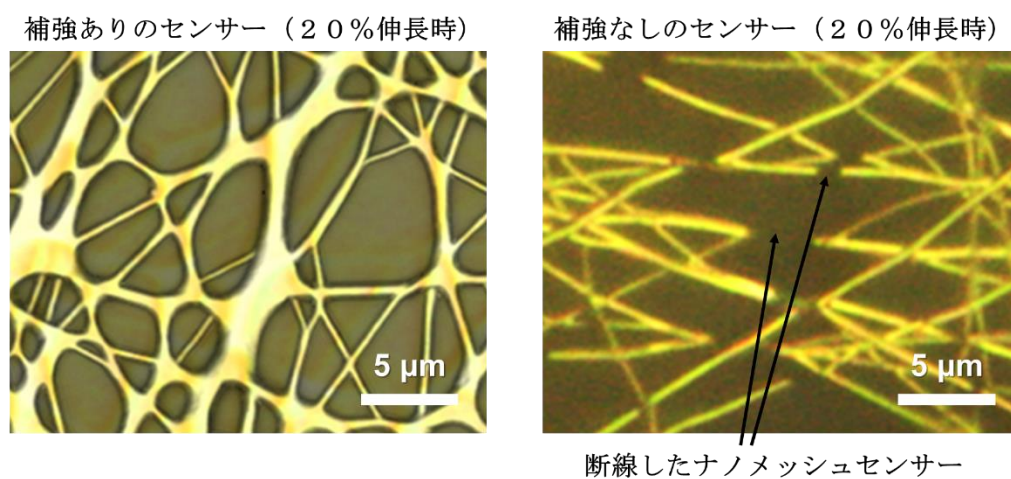


図2 ジメチルポリシロキサンによる補強あり（左）と補強なし（右）ナノメッシュセンサー。ジメチルポリシロキサンで補強することで、伸縮における機械的耐久性を向上できる。

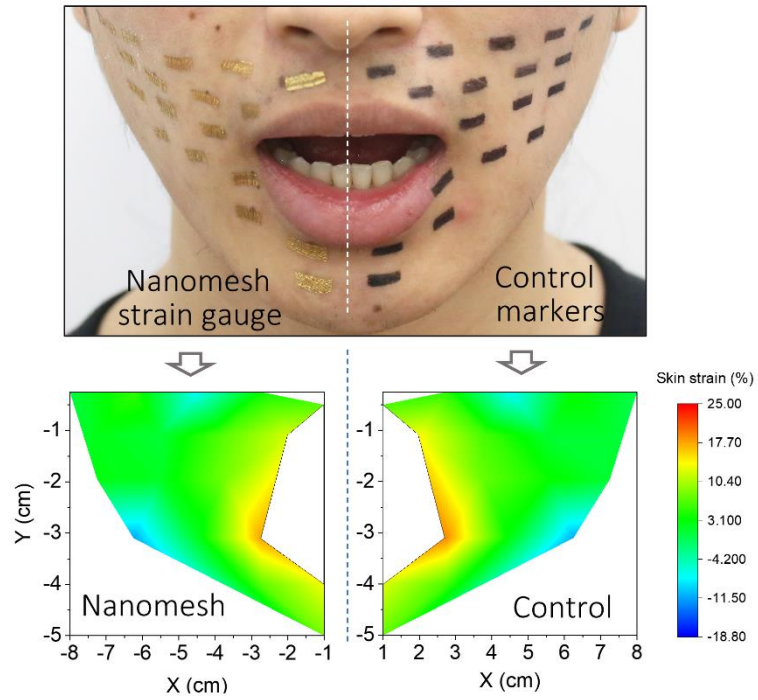


図3 発声時における皮膚伸縮の多点計測。センサーを貼りつけた際の伸縮量（左）は、センサーを貼りつけていない場合（右）と同等の伸縮量となっている。