

国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科
記者発表会
平成28年1月22日



曲げても正確に測れる圧力センサー の開発に成功

～ ゴム手袋など柔らかな曲面上に
装着しての計測が可能に～

染谷隆夫(東京大学大学院工学系研究科 教授)
リー・ソンウォン(東京大学大学院工学系研究科 博士研究員)

記者発表会の内容

研究成果は、英国科学雑誌「Nature Nanotechnology」オンライン速報版にて

2016年1月25日16:00(英国時間)

に出版されます。

報道解禁日は、

(テレビ、ラジオ、WEB) : 2016年1月26日(火)午前1時(日本時間)

(新聞) : 2016年1月26日付朝刊

となります。

- (1) フレキシブル圧力センサーの概要
- (2) 研究開発の背景・意義・展望
- (3) 質疑応答

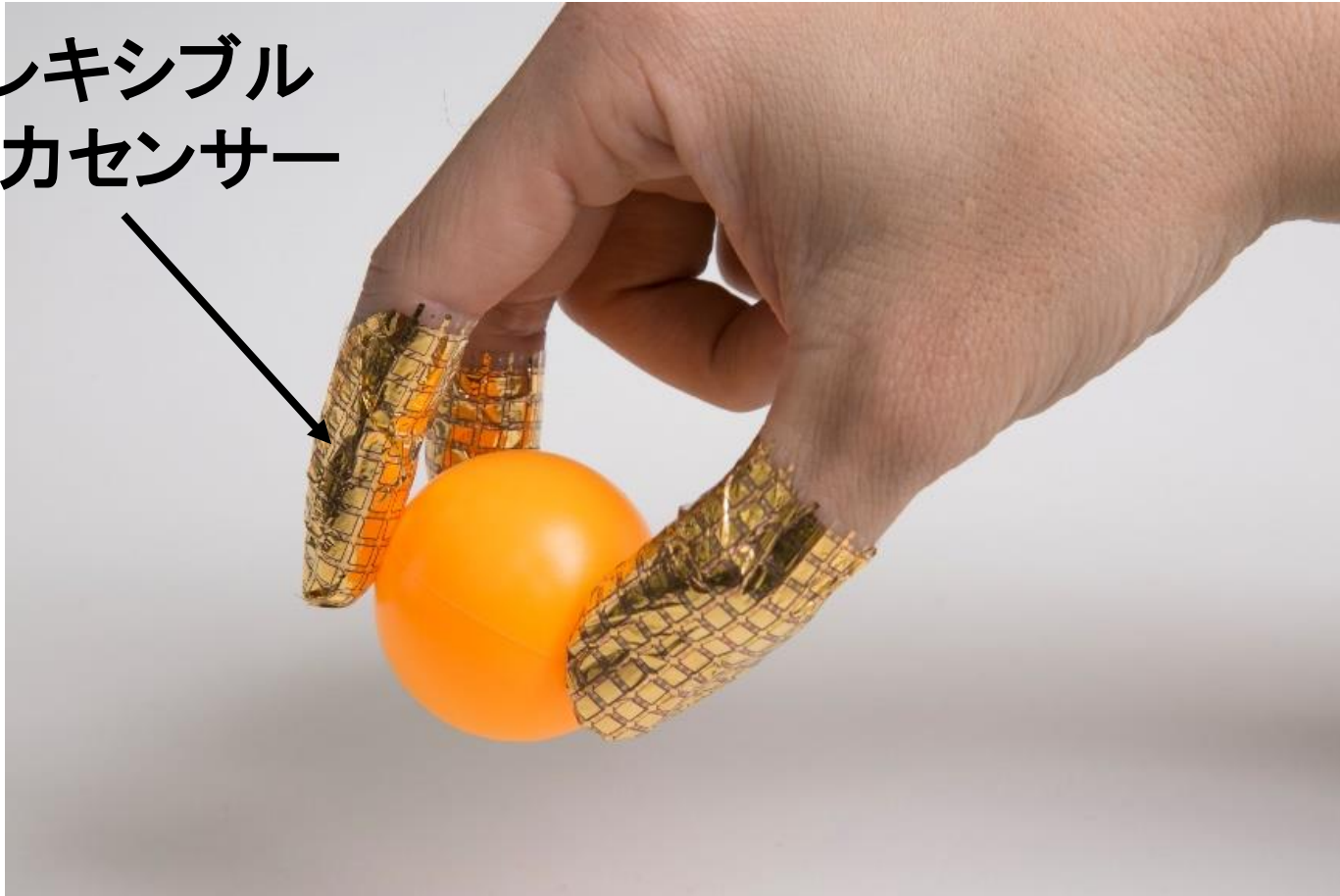
会見終了後、デバイスの写真撮影の時間を設けます。

概要

- 東京大学大学院工学系研究科染谷隆夫教授、リー・ソンウォン博士研究員らの研究グループは、世界で初めて、曲げても性質が変化しないフレキシブル圧力センサーの作製に成功した。
- 本研究グループは、ナノファイバーを用いることによって、曲げても正確に測れる圧力センサーを実現した。今回開発した圧力センサーは、半径80マイクロメートルまで折り曲げても、圧力センサーとしての性質が変化せず、膨らませた風船のように柔らかい曲面上でも圧力の分布を正確に計測することができた。
- 本研究成果を活用し、ゴム手袋など柔らかかな曲面上に本センサーを装着して圧力を測定することが可能になり、感覚に頼っていた触診をセンサーで定量化するデジタル触診など、ヘルスケア、医療、福祉など多方面への応用が期待される。

フレキシブル圧力センサー

フレキシブル
圧力センサー

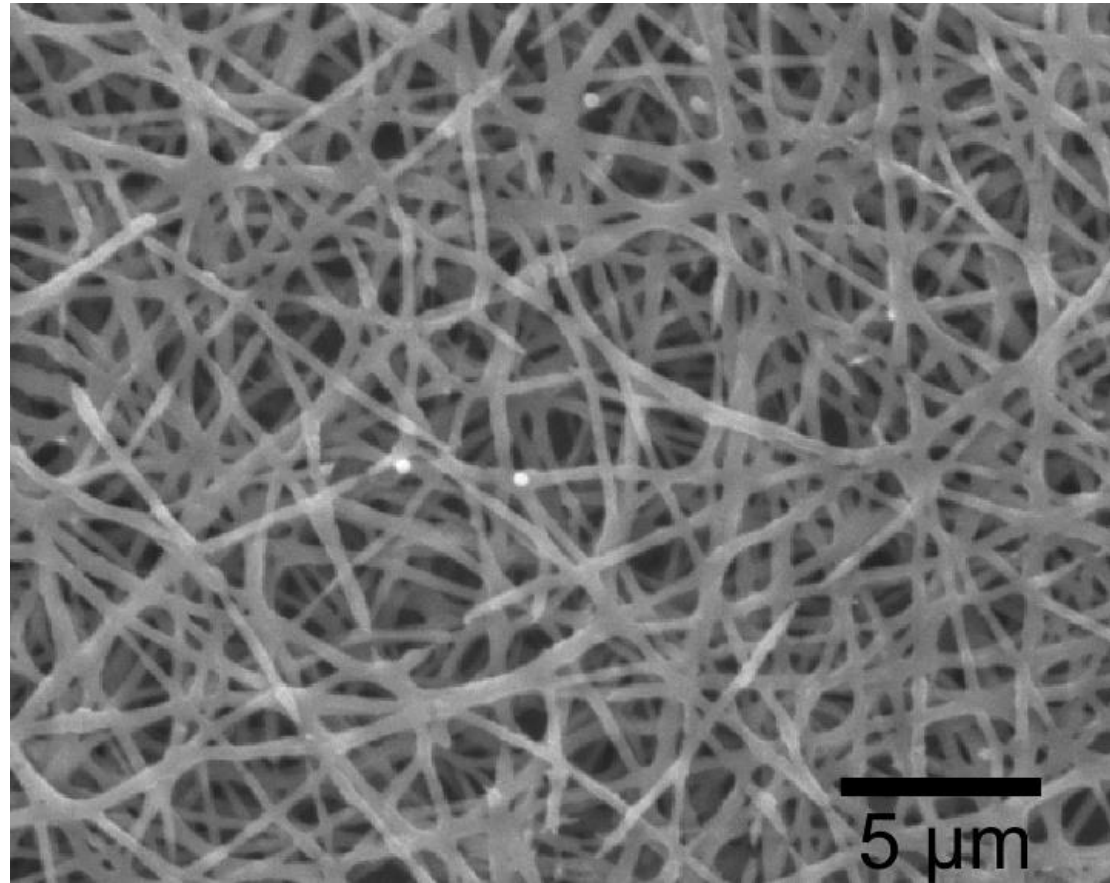


- ✓ 曲げても性質が変化しない
- ✓ 世界最高感度

フレキシブル圧力センサーの概要

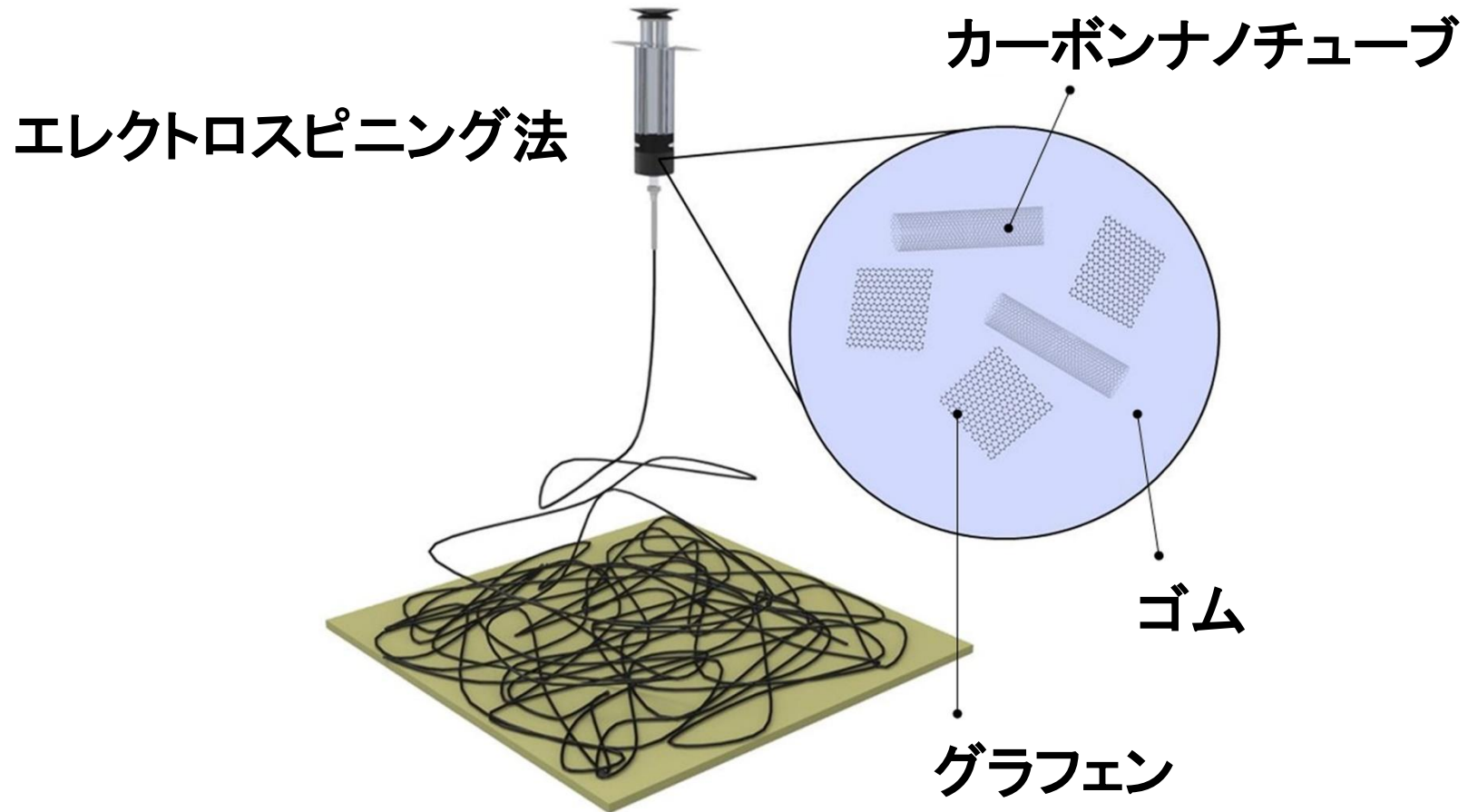
- **薄型** 厚さ 3.4マイクロメートル(含基材)
- **軽量** 重さ 50ミリグラム/m²
- **フレキシブル** 最小曲率半径 80マイクロメートル
- **透明** 光透過率 90%
- **高感度** 圧力変化 0→70Pa: 抵抗変化は2桁
圧力変化 0→600Pa: 抵抗変化は6桁以上
- **高速応答** 応答時間 20ミリ秒(圧力を加える)
5ミリ秒(圧力をなくす)
- **高耐久性** 使用回数 3,000回以上

感圧ナノファイバー



ナノファイバーの直径: 300 ~ 700 nm

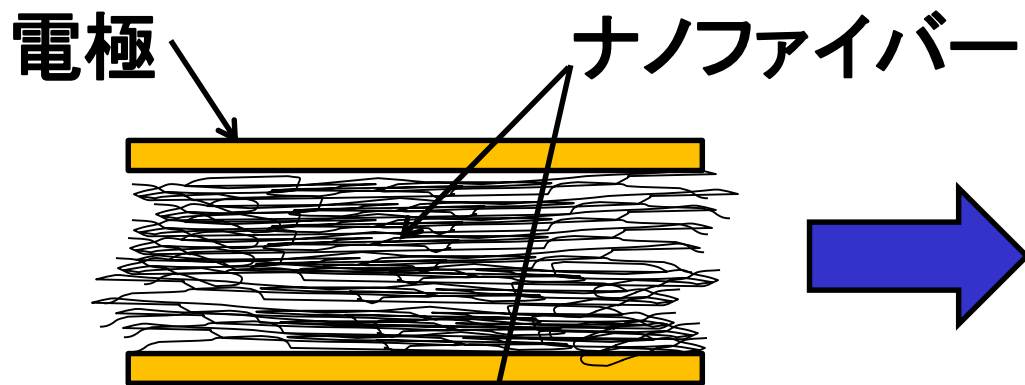
感圧ナノファイバーの作製方法



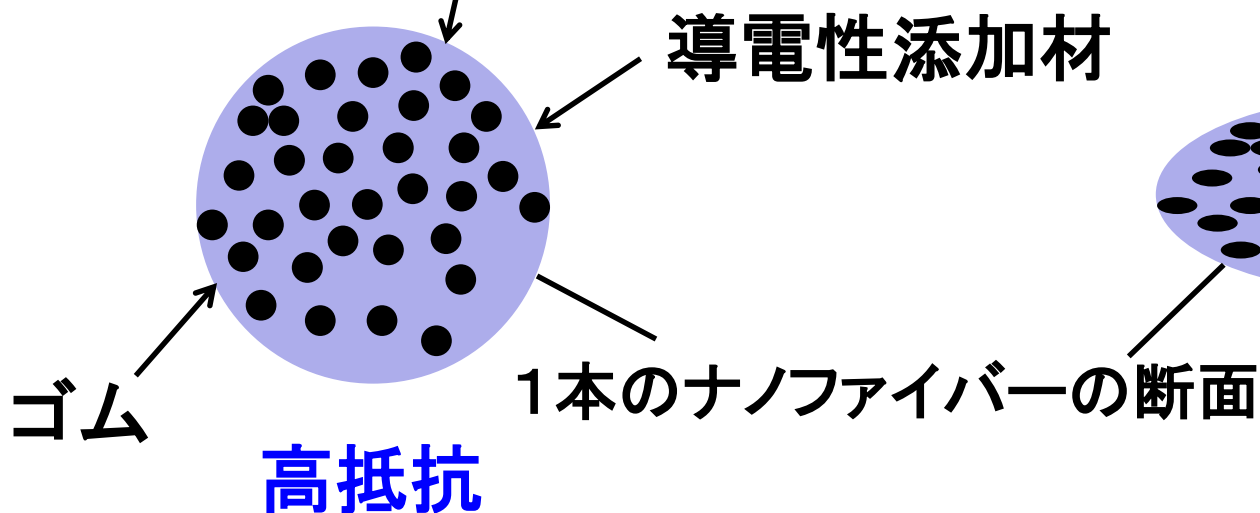
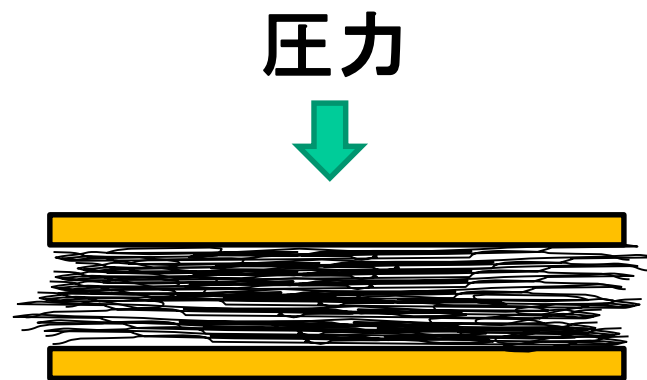
エレクトロスピニング法: 溶解した材料から紡糸(スピニング)する手法。細くとがったノズルに高電圧をかけて液状の材料を噴き出させることによって、直径がナノ寸法のナノファイバーを作ることができる。

フレキシブル圧力センサーの原理

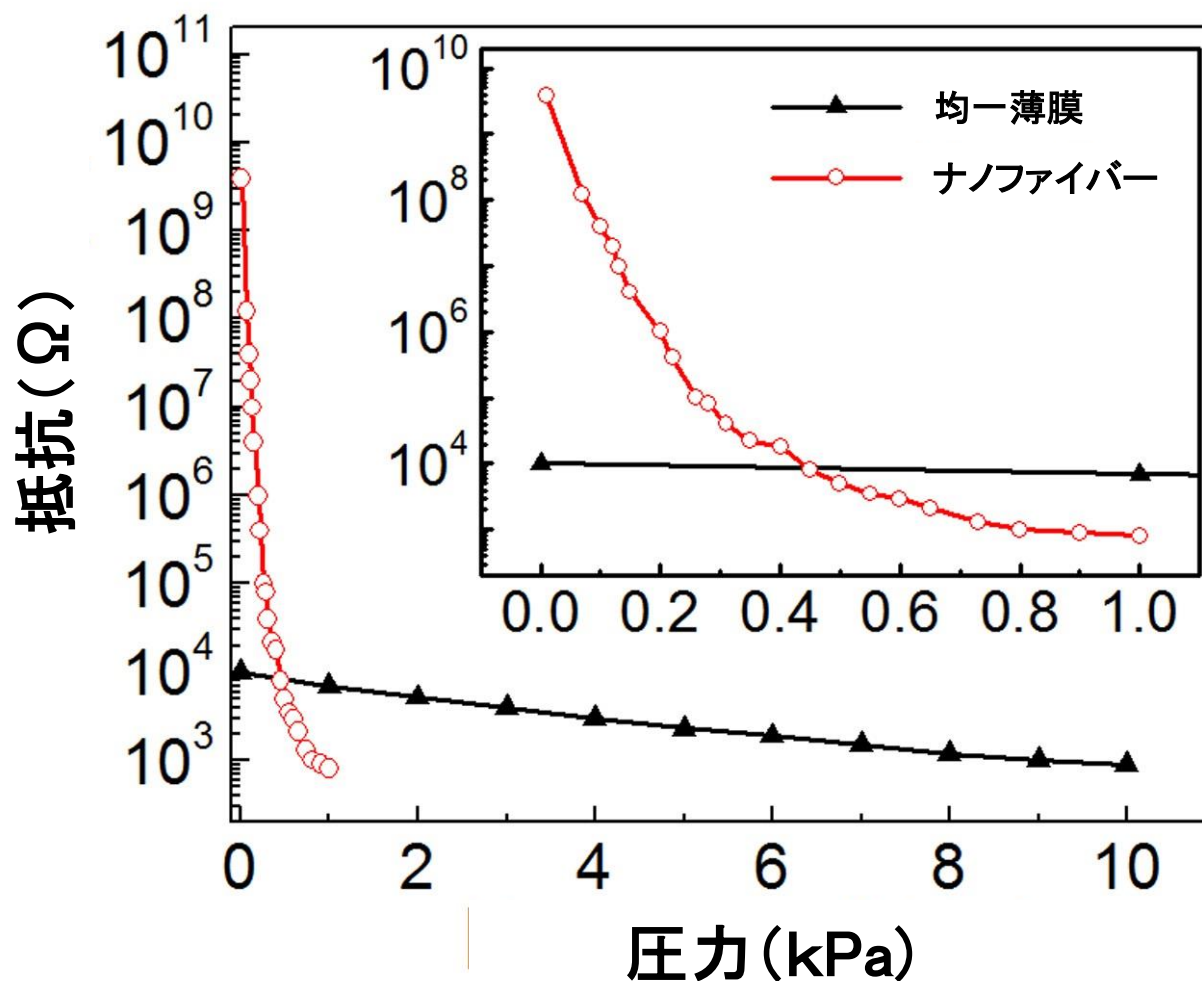
圧力印加なし



圧力印加あり

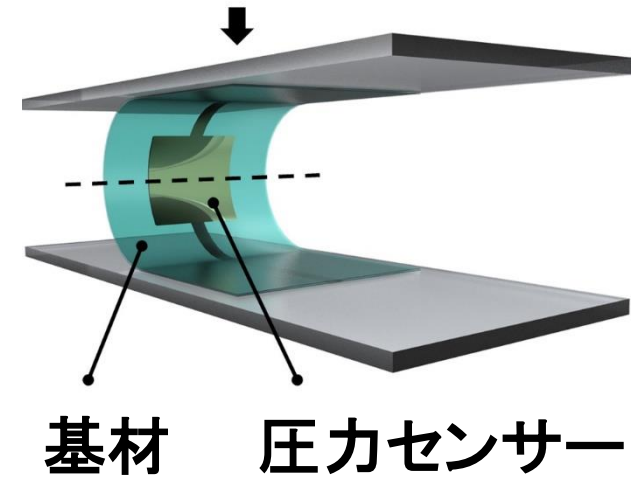
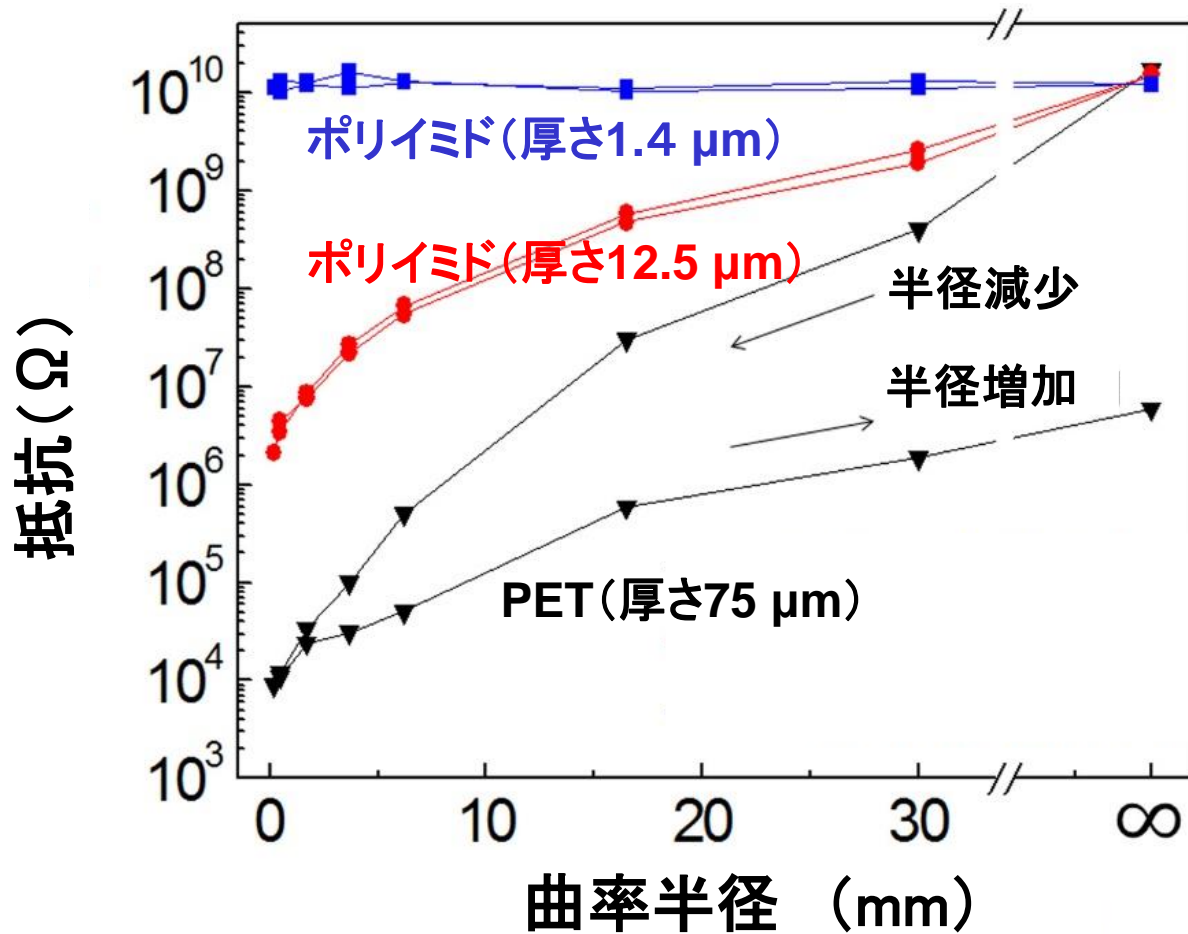


圧力センサーの抵抗変化



圧力変化 0→70Pa: 抵抗変化は2桁
圧力変化 0→600Pa: 抵抗変化は6桁以上

曲げても性質が変わらない圧力センサー

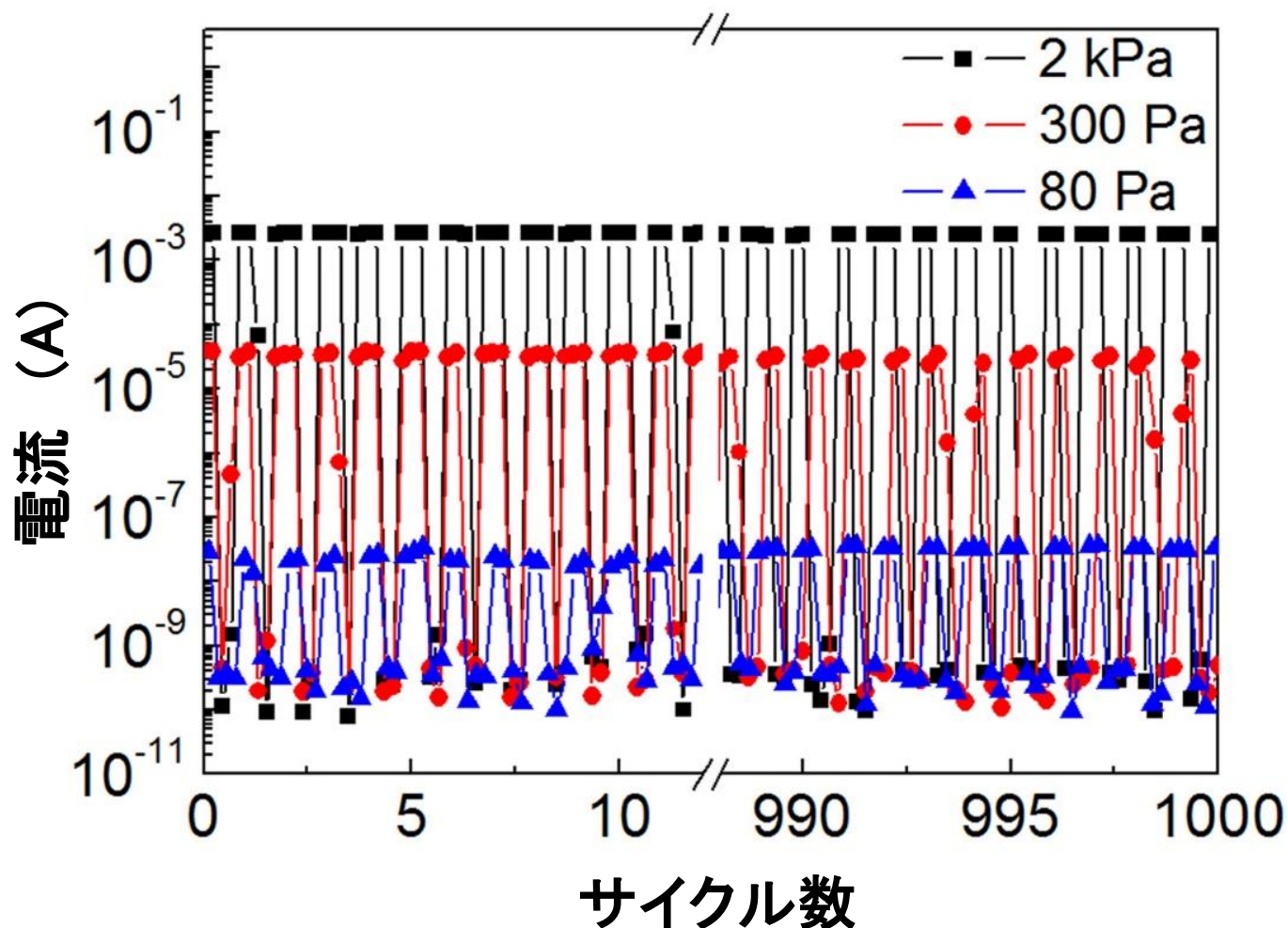


ポイント

- ① 基材の薄膜化
- ② ナノファイバーで薄膜化

高耐久性

繰り返しの圧力印加試験



使用回数3,000回以上

フレキシブル圧力センサーの実証実験

(1) 風船上で多点の圧力計測

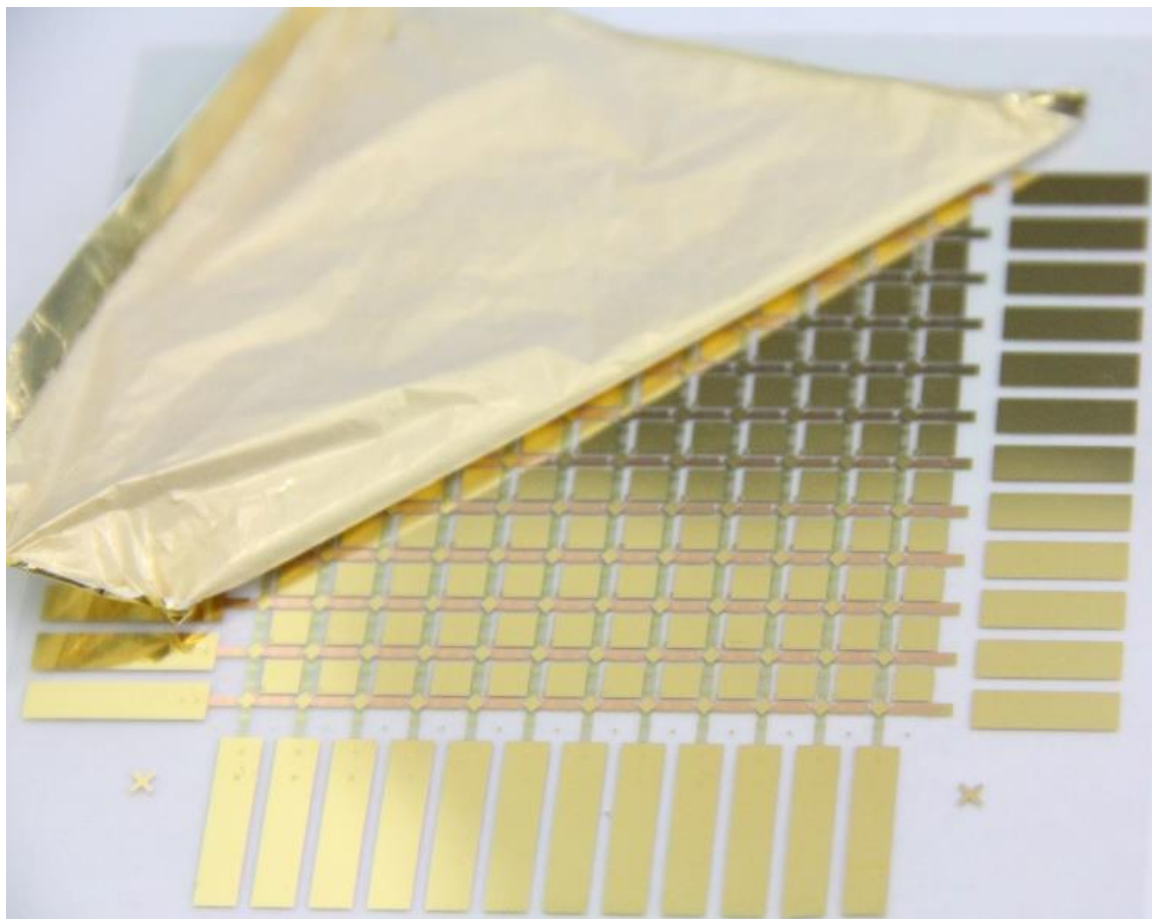
- 有機トランジスターアクティブマトリックスと組み合わせることで、大面積で圧力分布(多点)を計測

(2) 人工血管上での圧力計測

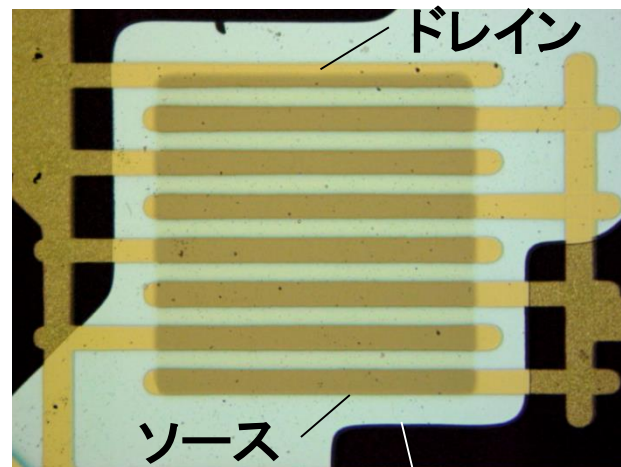
- 人工血管の表面に貼り付けることで、脈動による圧力変化を計測

フレキシブル多点(12×12)圧力センサー

多点センサーの写真



トランジスターの拡大写真



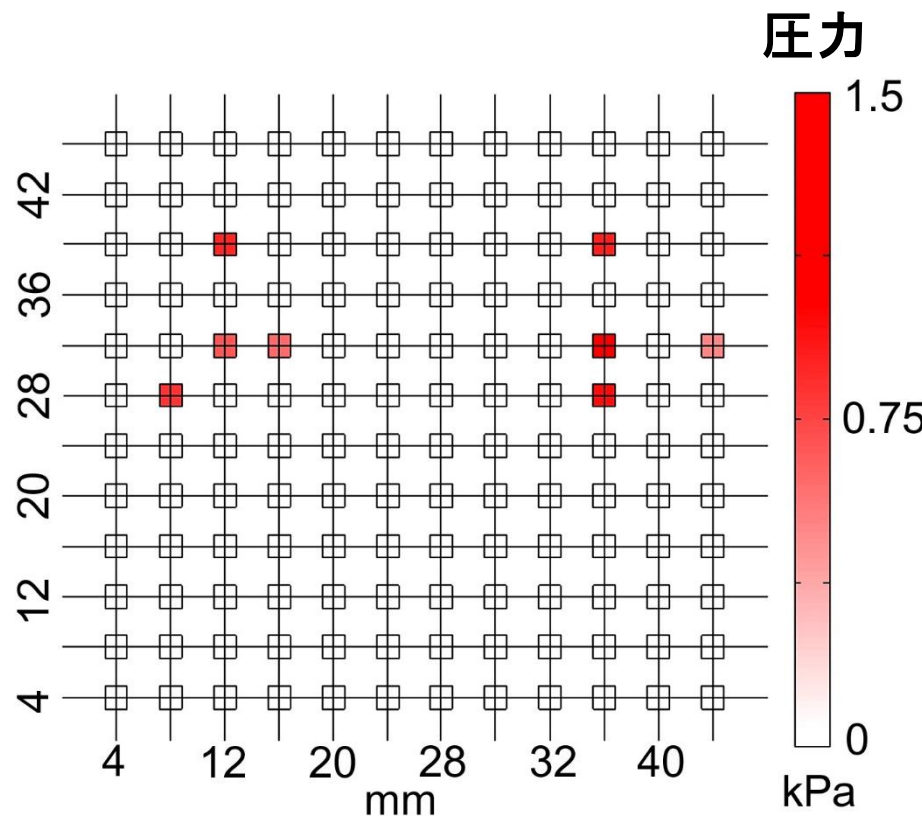
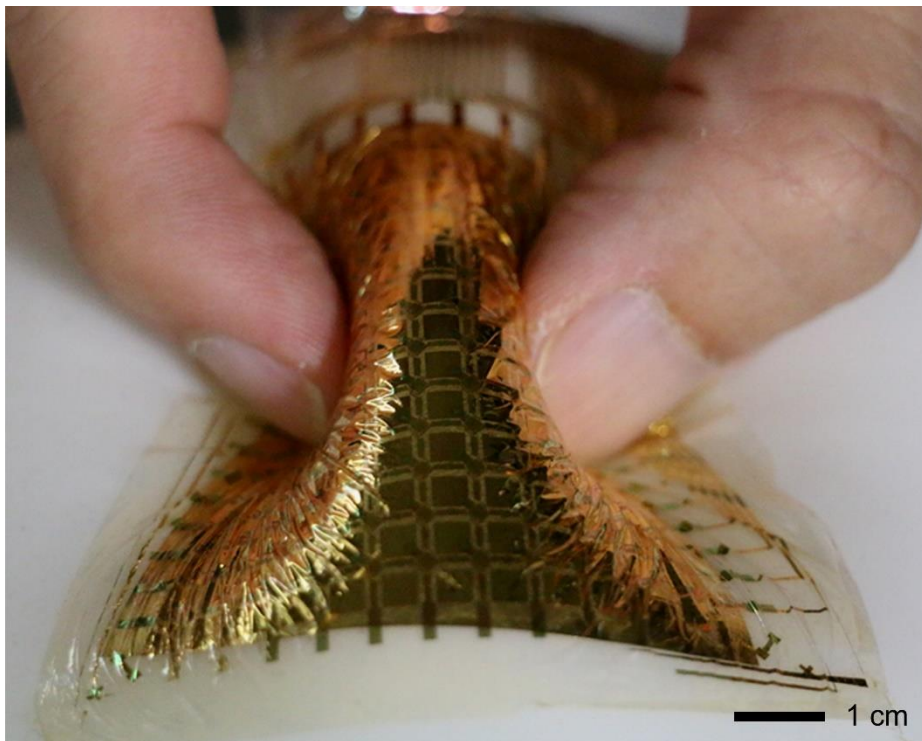
仕様

- ①測定点: 12×12
- ②解像度: 4 mm
- ③面積: 48×48 mm²

多点センサーによる圧力分布の可視化

風船を大きく変形させながら圧力計測

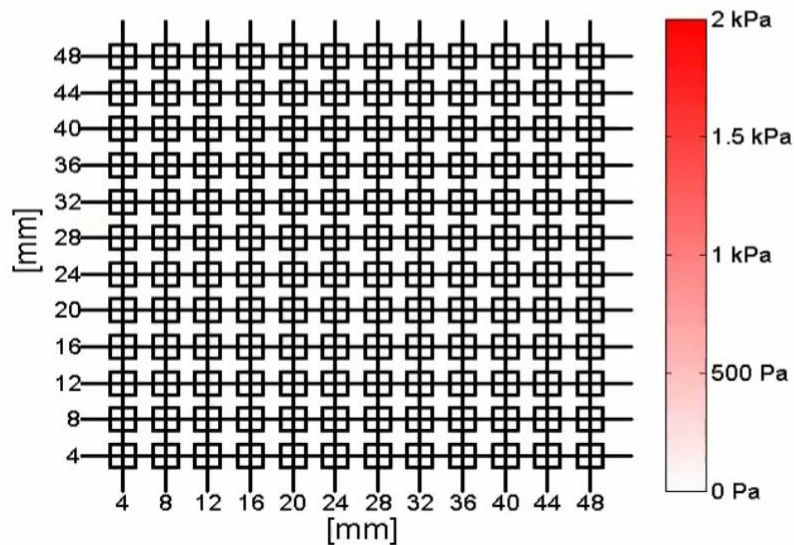
フレキシブル多点(12×12)圧力センサーの性能実証



柔らかい物体が大きく変形しても、圧力分布の計測が可能。

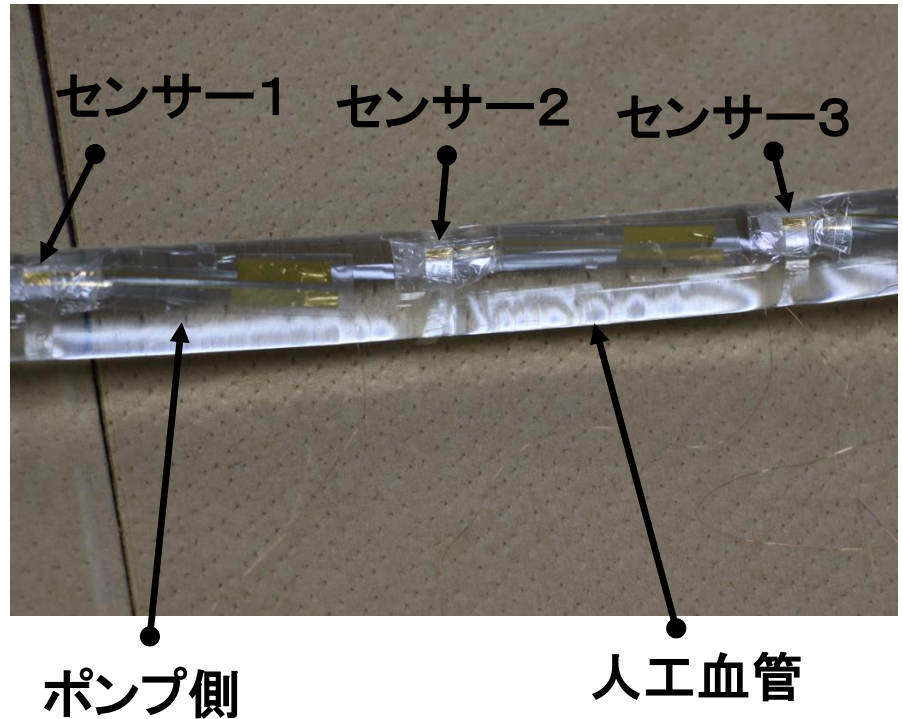
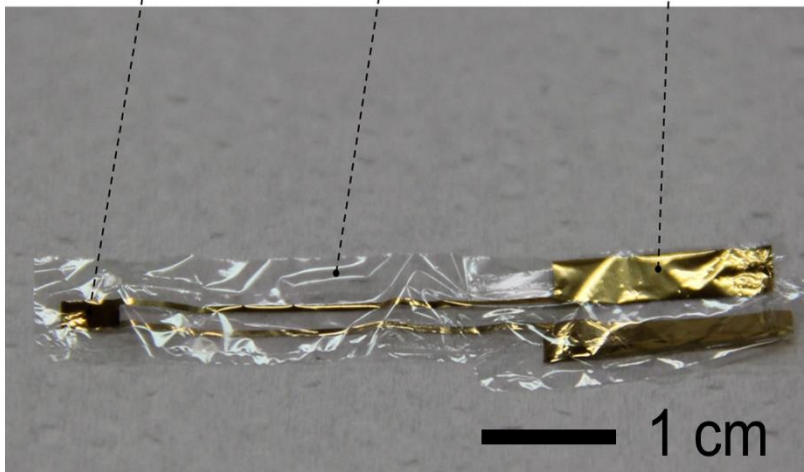
多点圧力センサーの動作デモ(動画)

Bending-insensitive Pressure Sensing



人工血管の圧力測定

圧力センサー
PETフィルム
電極パッド



人工血管の外壁に圧力センサーを装着し、人工心臓システムで疑似脈流を発生させ、圧力の伝搬から流速を実測。

高速応答：20ミリ秒（圧力を加える）、5ミリ秒（圧力をなくす）

研究の背景・意義・展望

フレキシブル圧力センサーの開発経緯

「曲げても性質が変化しない」フレキシブルデバイス

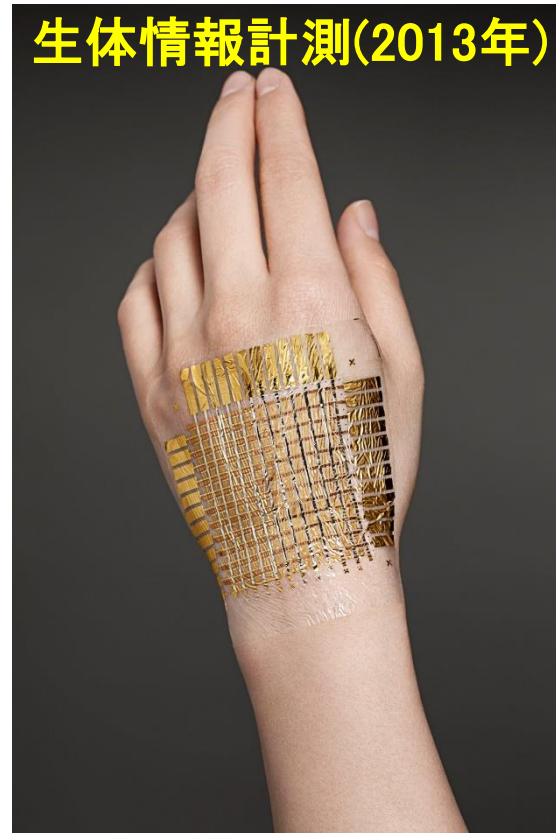
- 薄膜トランジスタは既に実現。
- 圧力センサーではこれまで困難。

ロボットスキン(2003年)



T. Someya et al., IEDM #8.4, 203 (2003).
T. Someya et al., PNAS 101, 9966 (2004).
T. Someya et al., PNAS 102, 12321 (2005).

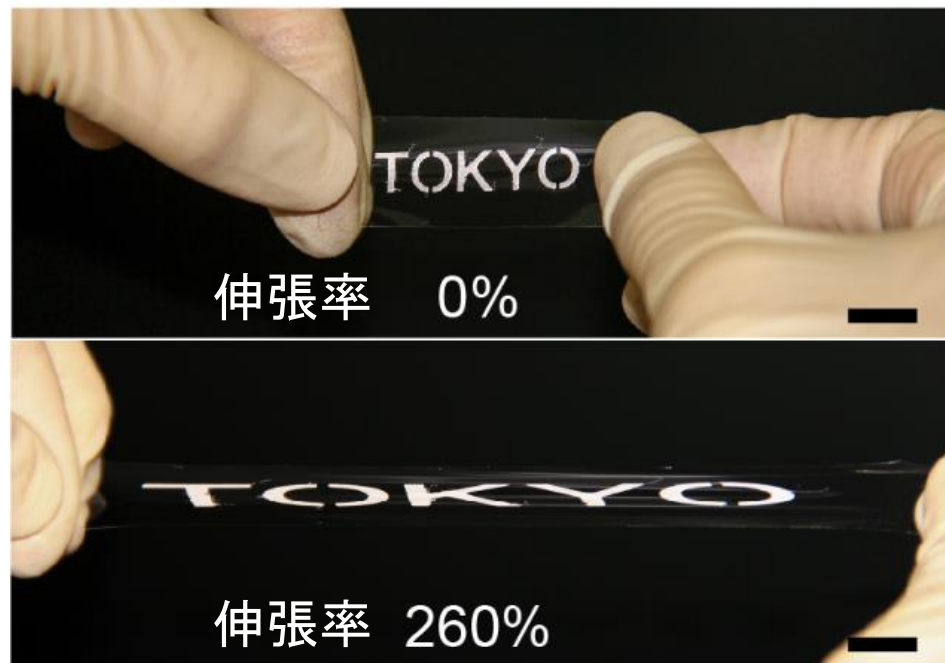
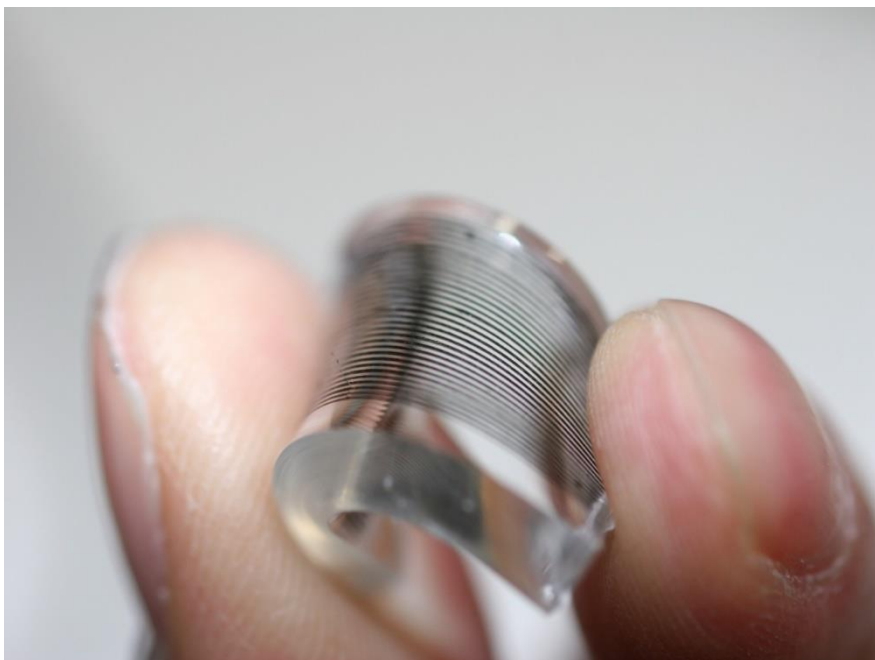
生体情報計測(2013年)



M. Kaltenbrunner, et al., Nature 499, 458 (2013).

伸縮性導体と抵抗変化型圧力センサー

- 研究チームでは、2009年に導電性添加材としてカーボンナノチューブを用い、57S/cmの伸縮性導体の開発に成功。
- 2014年には、電子テキスタイル応用のためのプリンタブルな高導電性の伸縮性導体を発表。
- 伸縮性導体は、圧力印加なしで高導電性を示す。抵抗変化型圧力センサーは、圧力印加なしでは高抵抗で、圧力印加で抵抗が劇的に減少する素材が必要。

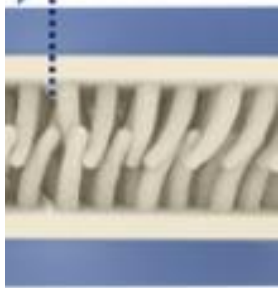
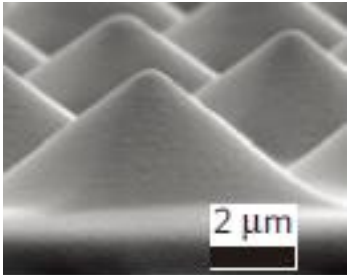
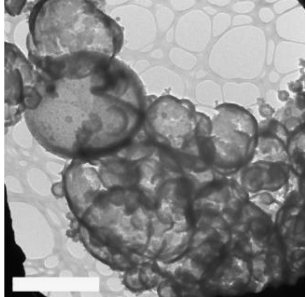
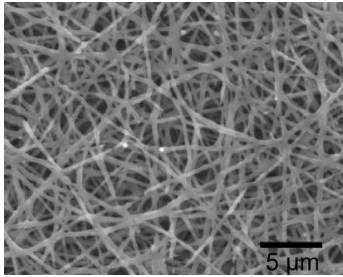


T. Sekitani, T. Someya, *et al.*, *Science* 321, 1468 (2008).

N. Matsuhsa, T. Someya, *et al.*, *Nature Communications* (2014).

T. Sekitani, T. Someya, *et al.*, *Nature Materials* 8, 494 (2009).

フレキシブル圧力センサーの性能比較

材料	連動ナノファイバー ^[1]	ピラミッド構造ゴム ^[2]	中空構造高分子 ^[3]	本研究 感圧ナノファイバー
研究機関	ソウル大	スタンフォード大	南京大	東大
圧力感度 /kPa	11	0.55	130	10 ⁵
使用回数	10,000	1,000	8,000	3,000 以上
透明性	×	半透明	×	○ 90 %
厚さ	> 1 mm	> 300 μm	> 400 μm	~ 3.4 μm
曲げた際の 特性変化なし	×	×	×	○
構造写真				

[1] Pang et al. *Nat. Mat.* 11, 795 (2012). [2] Mannsfeld et al. *Nat. Mat.* 11, 795 (2012). [3] Pan et al. *Nat. Commun.* 5:3002 (2014).

今後の展望

- 曲げても性質が変化しないフレキシブル圧力センサーを実現できたことで、風船だけでなくゴム手袋のように柔らかい曲面上でも非常に高精度な圧力の計測が可能。
- 圧力を正確に検出できるゴム手袋を用いると、これまで感覚に頼っていた乳がんのしこりの触診をセンサーで定量化するデジタル触診など、ヘルスケア、医療、福祉、スポーツなど多方面への応用が期待。

実用化への課題

1. 柔らかいセンサーの耐久性の向上

解決策: 高信頼性のコネクタ技術

2. 素材の量産性の向上

解決策: 素材の混錬技術の確立

論文発表と報道解禁日のお願い

研究成果は、英国科学雑誌「Nature Nanotechnology (ネイチャー・ナノテクノロジー)」(オンライン版)にて2016年1月25日(英国時間)に出版されます。

報道解禁日は、1月26日午前1:00(日本時間)となります。

タイトル

**“A Transparent, Bending Insensitive Pressure Sensor”
(透明で曲げても性質が変化しない圧力センサー)**

著者

Sungwon Lee, Amir Reuveny, Jonathan Reeder, Sunghoon Lee, Hanbit Jin, Qihan Liu, Tomoyuki Yokota, Tsuyoshi Sekitani, Takashi Isoyama, Yusuke Abe, Zhigang Suo and Takao Someya

DOI番号: 10.1038/nnano.2015.324

研究助成

本研究は、以下の研究成果です。

国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)
戦略的創造研究推進事業 (ERATO)

研究領域名

「染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト」

まとめ

- 感圧ナノファイバーを利用して、曲げても性質が変化しないフレキシブル圧力センサーの作製に成功した。
- 膨らませた風船のように柔らかい曲面上でも圧力の分布を正確に計測することができた。
- 圧力を正確に検出できるゴム手袋で触診を定量化するデジタル触診など、ヘルスケア、医療、福祉、スポーツなど多方面への応用が期待される。

本件に関する問い合わせ先

染谷隆夫

東京大学大学院工学系研究科

電気系工学専攻 教授

TEL 03-5841-0411, 6756

FAX 03-5841-6709

someya@ee.t.u-tokyo.ac.jp