



独立行政法人 科学技術振興機構  
国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科  
合同記者発表会  
平成24年7月24日



# 世界最軽量、世界最薄の柔らかい センサシステムの開発に成功

— 羽毛よりも軽く、装着感のない  
ヘルスケアセンサへの応用が期待 —

染谷隆夫(東京大学大学院工学系研究科教授)  
関谷毅(東京大学大学院工学系研究科准教授)

# 記者発表会の内容

研究成果は、英国Nature誌オンライン版にて2013年7月●日に出版されます。報道解禁日は、2013年7月●日16:00(London time)となります。

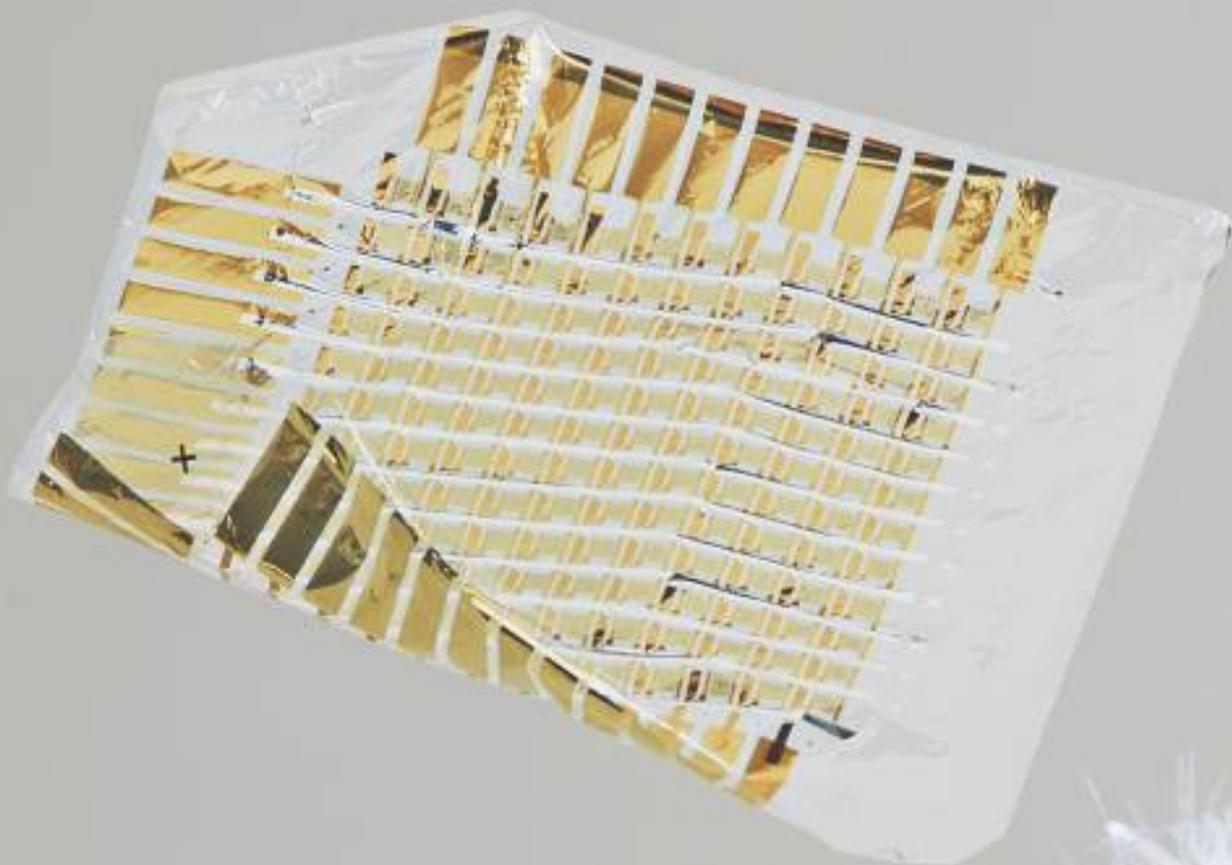
- (1) 世界最軽量、世界最薄の  
有機トランジスタの概要
- (2) 研究開発の背景・意義・展望
- (3) 質疑応答

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の染谷隆夫教授、関谷毅准教授を中心とした研究チームは、科学技術振興機構の課題達成型基礎研究の一環として、高温の滅菌プロセスに耐え得る柔らかい有機トランジスタを高分子フィルム上に作製することに世界で初めて成功しました。
- 高耐熱性の有機トランジスタを実現するための決め手は、厚さ2ナノメートルという極薄の自己組織化単分子膜を高分子フィルム上に高密度で向きを揃えることによって、高温でもピンホールを発生しないようにする絶縁膜形成技術でした。
- 本成果は、装着感のないウェアラブル健康センサや柔らかいペースメーカーなど体内埋め込み型デバイスへの応用が期待されます。

# 滅菌加熱できる柔らかい有機トランジスタ



耐熱温度 $150^{\circ}\text{C}$ で駆動電圧 $2\text{V}$ の  
有機トランジスタの作製に成功

# 実験デモビデオ

---

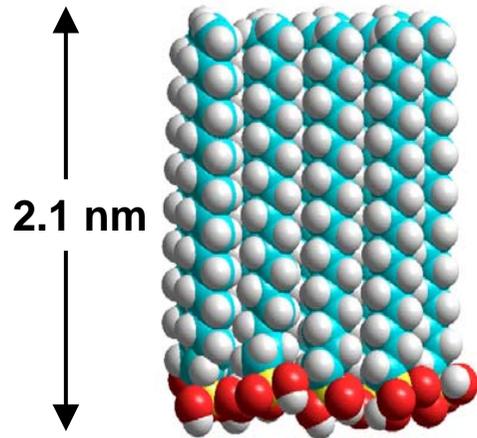
# 柔らかいタッチセンサの仕様

---

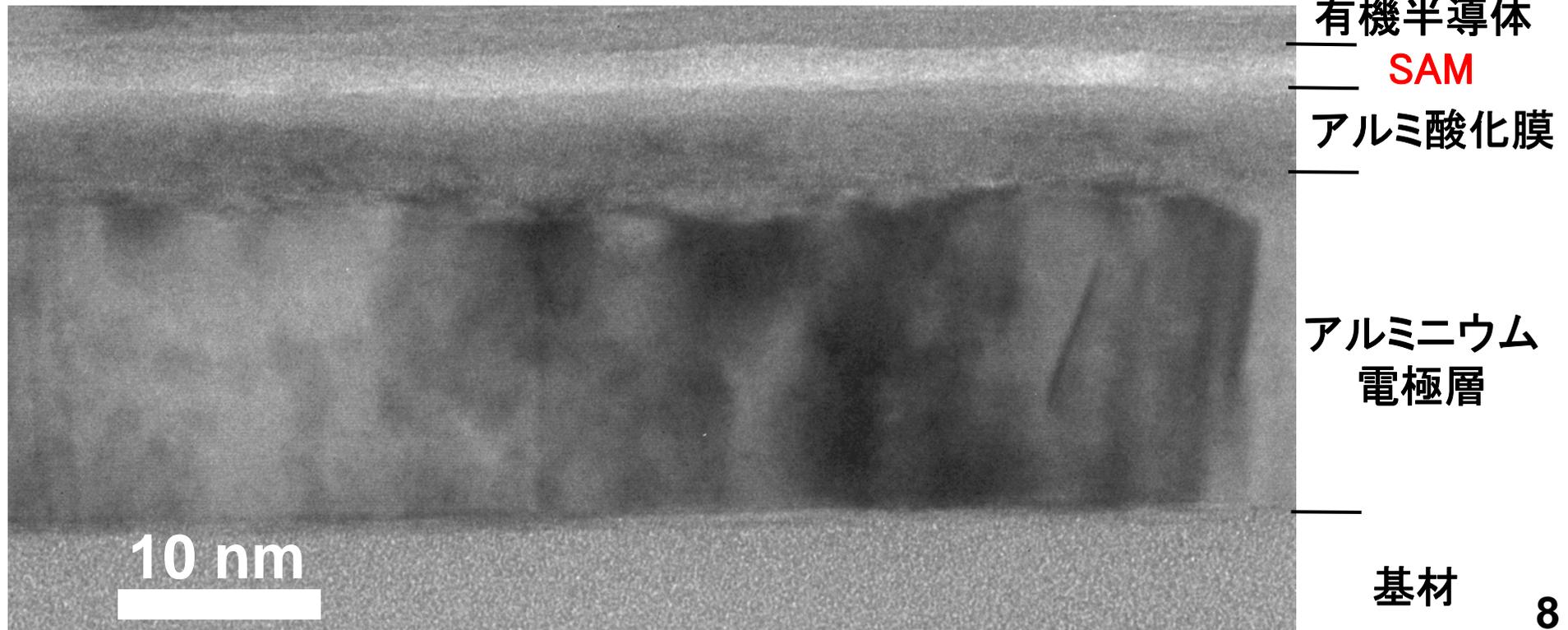
# 世界最輕量、世界最薄

---

# 決め手は2ナノメートル厚の絶縁膜

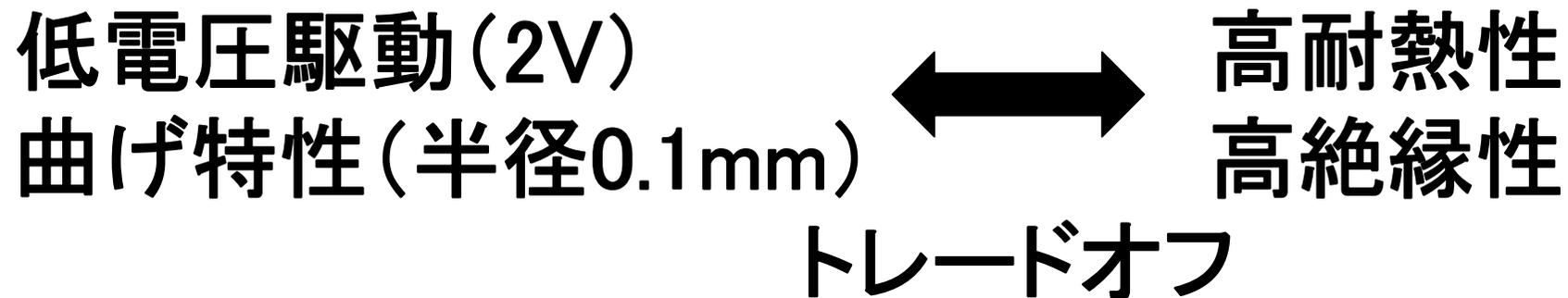


自己組織化単分子膜  
(SAM)  
Self-assembled monolayer



# 高耐熱性SAMを作製するポイント

## トランジスタの絶縁膜の薄膜化



## 高温でも安定なSAM

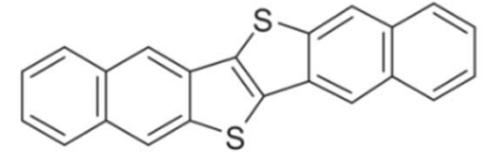
- SAMを高分子フィルム上に高密度に配向
- アルミ酸化膜を形成するプラズマ条件の最適化で、高分子フィルムへの損傷を低減

# 耐熱性改善のポイント

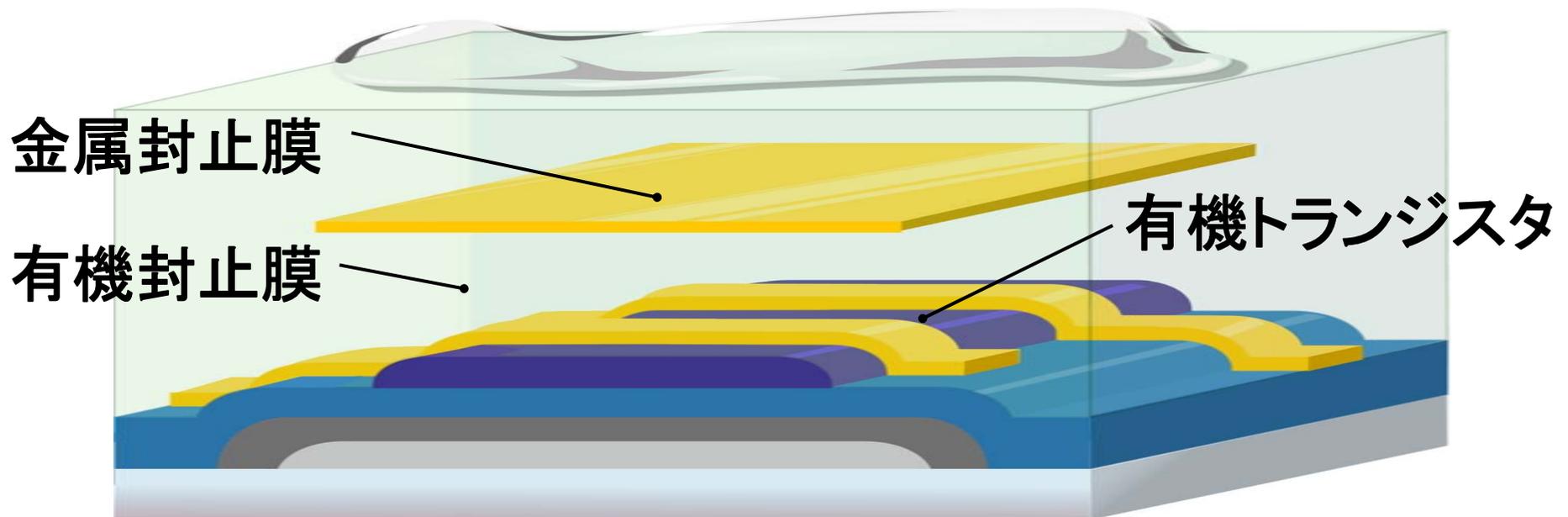
① 2ナノメートルの絶縁膜

② 高耐熱性有機半導体

ジナフトチエノチオフェン(DNTT)



③ 有機・金属ハイブリット封止膜



# 驚異的な頑強性1:曲げ特性

---

# 驚異的な頑強性2:

---

# 驚異的な頑強性3:生理食塩水

---

# デバイスの滅菌プロセス耐性試験

## ステップ 1

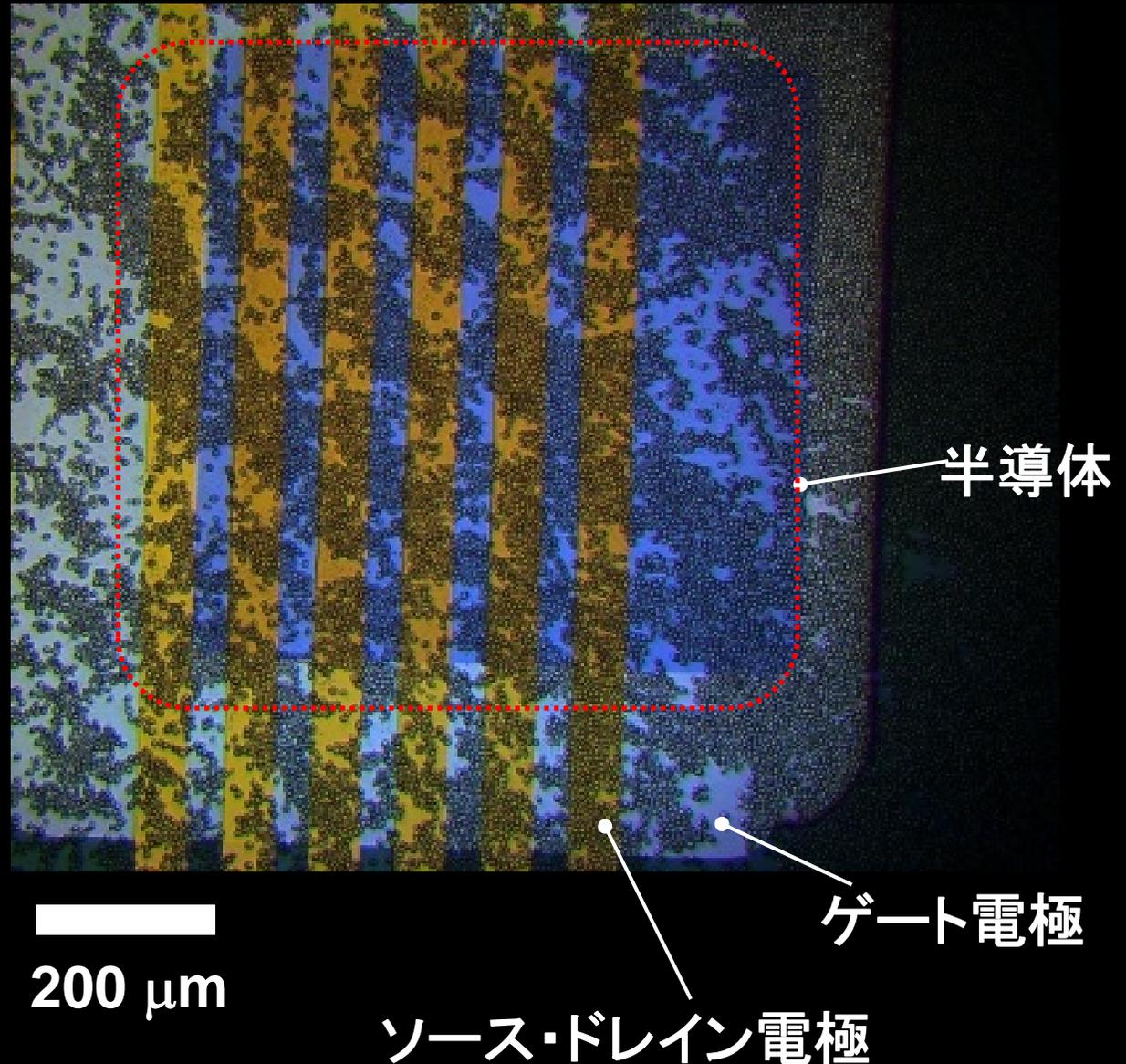
トランジスタ特性を安定化させるための熱処理

## ステップ 2

トランジスタ表面にイースト菌を塗る

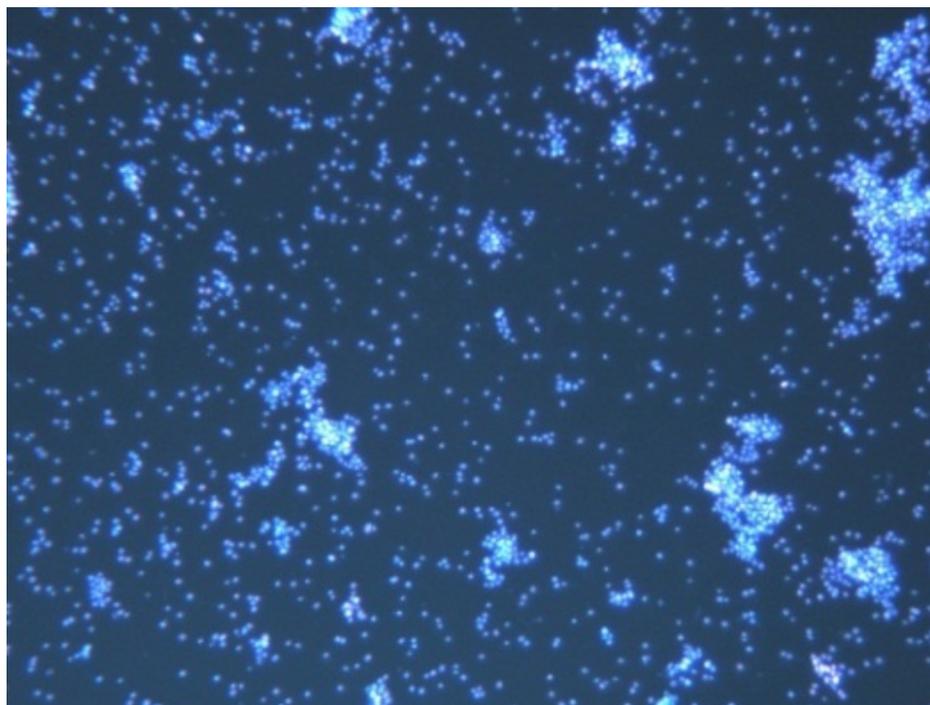
## ステップ 3

滅菌プロセスによる菌の減少とトランジスタ特性を評価

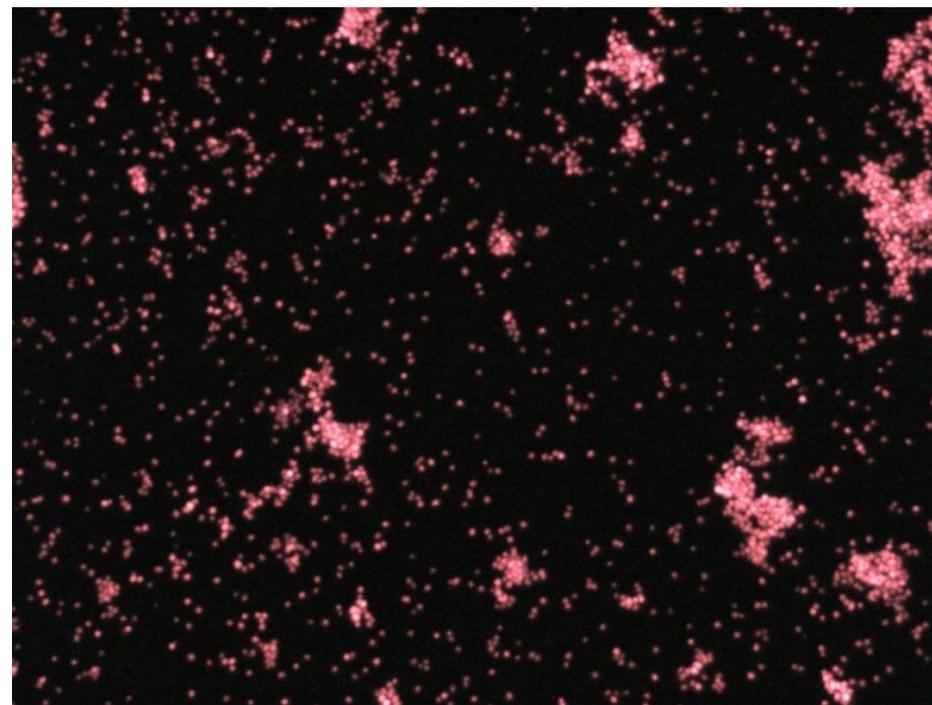


# 有機トランジスタ上の滅菌プロセス

滅菌プロセス前



滅菌プロセス後



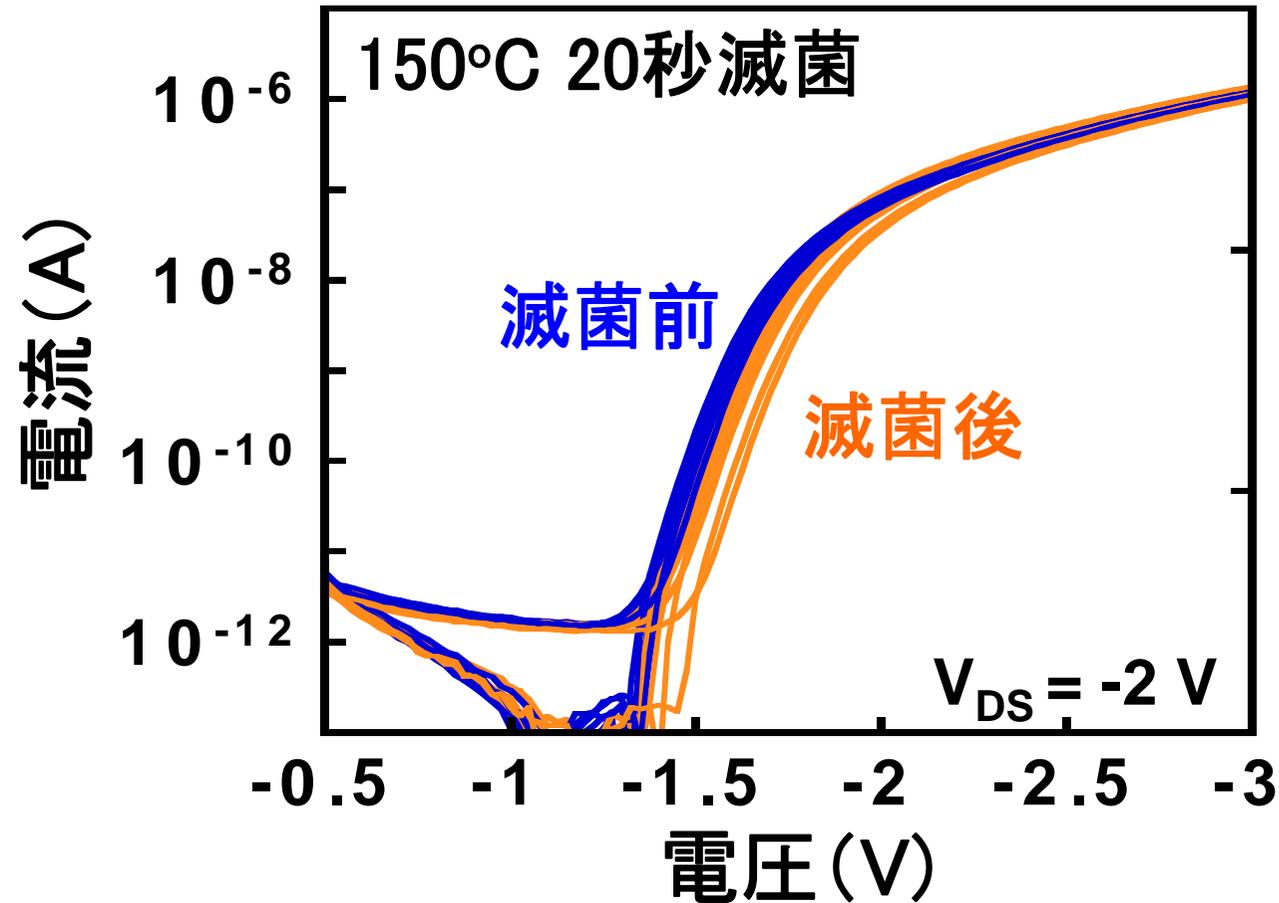
生きているイースト菌  
(青色蛍光)



死滅したイースト菌  
(赤色蛍光)

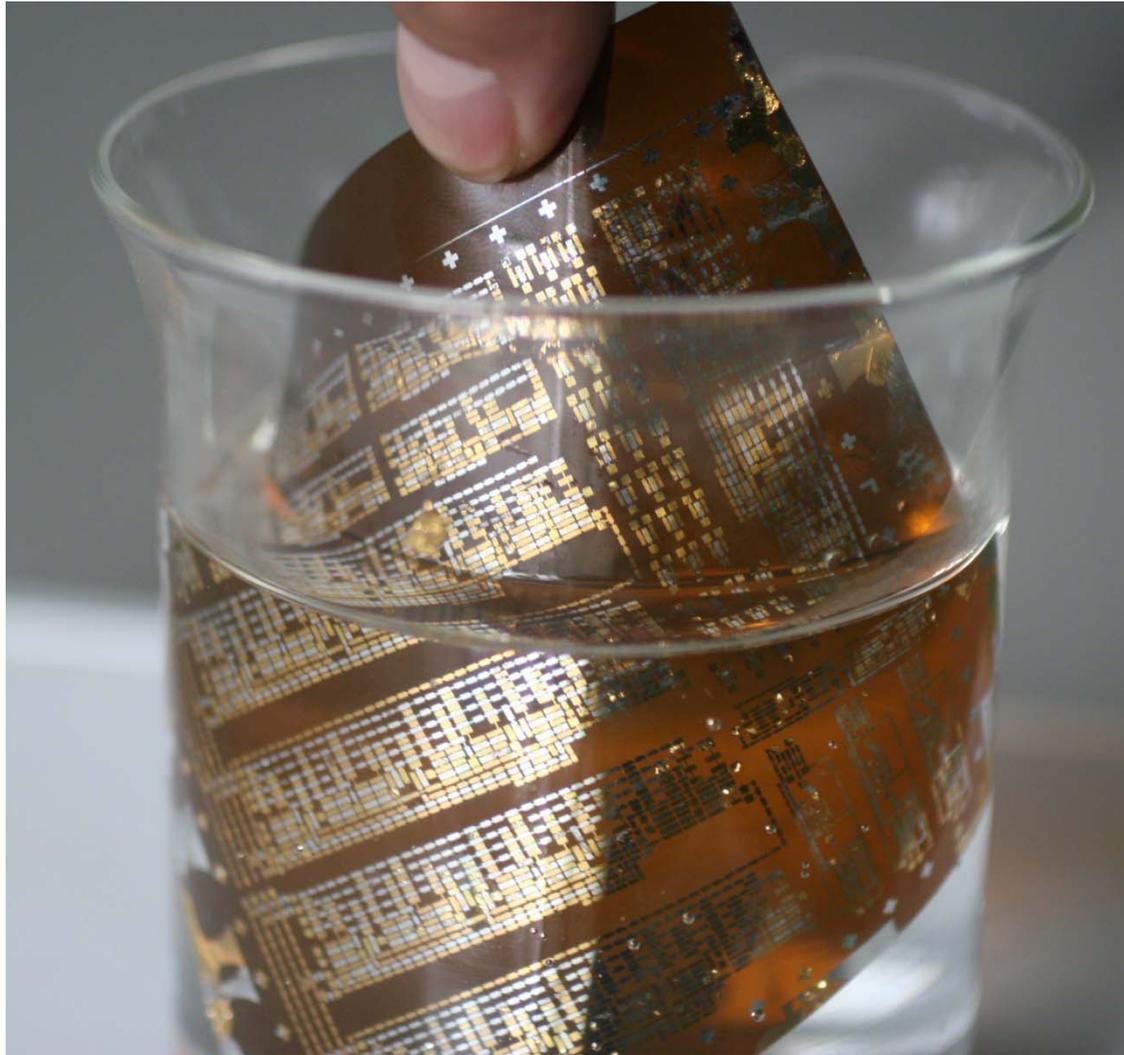
150°C 20秒

# 滅菌プロセス前後の電気特性の変化



	滅菌前	滅菌後
移動度	1.2 cm <sup>2</sup> /Vs	> 1.0 cm <sup>2</sup> /Vs
On/off比	> 10 <sup>6</sup>	> 10 <sup>6</sup>

# 様々な滅菌プロセスで耐性を実証



沸騰水へ漬け込んでも特性劣化なし

---

# 研究の背景・意義・展望

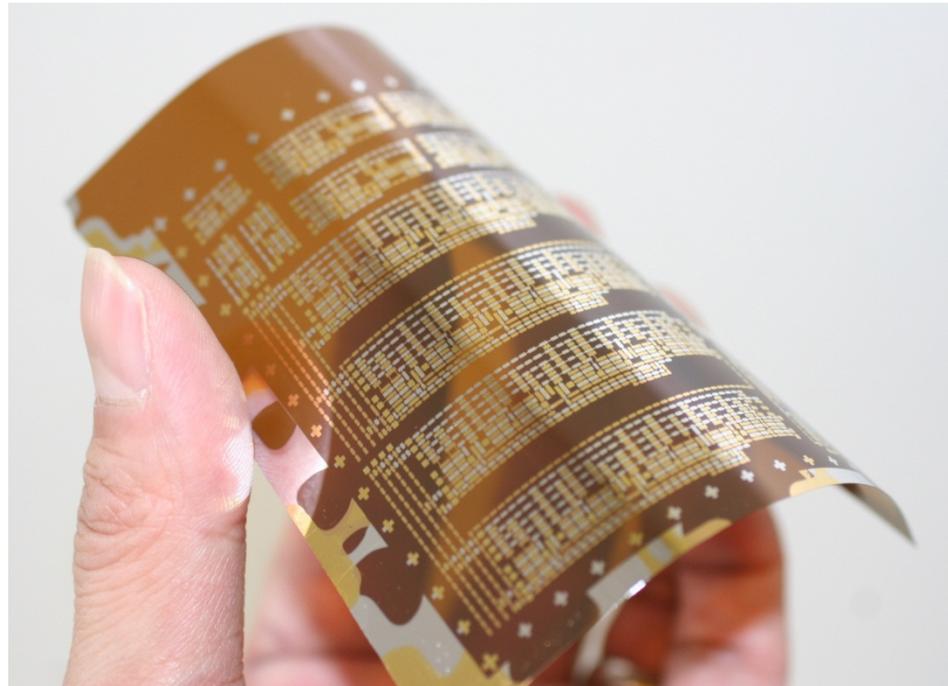
# 少子高齢化時代の医療IT技術

- 少子高齢化時代の本格的な到来
- 健康・医療分野においては、急速にIT化が進行
  1. 家庭：心拍数や体重などを計測するヘルスケア機器と病院がネットで接続
  2. 病院：内視鏡の小型が進むなど医療検査用エレクトロニクス機器の侵襲度や患者への負担が低減
- 健康・医療分野でエレクトロニクスの重要性が増加
- 「医療機器・医療 ICT 製品・ウェルネス機器市場」は2015年まで継続して年120%以上の成長予測（JEITA）。

# 有機トランジスタへの期待

## 有機トランジスタ

柔らかい電子スイッチ。生体と整合性の良い高分子フィルムの上に容易に製造できる。



## 最近期待が高まる応用分野

- 装着感のないウェアラブル健康センサ
- 柔らかいペースメーカーなど体内埋め込み型デバイス

# 医療用途への有機トランジスタの課題

---

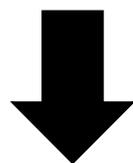
## 生体と整合性の観点

①機械的な柔軟さ

## 生体の安全性の観点

②駆動電圧の低減( $\sim 2V$ )

③滅菌による感染症リスクの低減



健康・医療分野における実用化への障壁

# 有機エレクトロニクスの開発の流れ

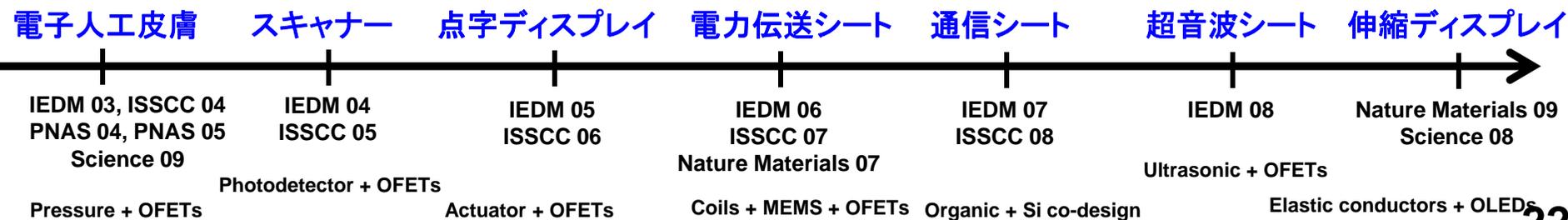
## ディスプレイ



## 個体認識タグ

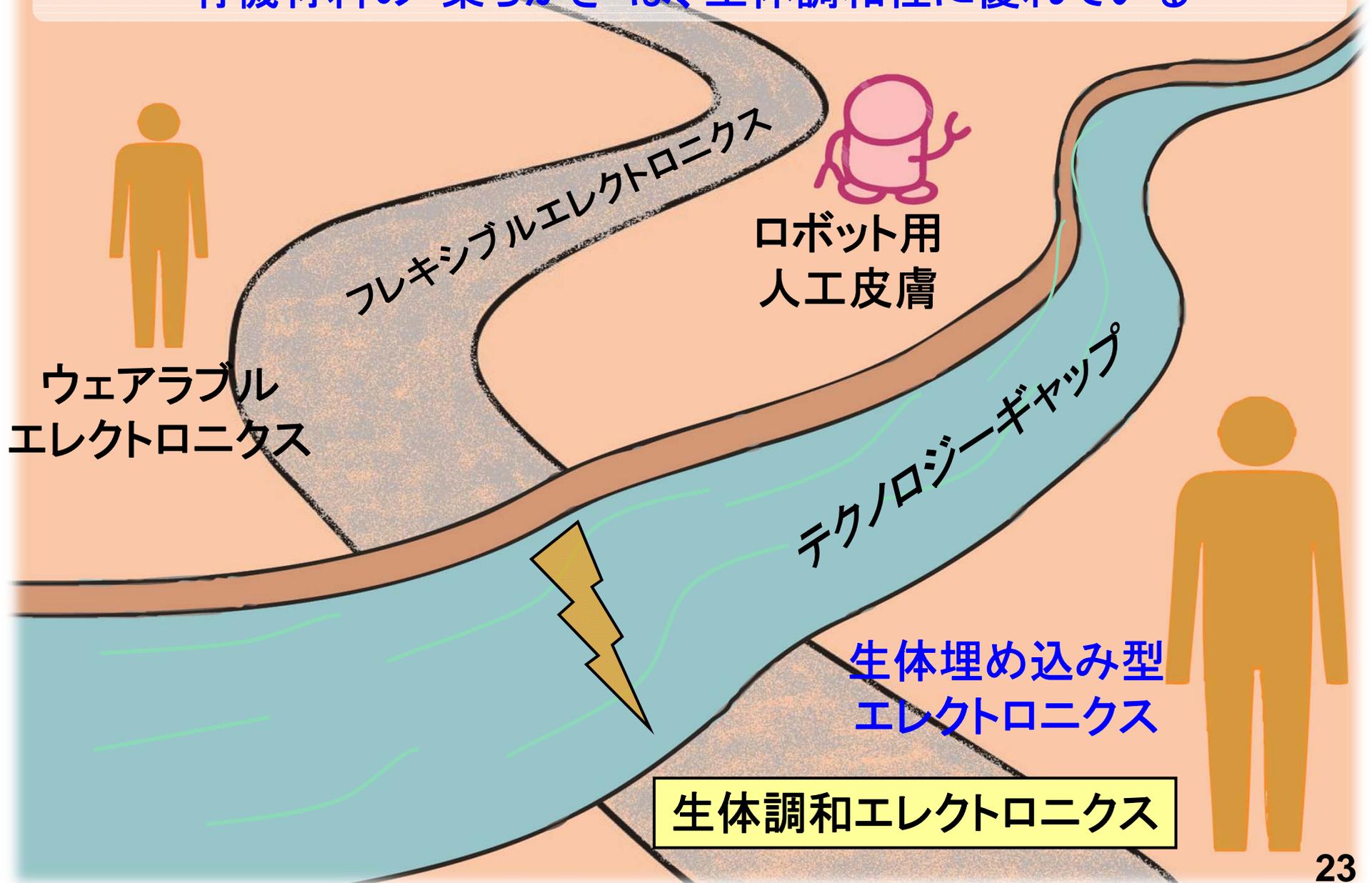


## 大面積センサ & アクチュエータ



# “柔らかさ”が目指す次のターゲット？

有機材料の“柔らかさ”は、生体調和性に優れている



# 柔らかいエレクトロニクスの研究動向

The image features a world map with several research institutions and their associated flexible electronics projects pinned to it. The institutions and projects shown are:

- ケンブリッジ大学 (Cambridge University):** Shown with its crest and a photo of a flexible, grid-like device.
- PHILIPS:** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- イリノイ大学 (University of Illinois):** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- ハーバード大学 (Harvard University):** Shown with its crest and a photo of a flexible, grid-like device.
- MIT (Massachusetts Institute of Technology):** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- IMEC:** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- EU Initiatives:** Shown with the logo for BIOFLEX and STELLA, and a photo of a flexible, grid-like device.
- スタンフォード大学 (Stanford University):** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- プリンストン大学 (Princeton University):** Shown with its crest and a photo of a flexible, grid-like device.
- ミシガン大学 (University of Michigan):** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- NOKIA:** Shown with its logo and a photo of a flexible, grid-like device.
- NASA initiatives:** Shown with the NASA logo and a photo of a flexible, grid-like device.

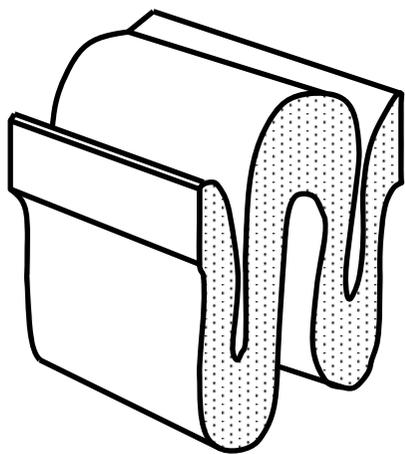
# 医療分野における柔らかさの意味

生体は極めて柔らかく、立体構造を有している

表面追従性



あらゆる表面に  
ぴったりフィット

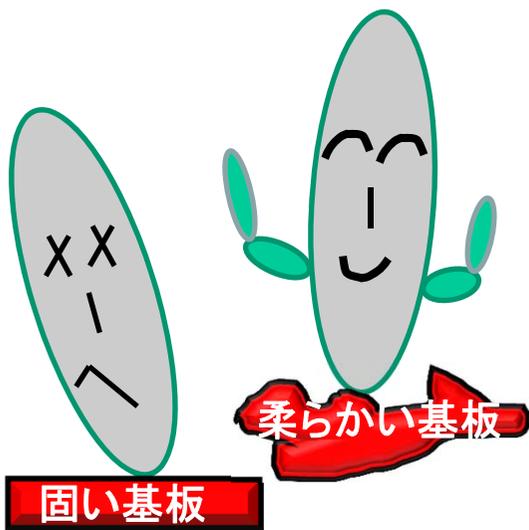


例: 脳のしわ

柔軟性



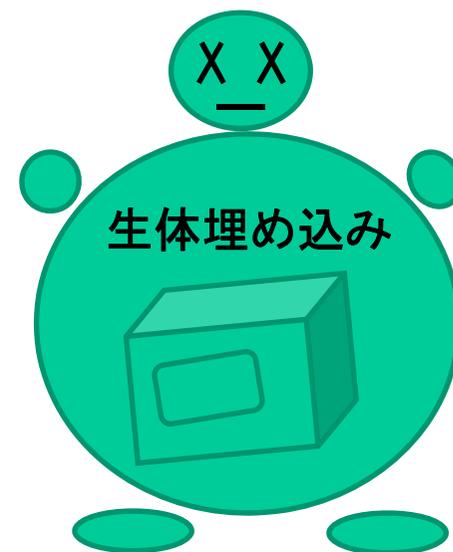
生体細胞にやさしい



かさばらない

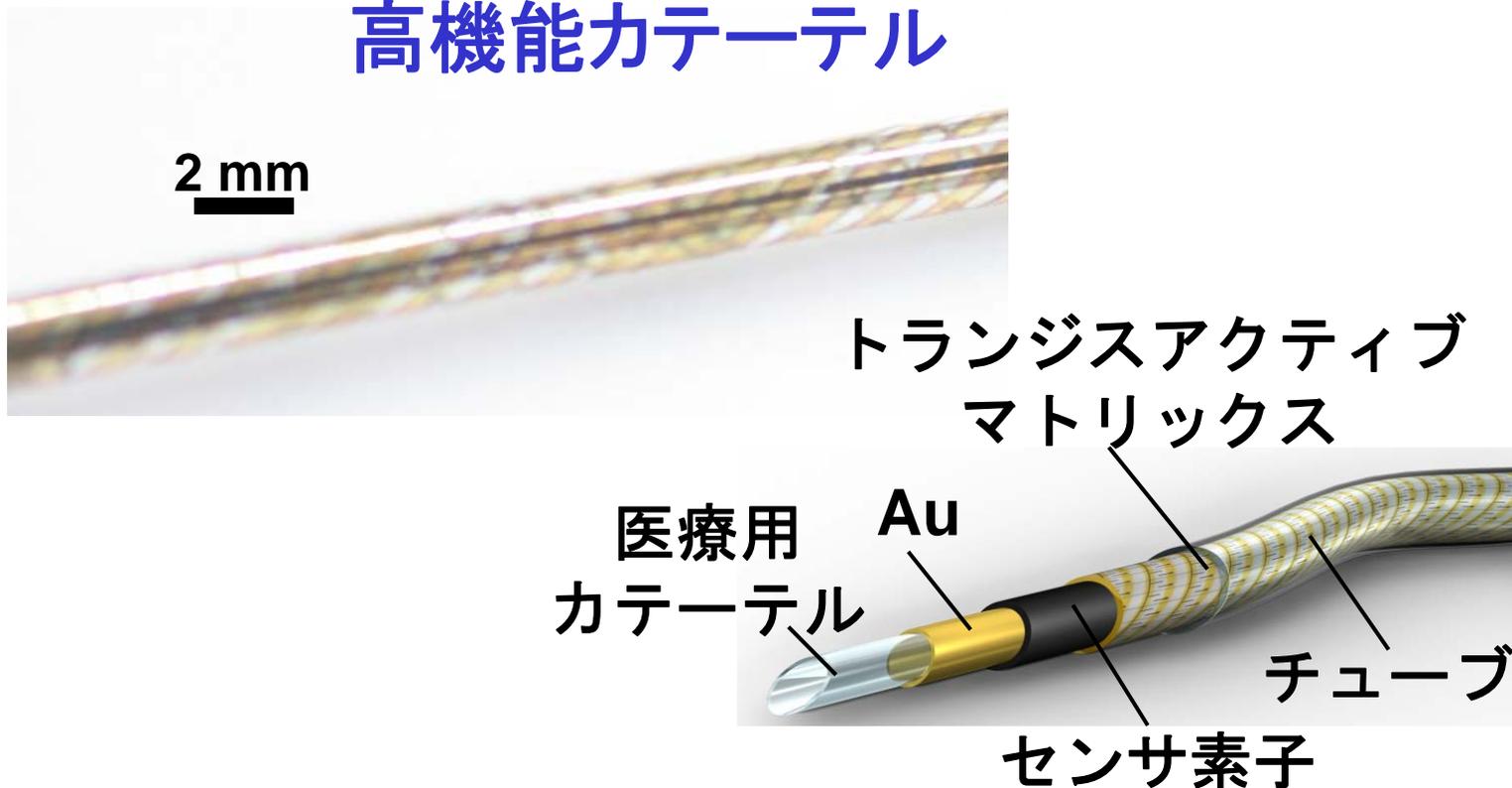


従来の埋め込み型  
機器は大きい



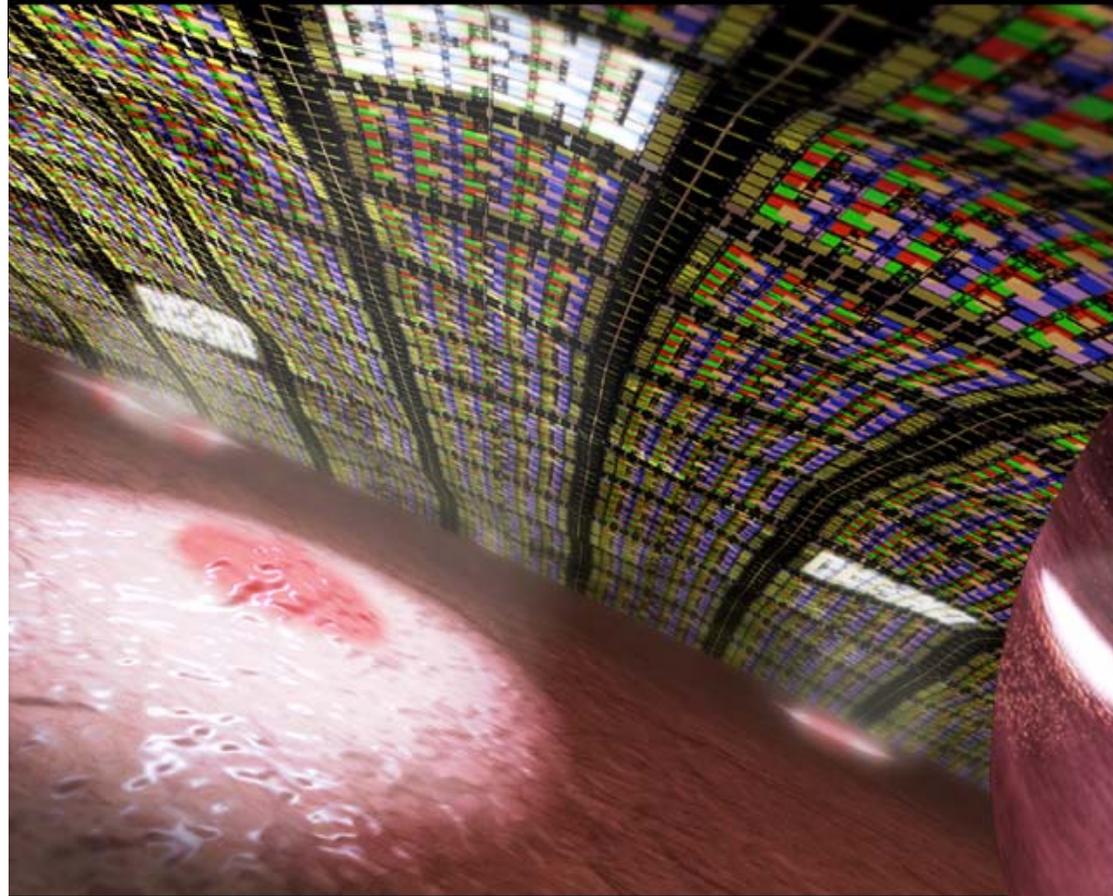
# 次世代医療機器への応用

## 高機能カテーテル

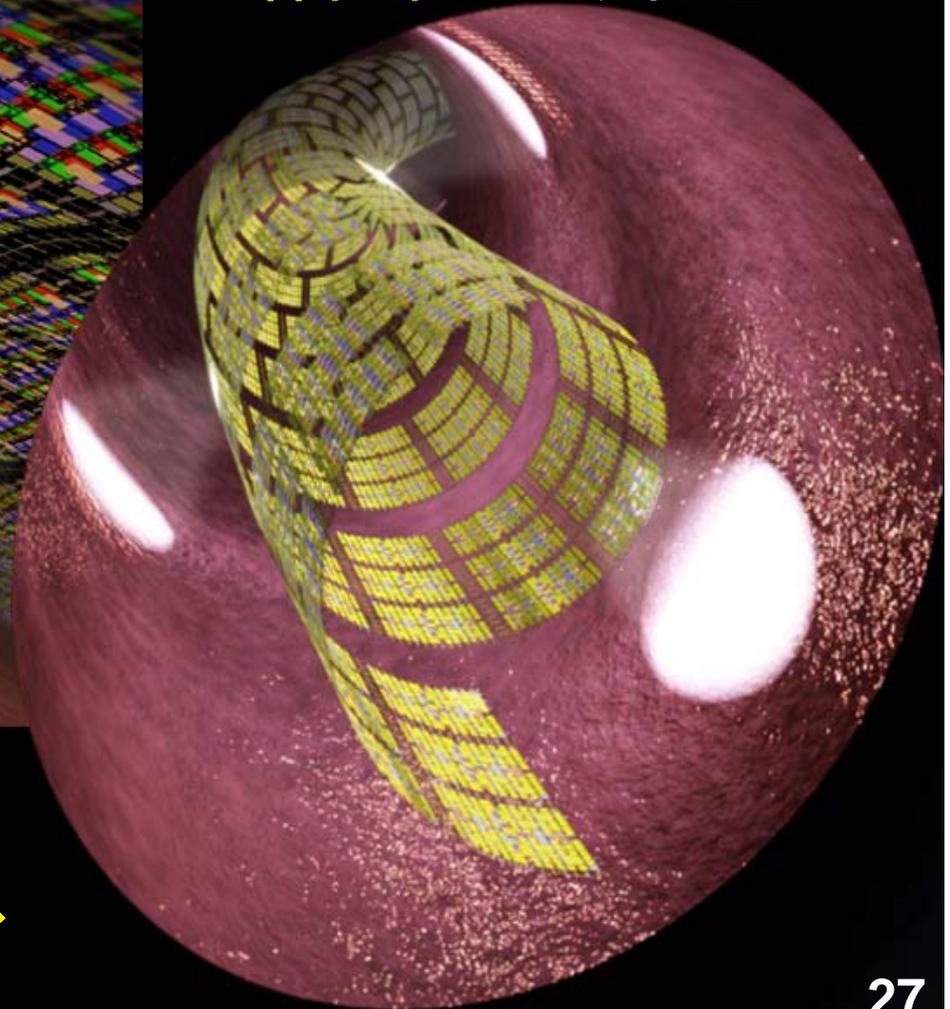


圧力、温度、酸素濃度分布など計測

# 柔らかさが生み出す 新しい医療用デバイス



早期がん検査 & 治療  
神経系の形成促進



脳神経伝達経路  
ニューロンインターフェース  
人工内耳

# 体内埋め込み型デバイスの実用化への課題

1. 動きのある生体内での摩耗への耐性
2. 長期的な埋め込みへの信頼性向上
3. システム構築の周辺技術  
例：電力供給技術、無線通信技術

# 研究チームの役割

染谷隆夫はベル研究所で有機トランジスタ関連の仕事を始め、フレキシブル・プリンテッドエレクトロニクスが専門です。関谷毅は有機トランジスタの製造と評価が専門です。

Yueh-Lin Loo(米国プリンストン大学教授)のグループは、ナノ材料およびその評価が専門で、自己組織化単分子膜の精密な構造評価を担当しました。

Hagen Klauk(ドイツ マックスプランク固体物理研究所)のグループは自己組織化単分子膜の最適化の一部を担当しました。

瀧宮和男(広島大学教授)と池田 征明, 桑原 博一(日本化薬(株))のグループが高移動度有機半導体DNNTTの合成を担当しました。

# 論文発表と報道解禁日のお願い

研究成果は、英国Nature誌オンライン版にて2012年3月6日に出版されます。報道解禁日は、**2012年3月6日16:00 (London time)**となります。

## タイトル

**“Organic Transistors with High Thermal Stability for Medical Applications”**

## 著者

**Kazunori Kuribara, He Wang, Naoya Uchiyama, Kenjiro Fukuda, Tomoyuki Yokota, Ute Zschieschang, Chernob Jaye, Daniel Fischer, Hagen Klauk, Tatsuya Yamamoto, Kazuo Takimiya, Masaaki Ikeda, Hirokazu Kuwabara, Tsuyoshi Sekitani, Yueh-Lin Loo, and Takao Someya**

# 研究助成

---

本研究は、以下の研究成果です。

独立行政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

---

- 耐熱温度150°Cで駆動電圧2V の柔らかい電子スイッチの作製に成功しました。
- 厚さ2ナノメートルの自己組織化単分子膜が150°Cで安定に配向することを実証しました。
- 滅菌できる柔らかい電子デバイスの実現により、長期体内埋め込み可能な新型医療用デバイスへの応用などが期待されます。

# 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**

**関谷毅**

**東京大学大学院工学系研究科**

**電気系工学専攻 准教授**

**TEL 03-5841-0413**

**FAX 03-5841-6709**

**sekitani@ee.t.u-tokyo.ac.jp**