

能動多機能ファイバセンサ

東北大学 学際科学フロンティア研究所

新領域創成研究部

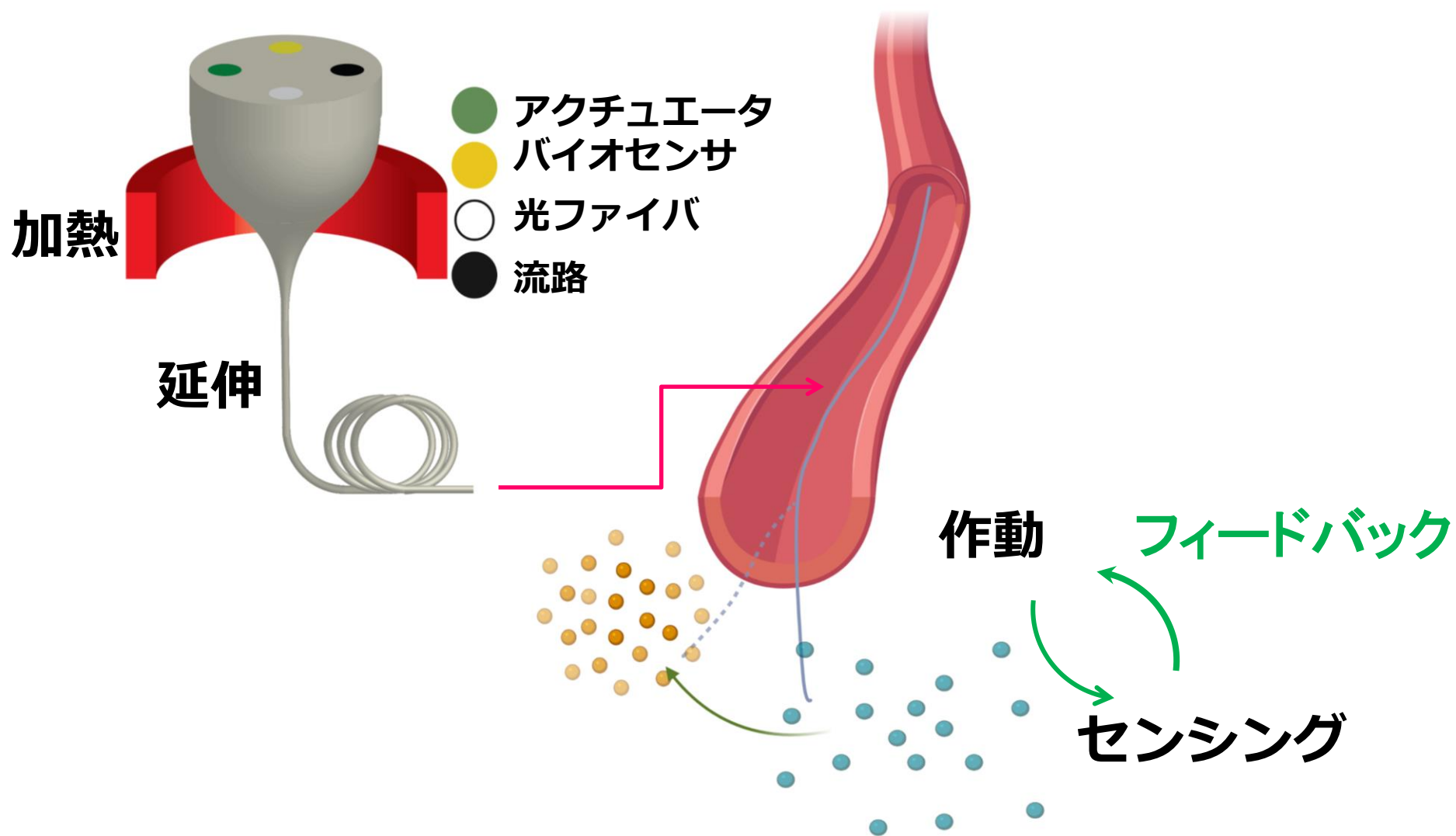
助教 郭 媛元

2022年7月14日

新技術の概要

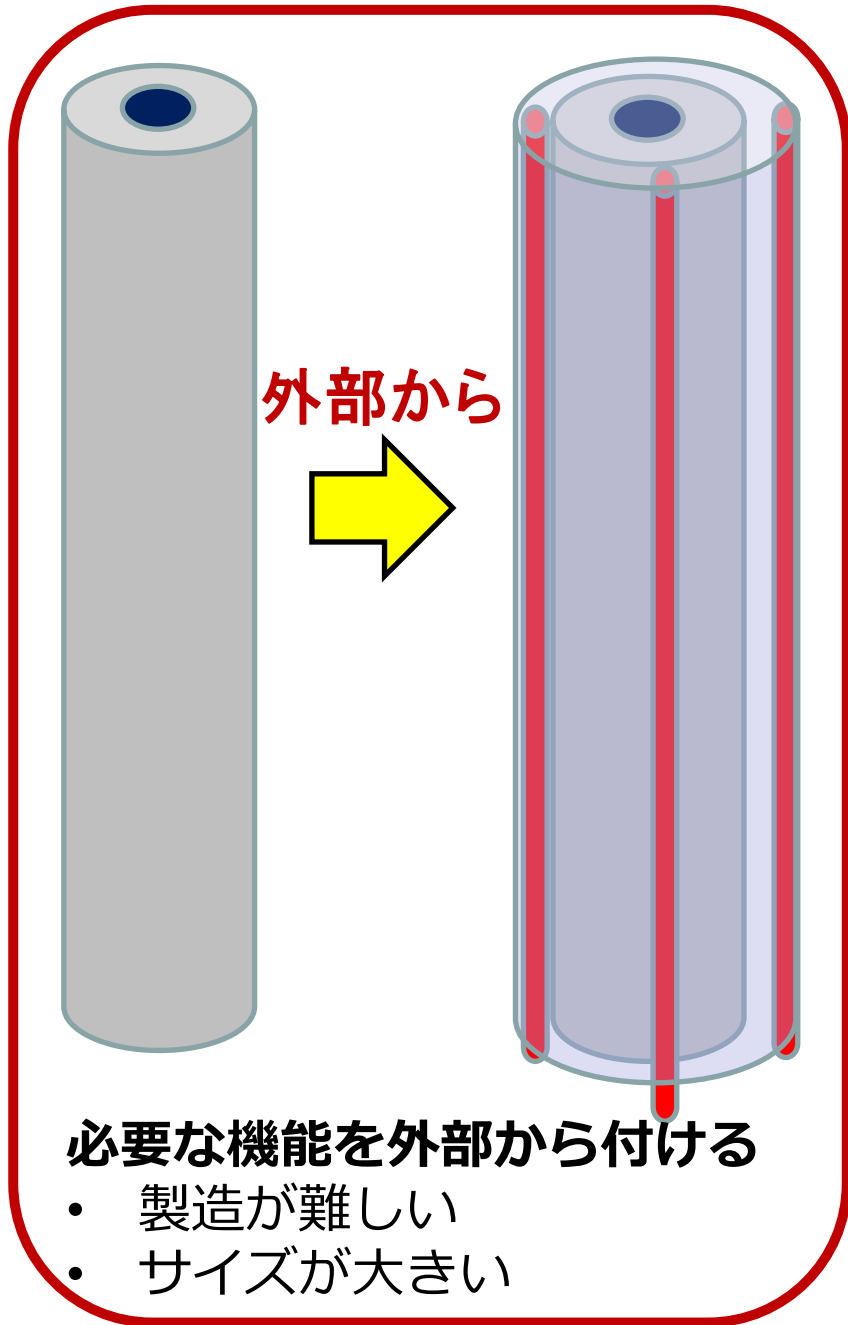
熱延伸処理により、多様な機能を線径1mm以下の微細な繊維内部に一括で内包が可能な能動ファイバセンサを作製する。実例として、カーボン電極や光ファイバ素子によるセンサ機能や形状記憶合金線によるアクチュエータ機能を併用でき、生体内での能動的かつ立体的なセンシングも将来的には可能となる。

概念図

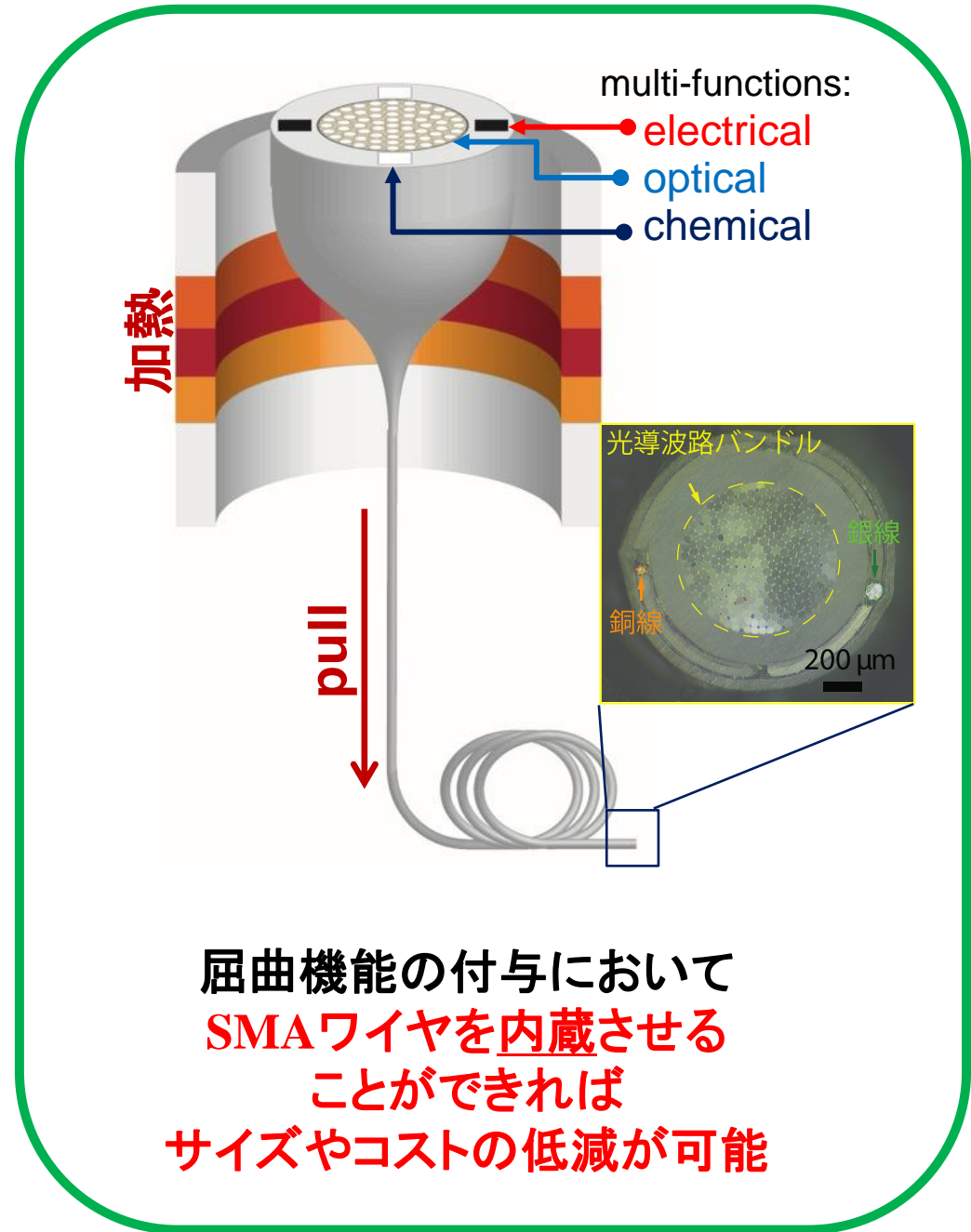


形状プログラム可能な多機能ファイバを用いたスマートカテーテル

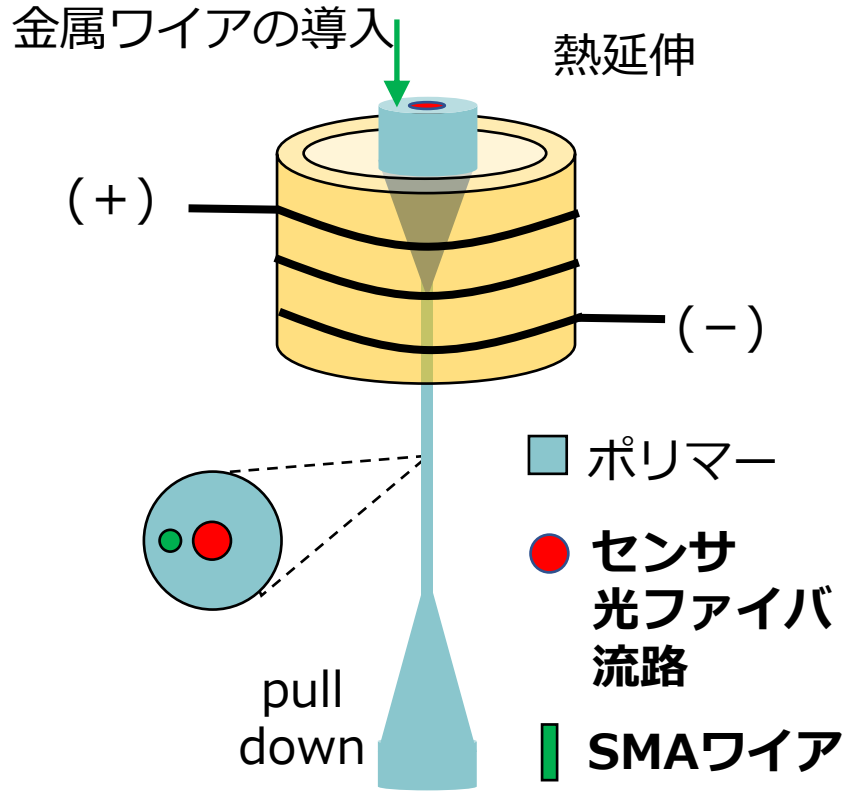
従来の技術



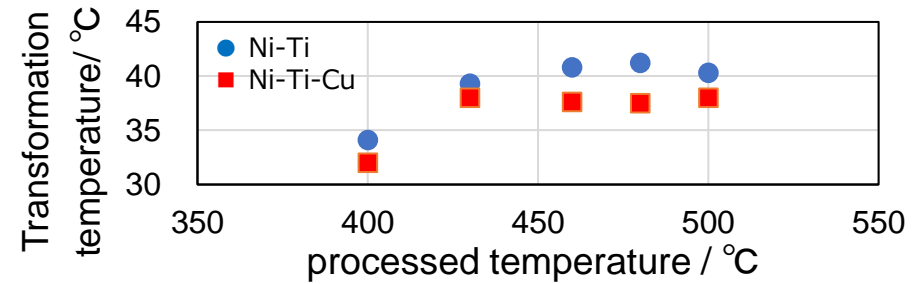
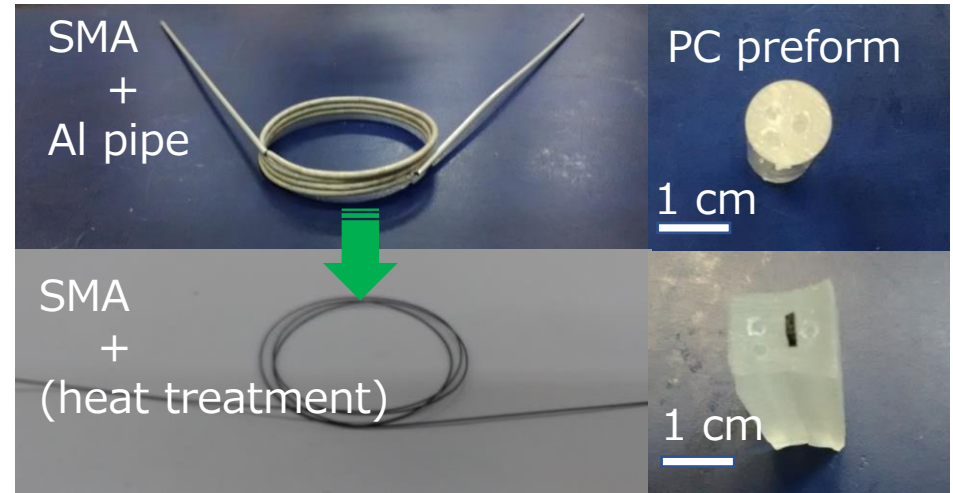
熱延伸技術



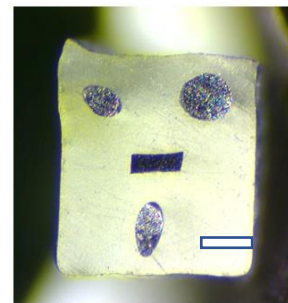
形状記憶合金(SMA) を多機能ファイバに導入



屈曲構造に
形状記憶処理



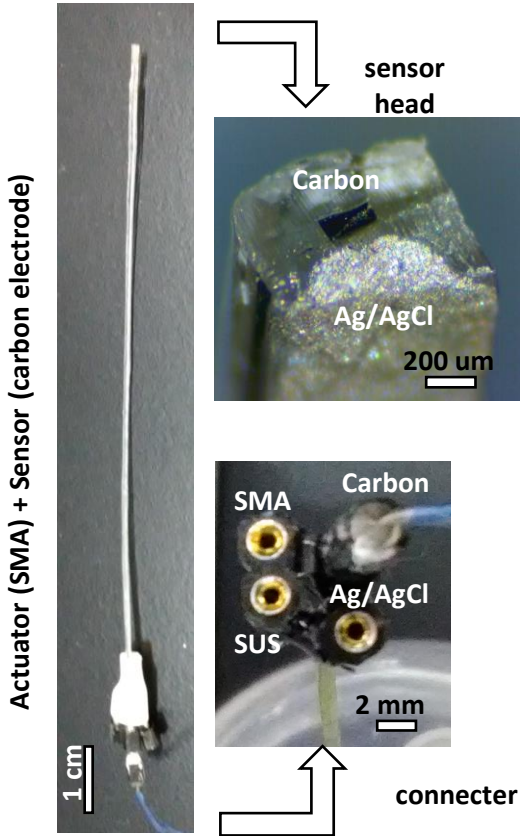
形状記憶合金(SMA) と多様な機能の組み合わせことができました。



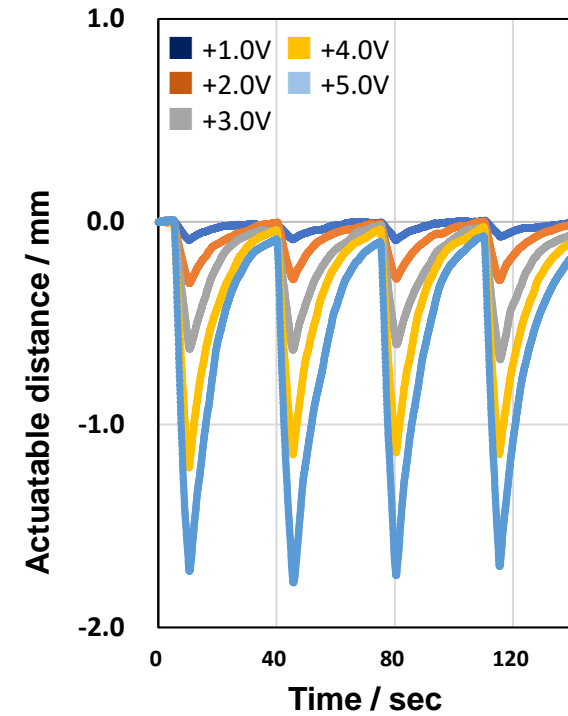
Scale bar: 200 μm

作動機能

能動ファイバセンサ



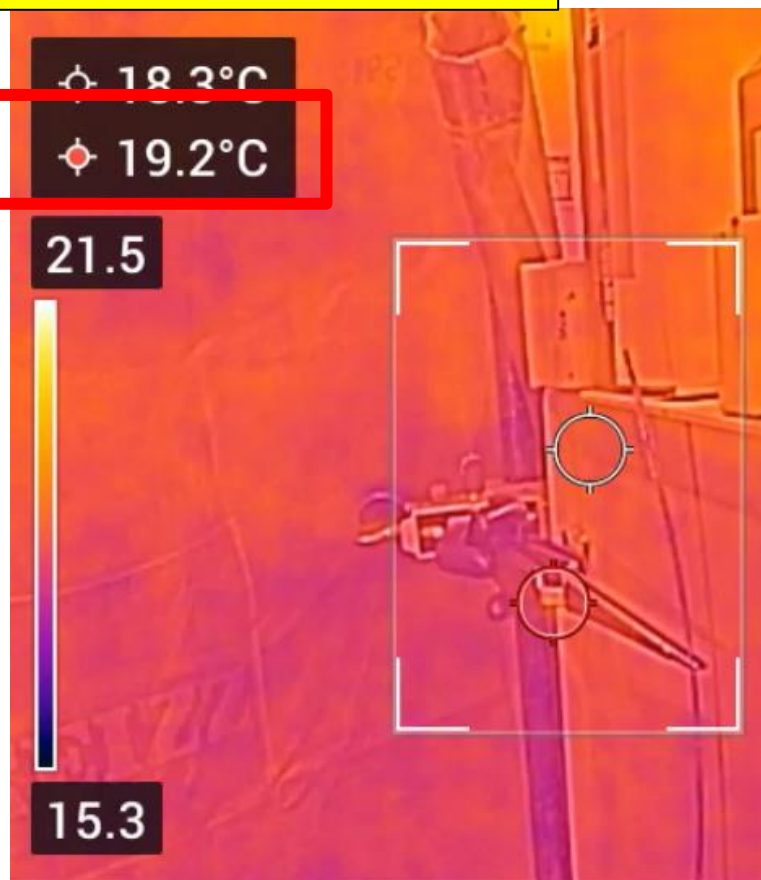
作動機能



熱延伸処理により製作可能な多機能ファイバに、通電加熱のオンオフで屈曲運動が可能な直線構造の形状記憶合金(SMA)ワイヤを、内部電極層として導入する技術を確立できた。

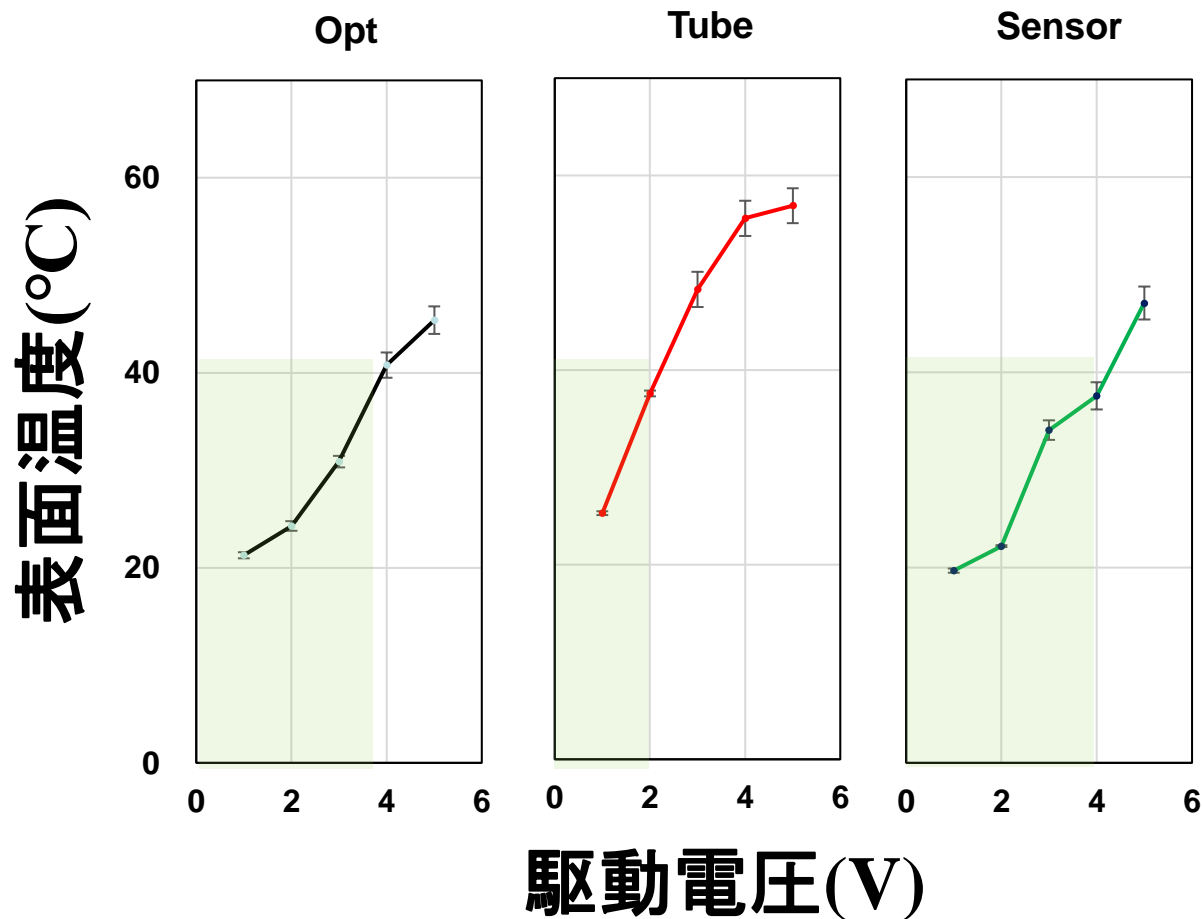
表面温度

多機能ファイバに対する
サーモカメラ撮影



表面温度

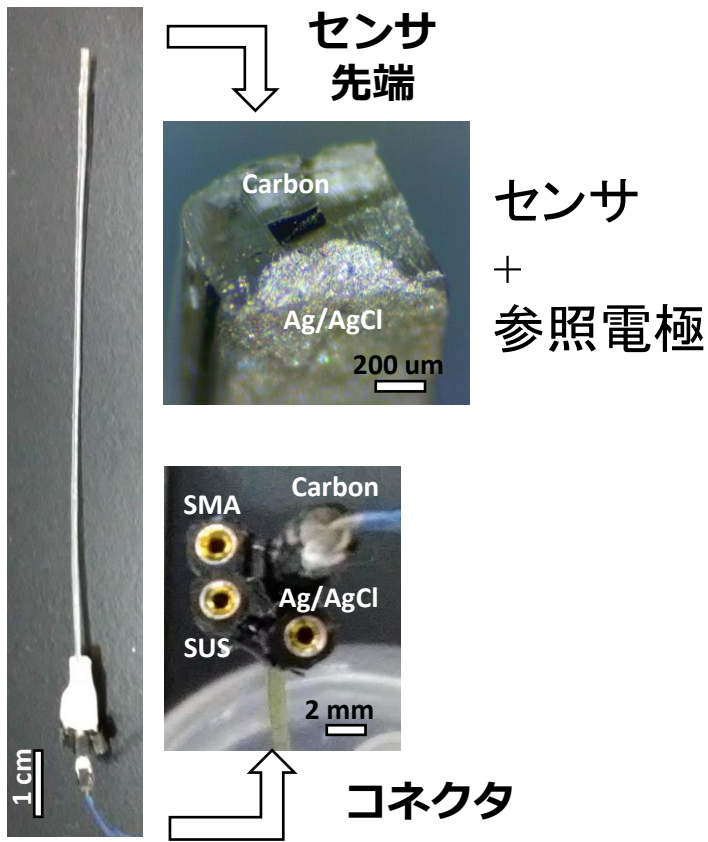
最大瞬間温度40°C程度の駆動条件



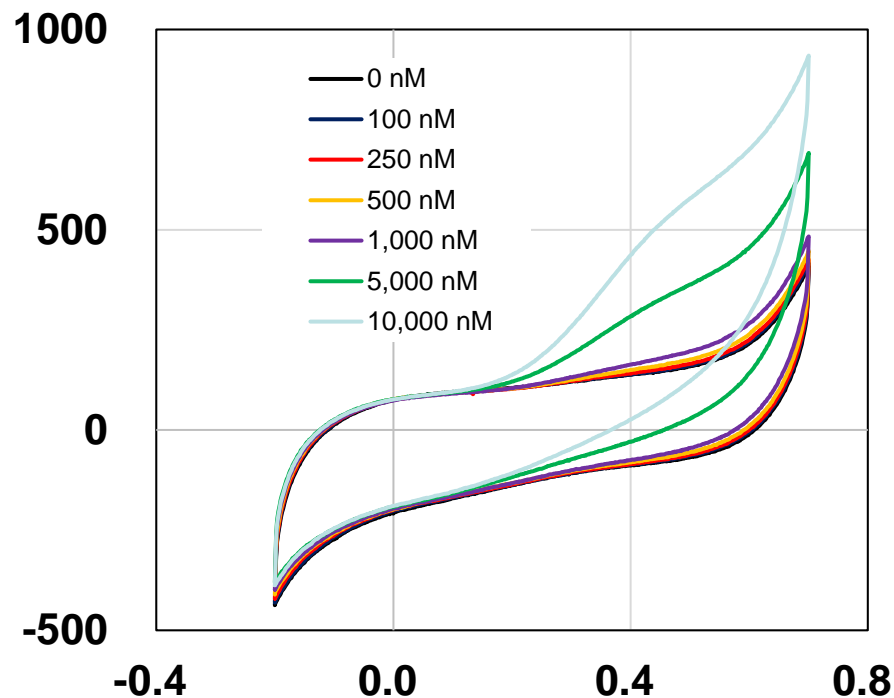
体内に安全に使うことも確認できた。

バイオセンサ機能

Actuator (SMA) + Sensor (carbon electrode)



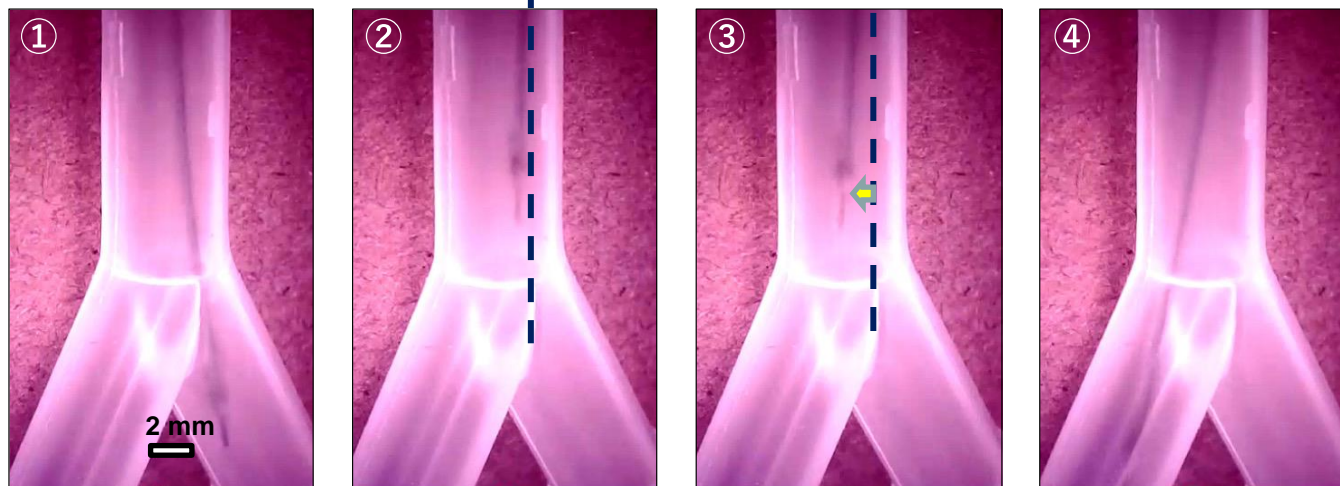
アドレナリンの測定



- 高感度のオールインワン (All-in-one) バイオセンサを集積することが成功した。
- センサ電極表面を追加処理できるので、標的分子の選択性や感度の向上に対して発展性もある。

血管モデルにおいて能動ファイバセンサの評価

1. 血管分岐のターゲット

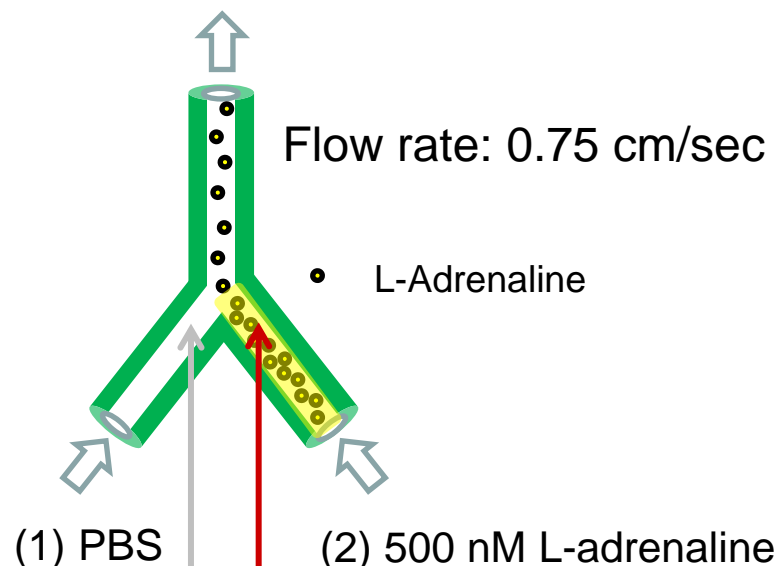


(1) right side

(2) pull

(3) bend (+4.0 V)

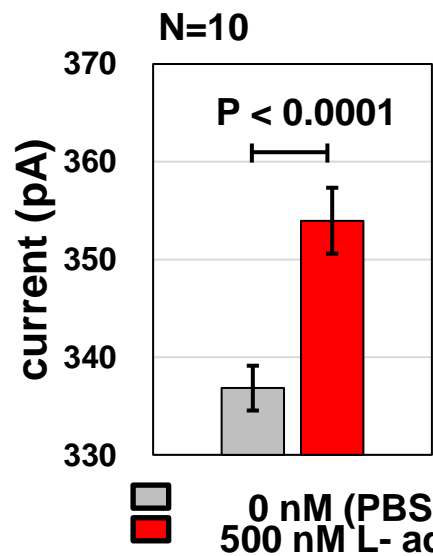
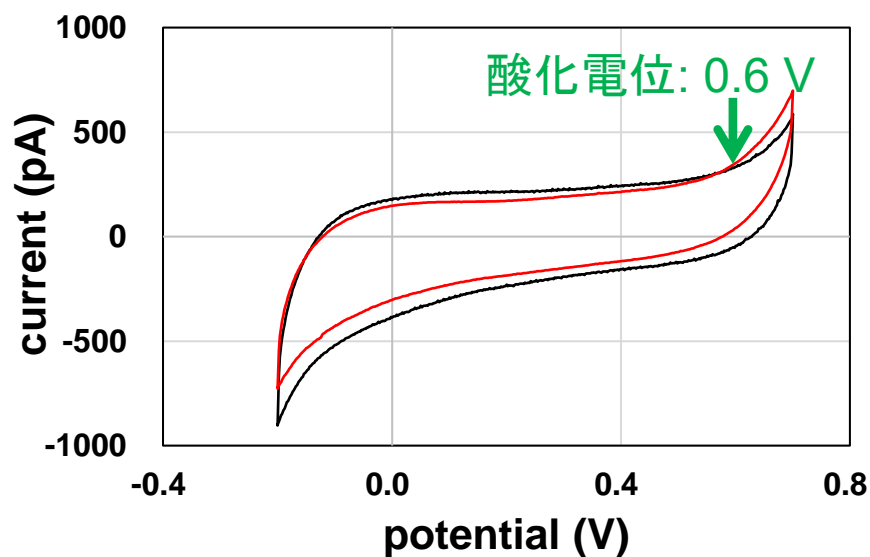
(4) push
(5) left side



(1) PBS

(2) 500 nM L-adrenaline

2. バイオセンシング



分岐位置にターゲットし、特定位置のセンシングすることができた。

従来技術とその問題点

競合技術としては、能動カテーテルを多機能化する研究全般が挙げられる。しかし、いずれの場合も新たに機能を外部から付与するごとに、追加の被覆も伴う加工が必要になるため、結果的に同心円状に断面積が拡張していく複層構造になってしまう。このため、カテーテルの多機能の集積加工や線径のサイズダウンが困難になる問題が多い。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、多機能化を簡単に集積することに成功した。
- ファイバの製造方法として、熱延伸処理によるロール巻き取りがなされるため、量産性が高い、製造コストが半分程度まで削減されることが期待される。
- 衣服に使用できるレベルにまでファイバを微細化できるため、ウェアラブルデバイスにも応用ができる。

想定される用途

- 医療用の能動カテーテル、例えば、副腎静脈サンプリング
- 微小空間でも検査可能な工業用センサ
- 着用者の生体情報を常にセンシングできるウェアラブルデバイス

実用化に向けた課題

- 現在、屈曲変形の制御については1軸方向での電流制御が可能なところまで開発済みである。しかし、2軸方向以上かつ回転も含めた立体的な変形を外部装置で制御する手法は未開発である。
- 実用化に向けて、微量な神経伝達物質などの検出感度を分子選択的にnM濃度レベルにまで向上できるように電極材料や表面修飾技術を確立する必要がある。

企業への期待

- 能動カテーテルを開発中の企業、医療や工業検査分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。
- 生体情報センシング技術と高次情報を抽出する分析技術を持つ企業との共同研究を希望しており、多機能ファイバのセンサの高集積化については、機械・熱・化学センサや解析方法などの導入により確立できると考えている。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 機能性長尺器具の製造方法および機能性長尺器具
- 出願番号 : PCT/JP2022/ 17664
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 郭媛元、佐藤雄一

産学連携の経歴

- 2021年～ JST 創発的研究支援事業に採択

お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構 総合連携推進部

Website <https://www.rpip.tohoku.ac.jp/jp/>

TEL 022-795-5275

FAX 022-795-5286

E-mail souren@grp.tohoku.ac.jp