令和 8 年 11 月 27 日
国立大学法人 京都工芸繊維大学
SUMINOE 株式会社

無給電でヒトが触れたことや押し込んだことを連続センシングできる「糸」を開発

― 縫う、編むだけで繊維製品をヒューマンマシンインターフェースに ―

1．発表者：

A.K.M. Rashedul Islam（京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 博士前期課程 先端ファイブロ科学専攻）
吉田 登　（京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 博士前期課程 先端ファイブロ科学専攻）
宮田 千歌　（SUMINOE 株式会社）
宮村 佳成　（SUMINOE 株式会社）
石井 佑弥　（京都工芸繊維大学 繊維学系 准教授/大学院工芸科学研究科 先端ファイブロ科学専攻 担当/繊維科学センター兼担）

2．発表のポイント：

◆無給電状態でヒトが触れたことや押し込んだことを連続的にセンシングできる「糸」を新規開発
◆環境中にある商用交流電源由来の電磁界をエネルギー源として活用し、無給電でセンシングを実現
◆従来のファブリック型圧力センサでは困難であった、一定の圧力が印加され続ける静的圧力印加状態での連続出力を実現
◆1 本の糸がセンサとして機能するため、編む・織る・縫うといった標準的なテキスタイル製造プロセスにそのまま適用可能
◆多様なウェアラブルデバイスやヒューマンマシンインターフェース（注 1）やフィジカル AI（注 2）への応用が期待される

3．発表概要：

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 博士前期課程 先端ファイブロ科学専攻の A.K.M. Rashedul Islam 氏と吉田登氏、同大学の繊維学系 石井佑弥 准教授、SUMINOE 株式会社の宮田千歌氏と宮村佳成氏の産学連携グループは、電池や外部電源を使わずに、人が触れたことや押し込む力を連続的に検知できる、新しい圧力センシング糸を開発しました。従来の繊維型圧力センサでは難しかった、一定の力で押し続けている状態での連続センシングも可能です。

開発した糸は、導電性の芯糸を非導電性の鞘糸で覆った「芯鞘構造」を持っています。その特徴は、身の回りの電気機器や配線から生じる電磁界を利用する点にあります。ヒトがアンテナのように周囲の電磁界を受け取り、糸がその電気信号を検知することで、外部から電力を供給することなくセンシングを実現します。

さらに、糸に圧力が加わると外側の非導電性繊維が圧縮され、糸の電気的特性が変化します。この変化を電圧信号として捉えることで、触れたことでだけでなく、押し込む力の大きさや、押し続けている状態も連続的に検知できます。

開発した糸は、編機や織機、ミシンなど、既存の繊維加工技術で取り扱うことができ、さまざまな繊維製品にセンシング機能を付与できます。例えば、ぬいぐるみやペットロボットに組み込むことで、ヒトが触れたり、抱きしめたりする動作を検知し、ヒトと機械の自然なコミュニケーションを支える技術として期待されます。将来的には、ドールセラピーやヒトと接するフィジカル AI などへの応用も考えられます。

本研究成果は、2026 年 11 月 26 日付けで Advanced Materials Technologies 誌にオンライン掲載されました。

４．発表内容：

研究の背景

近年のロボット産業やフィジカル AI 産業などの急速な発展に伴い、ヒトと機械が物理的に接触するヒューマンマシンインターフェースの重要性が高まっています。なかでも、肌触りがよく、しなやかに曲げることができ、通気性を有する、テキスタイル（糸からなる編物や織物や組物など）型の圧力センサは、ヒトとの親和性の良いヒューマンマシンインターフェースとして注目を集めています。

これまでに、テキスタイル型の圧力センサの代表例として、①圧電方式や摩擦帯電方式、②圧抵抗方式や静電容量方式が報告されていました。しかし、①については無給電状態での圧力センシングは可能であるものの、圧力を加え続けている静的状態での連続センシングは原理的に困難でした。また②については、前述の静的な圧力印加状態および動的な圧力印加状態の双方で連続的な圧力検知が可能ですが、外部からの継続的な電力供給が必要であり、配線やシステムも複雑化してしまう課題がありました。このようななか、本研究グループは、無給電状態でヒトが触れたことや押し込んだことを静的状態および動的状態で連続センシングできる革新的な「糸」を開発しました。

これまでに本研究グループは、商用交流電源で駆動する電気機器やこの配線などから環境中に放散され未利用であった商用交流電源由来の電磁界を利用し、無給電でありながら接触と圧力を連続検知できる 5 層編み構造のスペーサーファブリック（注 3）型圧力センサを開発してきました。しかしこの圧力センサは、複雑な編み構造であるため、デザインの柔軟性や製造プロセスに制約がありました。

研究内容

本研究は、これまでの複雑な多層構造からなる上述のファブリック型圧力センサを「1 本の糸」に集約することに成功しました。すなわち、無給電状態でヒトが触れたことや押し込んだことを連続センシングできる糸を開発しました。この糸は、芯糸に導電性糸、鞘糸に非導電性糸（綿糸）を配して撚られた芯鞘導電糸で構成されます[図 1(a),(b)]。

開発した糸は、無給電状態であってもヒトが触れたときに連続した交流電圧を出力します[図 1(c)]。これにより、無給電状態でヒトが触れたことを連続センシングするタッチセンサとして動作します。さらに押し込んだときに、この押し込み圧力の増加に対応して、連続出力する交流電圧の振幅が増加します[図 1(c)]。すなわち、無給電状態でヒトが押し込んだことを連続センシングする圧力センサとして動作します。

開発した糸が連続した交流電圧を出力するメカニズムが次のとおりであることを実験により明らかにしました。商用交流電源で駆動する電気機器やこの配線などから環境中に放散されている商用交流電源由来の電磁界を、ヒトがアンテナのように拾い、これを上述の芯鞘導電糸が非導電性糸層を隔てて導電性糸層で交流電流値もしくは交流電圧値として検知することで、外部電源なしで導電性糸から連続した交流電圧が出力されました。

さらに、押し込んだときに押し込み圧力の増加に対応して、連続出力する交流電圧の振幅が増加するメカニズムが次のとおりであることも、実験と等価回路モデルを用いた解析により明らかにしました。開発した糸に圧力が加わると、非導電性の鞘糸層が圧縮されて電気的特性（静電容量値と抵抗値）が変化し出力電圧の振幅が増加しました。

最後に、開発した糸の応用展開例として、市販のクマのぬいぐるみの右手にこの糸を数往復縫い付けました[図 2(a),(b)]。この縫い付けた部分に、ヒトの指が触れていないとき、触れたとき、押し込んだときの出力電圧を測定しました。この結果、無給電状態にもかかわらず、ヒトの指が触れると連続した交流電圧が出力され、押し込むとこの振幅が増加したことから、各状態を連続して識別できることを実証しました[図 1(c)]。

開発した糸は、編機、織機、ミシンなど既存の標準的なテキスタイル製造技術で使用可能であるため、比較的容易に既存のテキスタイル製品に上述の圧力センサ機能を付与できます。例えば、ぬいぐるみやペットロボットなどに縫い付けて、ヒトが触れたことや押し込んだことを連続かつ省電力でセンシング可能です。このため、ドールセラピーやペットロボットとのコミュニケーションなどに用いるヒューマンマシンインターフェースへの活用が大いに期待されます。また、ヒトと接するフィジカル AI 用途のセンサとしても期待されます。なお、開発した糸と技術は、日常の生活空間に散逸して未利用であった環境電磁界エネルギーを有効活用（環境発電）する糸と技術とも言えます。

本発表関連の特許

・【発明名称】発電部材およびタッチセンサ装置【登録番号】特許第 7776859 号
・【発明名称】センサおよびセンサ用糸【公開番号】特開 2026-030734

5．発表雑誌：

雑誌名：Advanced Materials Technologies
論文タイトル：A single all-textile core–sheath yarn for continuous touch and pressure sensing without external power supply
著者：A.K.M. Rashedul Islam, Noboru Yoshida, Chika Miyata, Yoshinari Miyamura, Yuya Ishii
DOI 番号：10.1002/admt.71491
アブストラクト URL：https://doi.org/10.1002/admt.71491

6．用語解説：

（注 1）ヒューマンマシンインターフェース

ヒトと機械が情報をやり取りするための機器やプログラムなどのインターフェースの総称

（注 2）フィジカル AI

人工知能(AI)がセンサなどを通して現実空間を検知・理解・思考し、ロボットなどの物理的な実体を介して現実空間で動作する技術の総称

（注 3）スペーサーファブリック

ニット生地の一種で、2 枚の表面層をパイル糸でつないだものであり、クッション性に優れ、自動車用シートや布団、中敷きなどに使われている

7．添付資料：

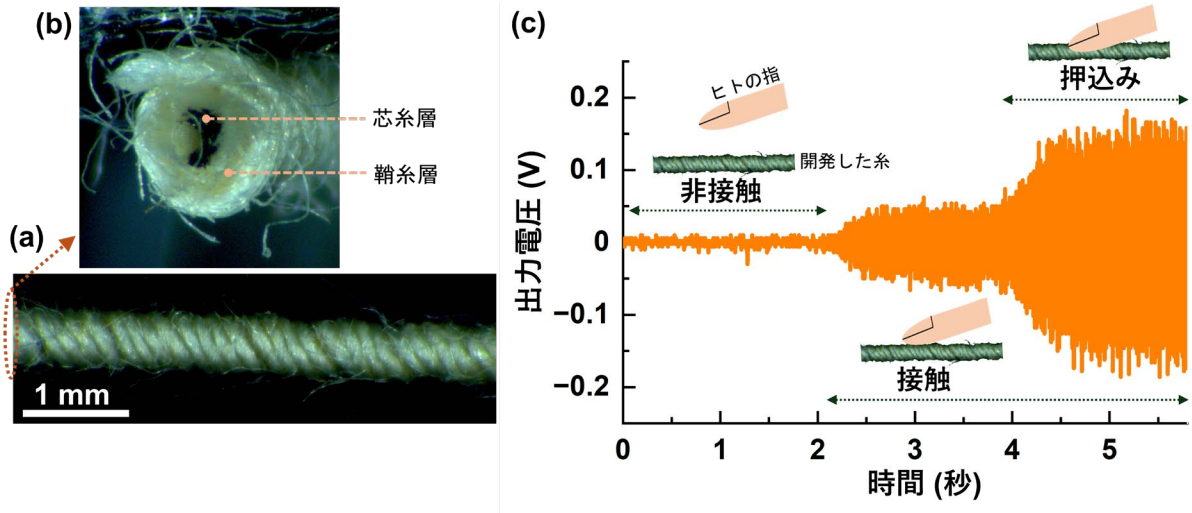


図 1. 開発した糸の(a)側面と(b)断面のマイクロスコープ像と(c)この糸をヒトの指で触ったり押し込んだりしたときの出力電圧

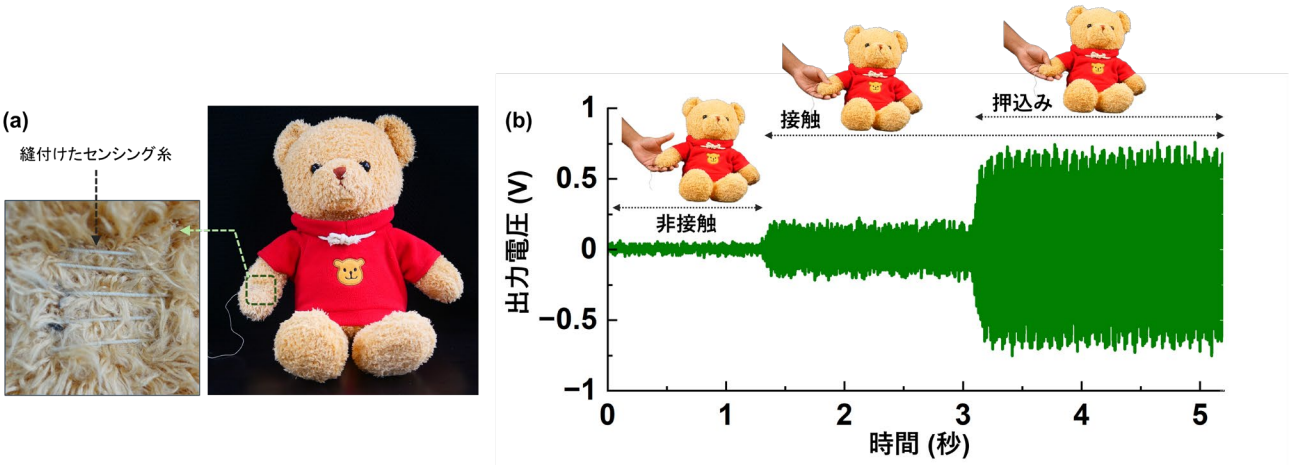


図 2. (a)開発した糸を縫い付けたぬいぐるみの外観と(b)この縫い付けた部分をヒトの指が触ったり押し込んだりしたときの出力電圧

【京都工芸繊維大学について】

京都工芸繊維大学は、京都市左京区松ヶ崎にキャンパスを置く国立の工科系大学です。「科学と芸術の融合」を掲げ、国際的かつ特色ある教育・研究を行っています。

研究分野においては、産学公連携推進センターを核として、地域の産業界や自治体等との共同研究、各種研究会等を通して幅広く連携しています。広範な研究を展開しており、様々な分野を横断した近年の産業界の技術ニーズに的確に対応できる点が強みです。

今後も研究成果や知的財産を社会へ還元し、地域の発展に貢献するため、同センターを中心とした組織的な産学連携を推進し、産業界・社会からの期待に応えていきます。

松ヶ崎キャンパス：京都市左京区松ヶ崎橋上町

学長：吉本 昌広

ホームページ：https://www.kit.ac.jp

【SUMINOE 株式会社について】

1883 年の創業以来、「くらしにおける新しい快適のスタンダード」の提供を目指し、自動車内装・車両内装・インテリア・機能資材の 4 事業を展開しています。

研究・技術開発活動においては、「K（健康）K（環境）R（リサイクル）＋A（アメニティ：快適さ）」を開発の基本理念に掲げ、人と環境にやさしい独自技術・製品の開発を推進しています。長年培ってきた機能付与技術やセンシング技術なども活用し、今後も社会課題の解決と新たな価値創出に取り組んでいきます。

本社：大阪府大阪市中央区南船場 3-11-20　　技術開発センター：奈良県生駒郡安堵町窪田 634-1

代表取締役社長：諏訪 和晃

ホームページ：https://suminoe.co.jp/