

報道関係 各位

2024年2月15日

芝浦工業大学

東京工業大学

## ウェアラブル温熱制御デバイスに流体検知機能を内蔵して 小型化を実現

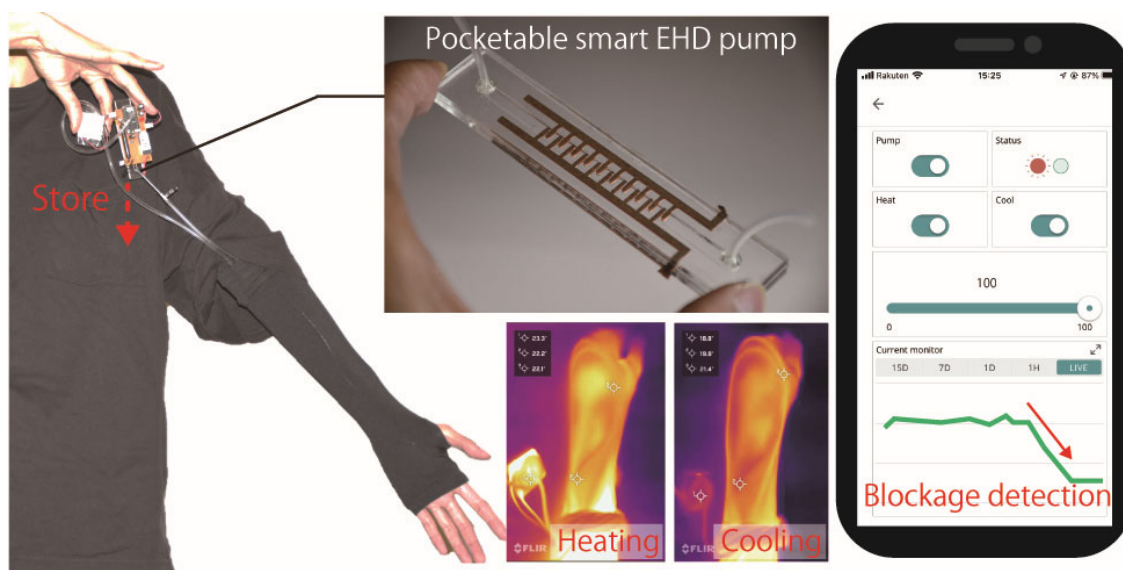
ファッション・医学療法・VR 気温フィードバックに活用可能性

\* \* \*

芝浦工業大学（東京都江東区／学長 山田純）大学院理工学研究科桑島悠氏、工学部細矢直基教授、東京工業大学（東京都目黒区／学長 益一哉）工学院機械系前田真吾教授ら研究チームは、軽量、小型でありながら、衣服内に循環させる液体の流量を自己感知して温熱制御を可能にするウェアラブルデバイスを発表しました。

従来のデバイスは、流量を感知する装置が大きく、かさばっていました。研究チームは流量を自己感知するシステムを開発することで、小型化を実現しました。このデバイスの発展は、仮想空間での温度変化のフィードバックを可能にしたり、温熱療法を簡易化したり、ファッション以外にも活用の可能性があります。

※この研究成果は、「*ACS Applied Materials & Interfaces*」誌に掲載されています。



▲小型スマート電気流体ポンプ（PSEP）を利用した小型ウェアラブル温熱制御デバイス

## ■ 研究の背景

レースカーのドライバー、化学療法などにすでに使用されている液体冷却衣服は、衣服に埋め込まれたチューブを利用して、ポンプで冷たいまたは温かい液体を循環させ、体温を変化させます。しかしこのようなデバイスには、かさばり、騒音の大きい装置が必要で、利便性に課題があります。そこで近年、液体中に電荷を注入し、電界を利用して液体を移動させることで送液する電気流体力学 (EHD) ポンプがウェアラブル機器として注目されています。EHD ポンプは静音で軽量、他のポンプよりも高い流量を確保できます。体にフィットしやすいソフトチューブと EHD ポンプを組み合わせることで、小型で静音なウェアラブル温熱制御デバイスを実現できます。しかし、このような柔らかいチューブは、曲げによって液体が閉塞する可能性があります。

## ■ 研究の概要

研究チームは、衣服用の新しい小型スマート電気流体ポンプ (PSEP) の開発に成功しました。装置内を循環させている液体の流量モニタリングする自己感知システムにより、これまで必要とされていた機器が不要となったため小型化が可能となりました。そのため、従来のウェアラブル温熱制御デバイスの課題となっていた騒音や大きさ、ファッション性の制限を解決することができました。

この PSEP の重要な技術革新は、EHD ポンプにおける流量の自己感知システムです。この自己感知システムは、PSEP の電極間の電流の変化を利用して流量を測定します。何らかの負荷や変動によって流量が変化すると、電極を流れる電流が変化します。この電流の変化を利用して、装置自体の流量を測定することができます。研究チームは実験的にモデルを検証し、その結果が理論計算と一致していることを確認しました。さらに、PSEP は最大 3°C の温度調節が可能で、個人の快適性を大幅に向上させることが明らかになりました。

このシステムを使用して、通常のシャツのポケットに収まるコンパクトな PSEP デバイスを製作しました。また、直感的な制御を可能にするスマートフォンインターフェースを備えています。さらに、自己感知によって詰まりを検知してユーザーに通知する機能を搭載し、効率的な運用を可能としました。

将来的には、PSEP の耐久性を向上させるために、自己修復液体や先端材料などの技術を PSEP に適用させていく予定です。

## ■ 研究助成

本研究は、日本学術振興会による科学研究費補助金 (JP18H05473)、特別研究員奨励費 (JP21J23563) の助成を受けたものです。また、日本学術振興会の科学研究費補助金 JP21H01293 および JP21H04882 の助成に感謝いたします。

## ■ 論文情報

著者 :

芝浦工業大学大学院理工学研究科機能制御システム専攻

桑島 悠

芝浦工業大学大学院理工学研究科機械工学専攻  
東京工業大学国際先駆研究機構 特任助教  
東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻  
Universitas Gadjah Mada

山口 雄也  
山田 雄平  
森田 崇文

Department of Mechanical and Industrial Engineering,  
Faculty of Engineering 助教

Ardi Wiranata

芝浦工業大学大学院理工学研究科機能制御システム専攻

南之園 彩斗

芝浦工業大学工学部機械機能工学科 教授

細矢 直基

東京大学大学院情報学環 教授

笥 康明

東京工業大学工学院機械系 教授

前田 真吾

論文名 : Pocketable and Smart Electrohydrodynamic Pump for Clothes

掲載誌 : *ACS Applied Materials & Interfaces*

DOI : 10.1021/acsami.3c15274

## 芝浦工業大学とは

工学部／システム理工学部／デザイン工学部／建築学部／大学院理工学研究科

<https://www.shibaura-it.ac.jp/>

理工系大学として日本屈指の学生海外派遣数を誇るグローバル教育と、多くの学生が参画する産学連携の研究活動が特長の大学です。東京都（豊洲）と埼玉県（大宮）に2つのキャンパス、4学部1研究科を有し、約9,500人の学生と約300人の専任教員が所属。2024年には工学部が学科制から課程制に移行し、従来の教育の在り方を根本から変えていきます。創立100周年を迎える2027年にはアジア工科系大学トップ10を目指し、教育・研究・社会貢献に取り組んでいます。

## 東京工業大学とは

理学院／工学院／物質理工学院／情報理工学院／生命理工学院／環境・社会理工学院

<https://www.titech.ac.jp/>

創立から140年を超える歴史をもつ国立大学であり、2018年3月には指定国立大学法人の指定を受けた理工系総合大学です。大岡山、すずかけ台、田町の3つのキャンパスに学士課程約5,000人、大学院課程約5,500人の学生が学び、うち、約1,800名が海外からの留学生です。学生の教育研究を支えるのは約1,100人の教員と約600人の職員です。

世界を舞台に科学技術の分野で活躍できる人材の輩出と地球規模で人々の課題を解決する研究成果によって社会に貢献し、長期目標である「世界最高峰の理工系総合大学」の実現を目指します。2024年10月には東京工業大学と東京医科歯科大学が統合し、東京科学大学が誕生します。

## 取材に関する問い合わせ先

学校法人 芝浦工業大学 入試・広報連携推進部企画広報課 柴田

TEL 03-5859-7070 FAX 03-5859-7071 E-mail [koho@ow.shibaura-it.ac.jp](mailto:koho@ow.shibaura-it.ac.jp)

国立大学法人 東京工業大学 総務部 広報課

TEL 03-5734-2975 FAX 03-5734-3661 E-mail [media@jim.titech.ac.jp](mailto:media@jim.titech.ac.jp)