

補助事業番号 2023M-299

補助事業名 2023年度 ひも製造技術を応用したセンサ複合ソフトロボットフィンガの開発 補助事業

補助事業者名 岡山大学 脇元修一

## 1 研究の概要

空気圧駆動の代表的なソフトアクチュエータであるマッキベン型人工筋肉を改良することで、2関節を有するソフトロボットフィンガを実現する。また、フィンガの構造内に光ファイバを組み込むことで、フィンガの湾曲量の推定を可能とする。本フィンガの開発では、ひも製造技術を利用する。ひも製造技術を用いることで、光ファイバを複合したフィンガを容易に実現することが期待できる。

実際に開発したロボットフィンガの基礎実験によって、2関節が独立して駆動し、各関節の湾曲量が光ファイバセンサによって推定できる可能性があることを示した。また、このソフトロボットフィンガの製作技術から、新たな索状構造ソフトメカニズムの構築の基礎を築いた。

## 2 研究の目的と背景

これまでのモータやシリンダといった剛体で構成されているアクチュエータを用いた機構に対して、近年、機械的な柔らかさを特長とするソフトアクチュエータを用いた柔軟なロボットの開発が盛んに行われている。ソフトロボットハンドは、リハビリ用グローブや不定形・脆弱物体などのハンドリングデバイスとしての期待が高い。マッキベン型人工筋肉は、ゴムチューブと編み込まれた繊維から構成される。本研究では、マッキベン型人工筋肉を基本構造とし、2つの湾曲関節を有するソフトロボットフィンガの開発を目的としている。開発するフィンガには、光ファイバが複合され、これによって各関節の湾曲量が推定可能となる。ひも製造技術を適用することで、容易なソフトロボットフィンガの構築を実現する。

## 3 研究内容

(1) ひも製造技術を応用したセンサ複合ソフトロボットフィンガの開発

(<http://www.act.sys.okayama-u.ac.jp/kouseigaku/japanese/artificialmuscle.j.html>)

### ・ソフトロボットフィンガの構造

2関節を有し、光ファイバによって、関節の湾曲量が推定可能なソフトロボットフィンガの構造を図1に示す。本フィンガは、ゴムチューブ、繊維、光ファイバを主な要素としている。光ファイバには、発光素子と受光素子とその両端に取り付けられている。ゴムチューブは2室に分かれており、それぞれの部屋に独立して空気を供給でき、空気圧が供給された箇所は、光ファイバ側を外側として湾曲駆動を行う。光ファイバには、湾曲にともなって光の漏れが助長されるように、その表面の一部が削られている。2本の光ファイバが用いられており、この表面の除去加工箇所は、2つの湾曲箇所の中心部になるよう設計されている。このため、2つの部屋(関節)の湾曲量と光ファイバを

伝播する光量(センサ出力)が相関する。

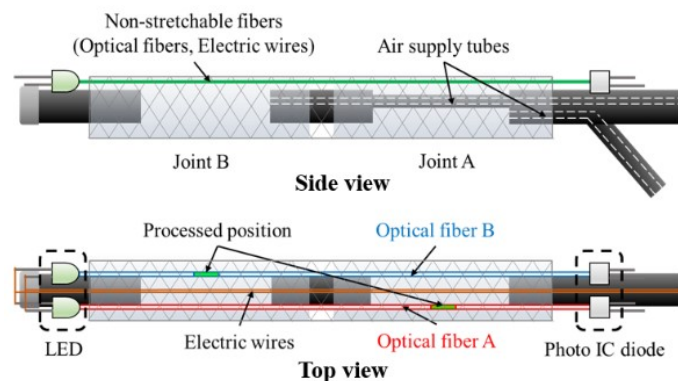


図1 光ファイバを複合した2関節ソフトロボットフィンガの構造

#### ・ひも製造技術の利用

ソフトロボットフィンガは、ひも製造技術を用いることで実現した。図2に製作の様子を示す。ひもを製造する本装置は製紐機(せいちゅうき)と呼ばれ、ポビンにセットした複数の繊維を、交差させながら組み上げていくことができる。また、交差させながら組み上げる繊維とは別に、軸方向に直線状に繊維を複合していくことも可能である。本装置の中央部に2部屋に分かれたゴムチューブをセットし、光ファイバ、およびLED電源用導線を直線状に複合しながら繊維を組み上げていくことで、2関節を有し、かつ光ファイバセンサを複合したソフトロボットフィンガが製作できる。

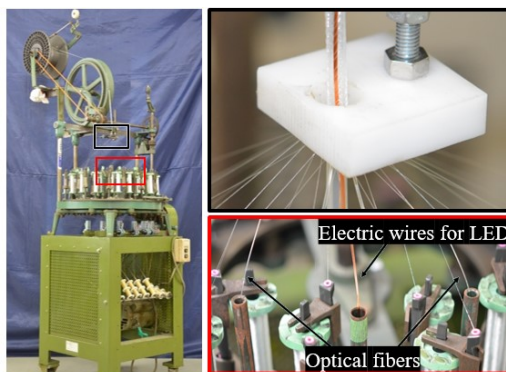


図2 ひも製造技術を用いたソフトロボットフィンガの製作

#### ・基礎特性

製作したソフトロボットフィンガを図3(上)に示す。交差している繊維に対して、直線状に2本の光ファイバとLEDの電源用導線が配置されていることが分かる。また、図3(中、下)は2つの関節に空気圧を印加したときの駆動の様子を示している。印加圧力を300kPaとして、関節A、関節Bに空気圧を印加した結果、各関節は独立して湾曲駆動することが可能であった。また、センサ出力は、各関節の駆動に対応し、関節の湾曲角度に対する平均推定誤差は4.5度であった。

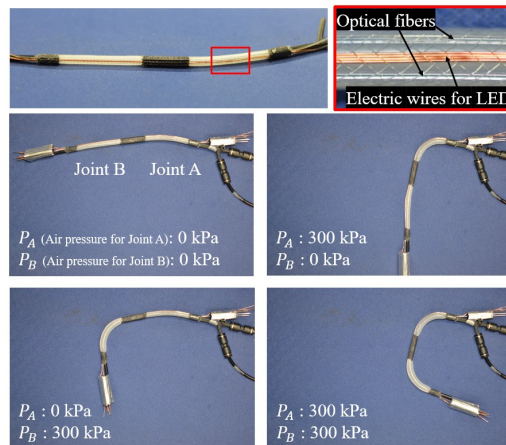


図3 製作したソフトロボットフィンガ(上)と駆動の様子(中、下)

#### ・他のソフトメカニズムへの応用

ソフトロボットフィンガを構築に際して、複数の関節を直列接続した柔らかいメカニズム(ソフトメカニズム)の構築手法に関する知見を得た。これを活かすことで、フィンガ以外のソフトメカニズムの試作も実施した。図4(左)のインチワーム型推進機構、図4(右)のねじれ・湾曲メカニズムを試作し、その駆動に成功している。

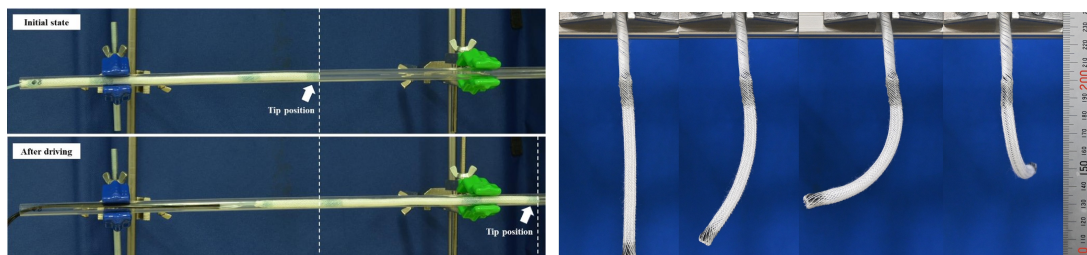


図4 応用したソフトメカニズム (左)インチワーム型推進機構、(右)ねじれ・湾曲メカニズム

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

不定形であったり、脆弱であったりといった物体のハンドリングが可能なロボットハンドへの展開が期待できる。また、センサ機能によって、その効果を確認しながら利用できる福祉用リハビリグロブなどへの展開可能性ある。実用に向けて取り組んでいきたい。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでソフトアクチュエータ(人工筋肉)・ソフトロボットの研究に従事してきた。本研究にて、関節を直列配置した柔らかいメカニズムの構築手法を確立できたことは、今後の研究に新たな指針を与えるものとなった。

これまでに、ベンチャー企業を設立し、人工筋肉の実用化を行ってきた。本事業の成果につい

でも、実用的なメカニズムを具現化し、実用化していきたい。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

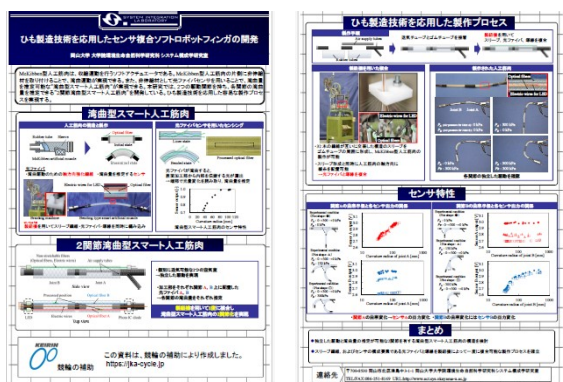
- ・ 田 偉航, 脇元修一, 岡田力丸, 笹沼将吾, 山口大介, 神田岳文, 製紐機を利用した3ユニットを有する素状体ソフトロボットの試作, 日本機械学会 第23回機素潤滑設計部門講演会, 1B3-1, 2024年4月
- ・ 岡田 力丸, 脇元 修一, 田 偉航, 神田 岳文, 山口 大介, 渡部 紘平, 組紐製造技術による2自由度ソフトメカニズムの製作, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会, 2A1-Q05, 2024年5月

## 7 補助事業に係る成果物

### (1)補助事業により作成したもの

研究内容紹介リーフレット

[http://www.act.sys.okayama-u.ac.jp/kouseigaku/japanese/img/JKA2023\\_wakimoto.pdf](http://www.act.sys.okayama-u.ac.jp/kouseigaku/japanese/img/JKA2023_wakimoto.pdf)



### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 岡山大学 学術研究院 環境生命自然科学学域

(オカヤマダイガク ガクジュツケンキュウイン カンキョウセイメイシゼンカガクガクイキ)

住 所: 〒700-8530

岡山県岡山市北区津島中3-1-1

担 当 者 准教授 脇元修一(ワキモトシュウイチ)

担 当 部 署: システム構成学教育研究分野

(システムコウセイガクキョウイクケンキュウブンヤ)

E-mail: wakimoto@okayama-u.ac.jp

U R L: <http://www.act.sys.okayama-u.ac.jp/kouseigaku/japanese/index.html>