

# 柔軟軸を有する ソフトロータリアクチュエータ

岡山大学 学術研究院自然科学学域  
産業創成工学専攻  
助教 下岡 綜

2022年9月29日

# 研究背景と問題点

持ち上げ，位置決め，ドアの開閉，クランプ作業など・・・

機械の回転動作に広く使われるロータリアクチュエータ



(株)SMC CRA1BS100-100C  
(空気圧)

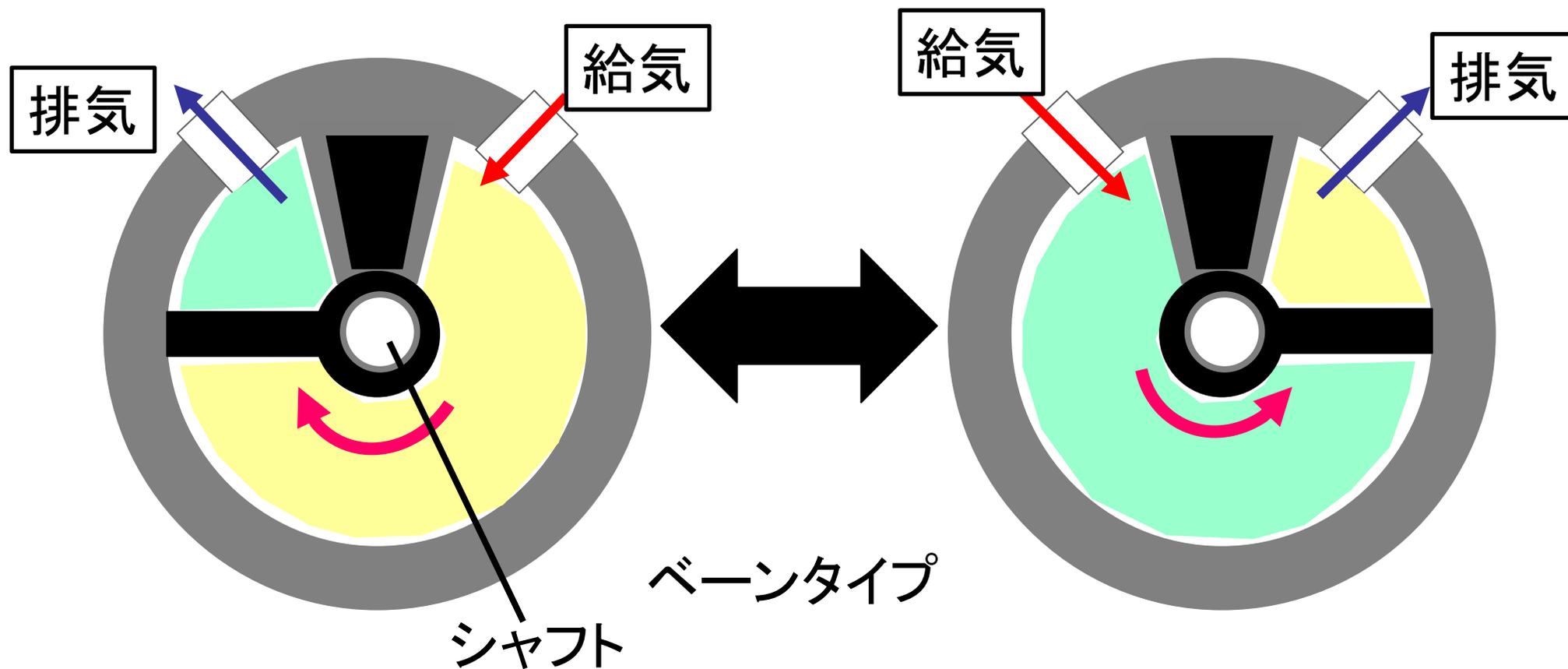


(株)TAIYO HRNシリーズ  
(油圧)



- 軸(シャフト)が変形すると使用できない
- 人密接関わる環境では使用が難しい。
- 軽量化しにくい。

# 従来の空気圧駆動による ロータリアクチュエータのしくみ

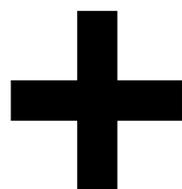


両側から空気圧を加えることで保持も可能.

## 研究内容について

### ロータリアクチュエータ

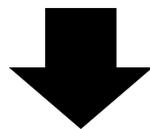
- ・ 回転運動
- ・ 軸が固定



### ソフトアクチュエータ

- ・ 柔軟性・安全性が高い
- ・ 多彩な動作が可能
- ・ 軽量

軸が曲がった状態でも回転運動する  
新機構のソフトロータリアクチュエータを研究・開発



人と密接に関わる環境への応用  
医療・福祉, ロボットの駆動部など...

# ソフトアクチュエータについて

## ソフトアクチュエータの例: マッキベン型ゴム人工筋

- ゴムの膨張と網目状の繊維により**収縮力**を実現
- 空気などの流体源で駆動するため、**出力/重量比が高い**
- 用途に合ったサイズ(直径)を**容易に製作可能**
- 従来のアクチュエータにはなかった**柔軟な動作**を実現
- パワーアシストの**支援装置に適用**



マッキベン型ゴム人工筋



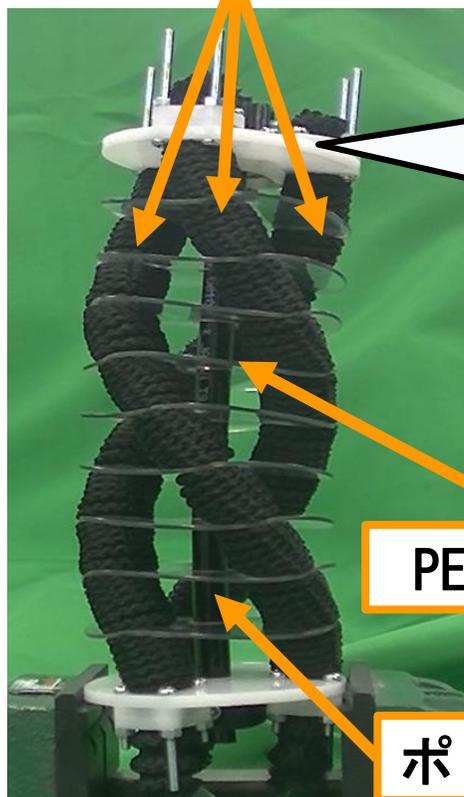
(株)イノフィス マッスルスーツ

# 新技術の特徴について

## ソフトロータリアクチュエータについて

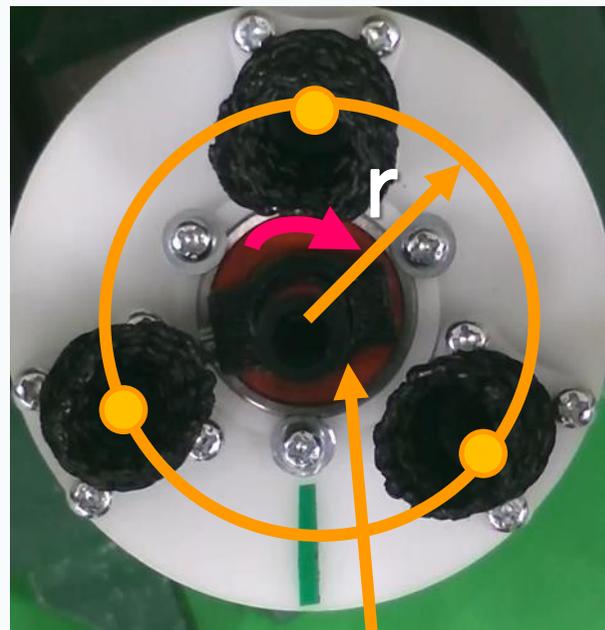
### Flexible Rotary Actuator : FRA

伸長型ソフトアクチュエータ



PET板 (t=1)

ポリウレタンチューブ



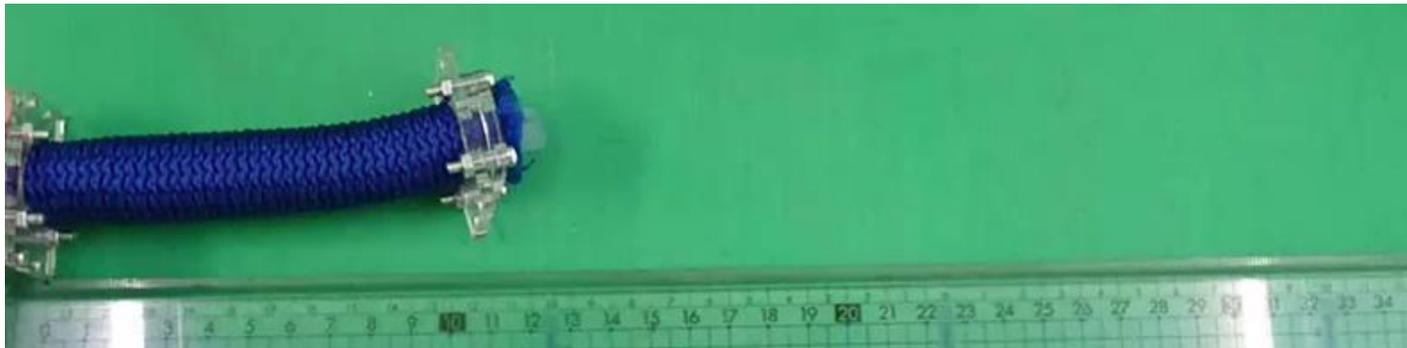
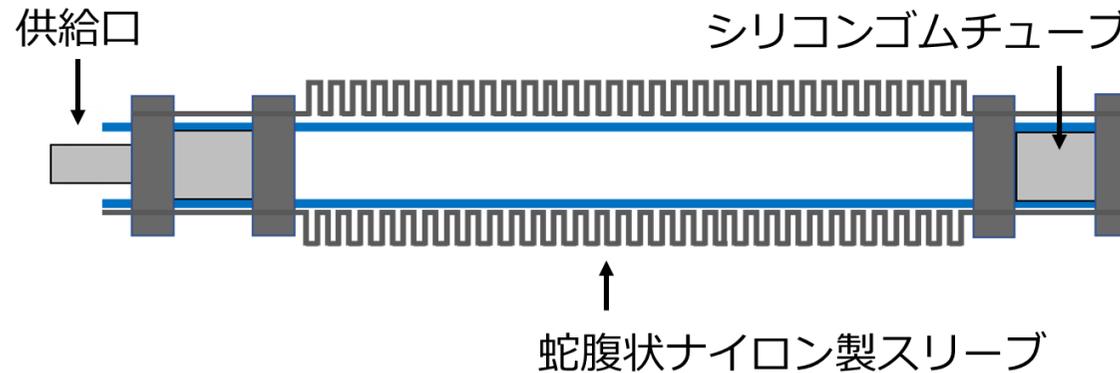
ベアリング

アクチュエータに圧力を加えることで回転動作を行う。

# 新技術の特徴について

## 伸長型柔軟空気圧アクチュエータについて

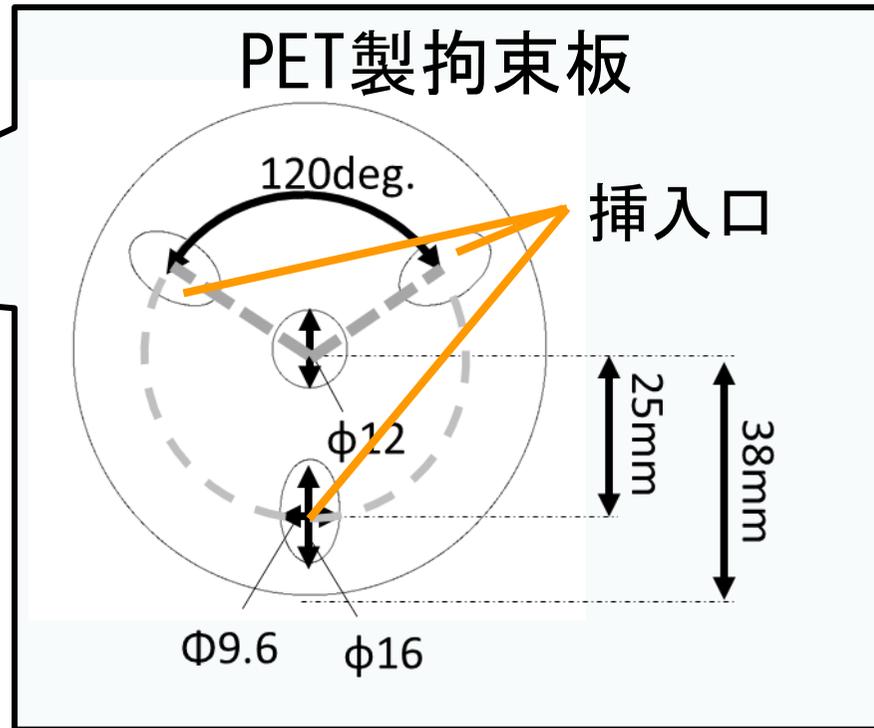
Extension type Flexible Pneumatic Actuator : EFPA



- 初期長から2.5倍程度伸びる
  - 伸長時でも柔軟性を持つ
  - 軽量 (50 g) ・ 安価 (500円)
  - 防水性に優れる
- (引張り力 : 約60N)

# 新技術の特徴について

## 幾何学的拘束について



- 等間隔に拘束することで各EFPAを束ねる
- 幾何学的拘束により螺旋形状に固定
- 軸方向は柔軟性を保持
- 拘束枚数によって柔軟性が変化可能

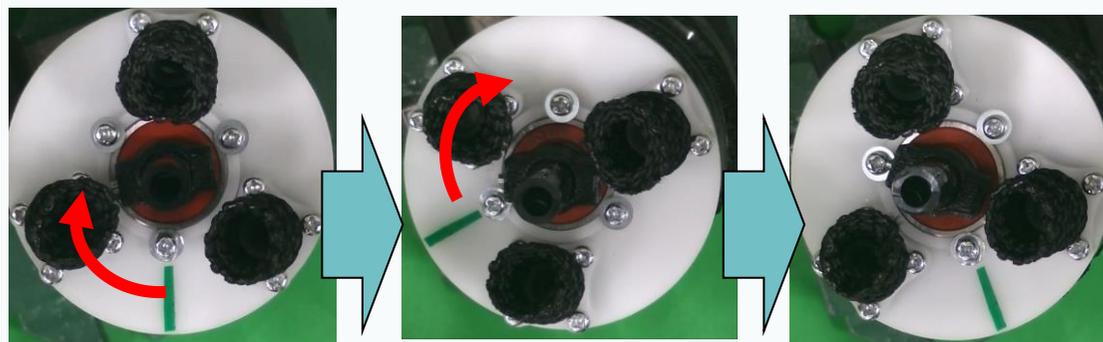
# 新技術の特徴について

## 動作原理について

平面

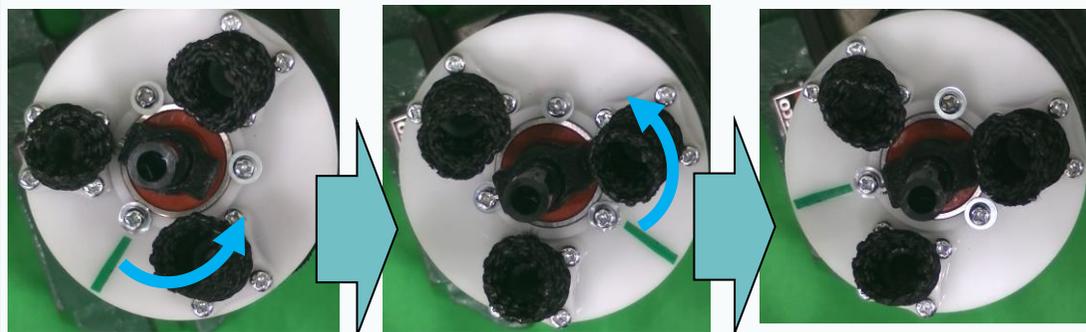


加圧時



時計回りに回転する  
最大約400°

減圧時



反時計回りに回転する

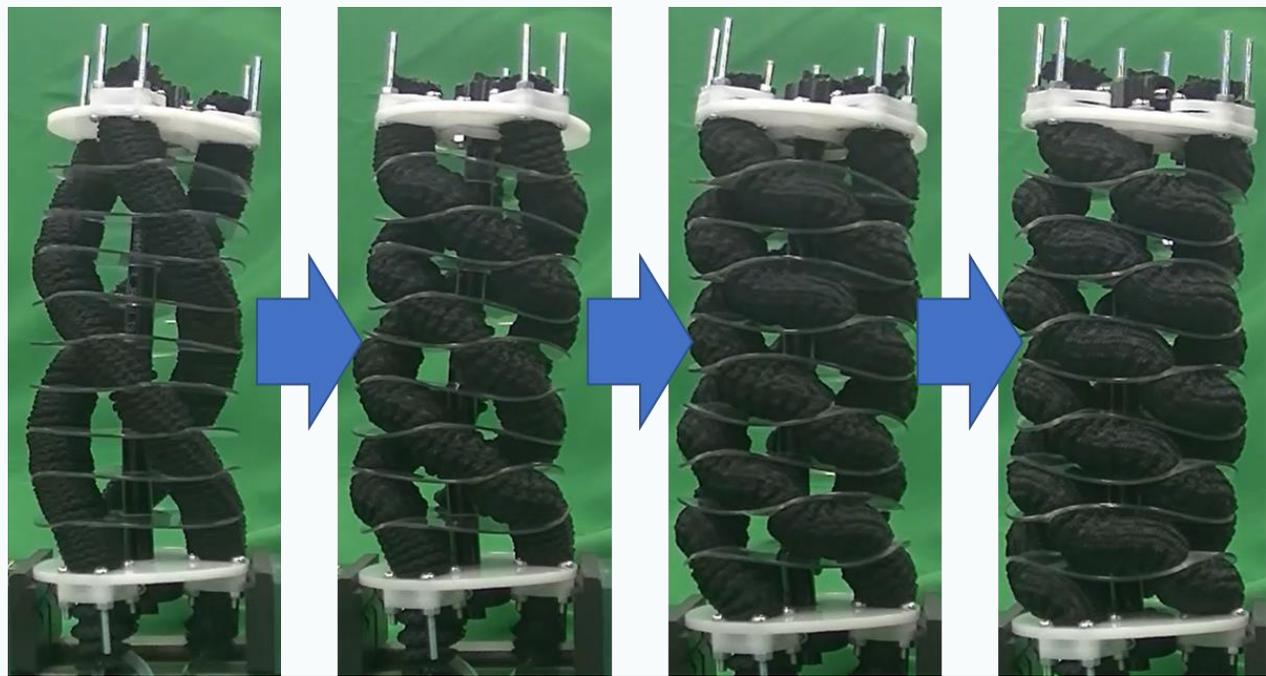
# 新技術の特徴について

## 動作原理について

側面



加圧時



- 軸方向に動作せず，回転方向に動作
- 拘束により水平に保たれている
- 排気動作により元の形状に戻る

# 新技術の特徴について

## 曲げた場合での回転動作

側面

アクチュエータを約45° 傾けた場合の動作



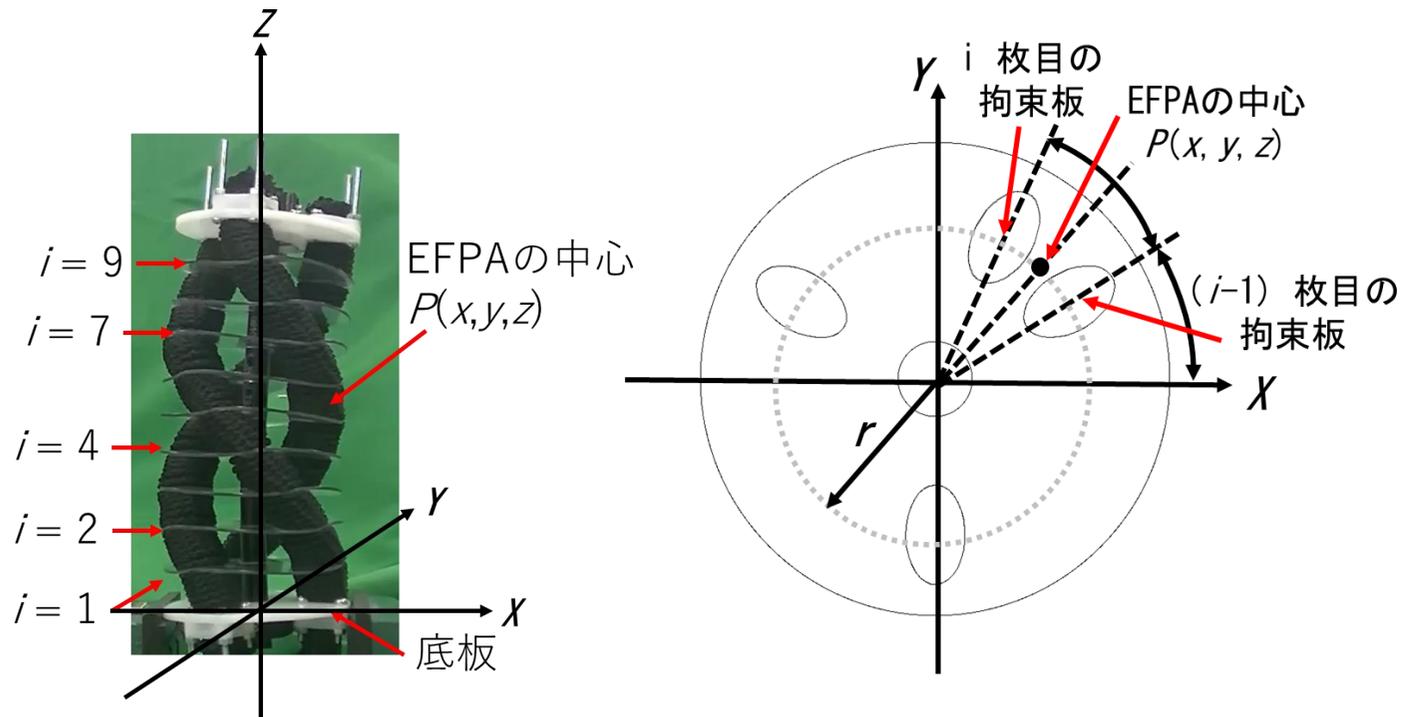
加圧時



曲げた状態でも回転することを確認

# 新技術の特徴について

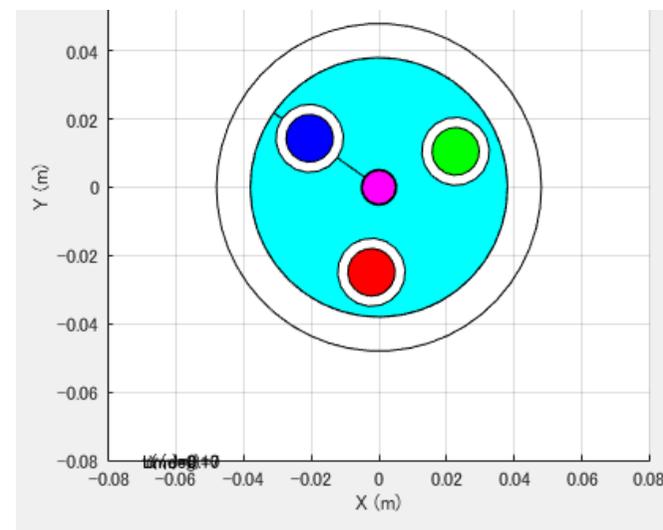
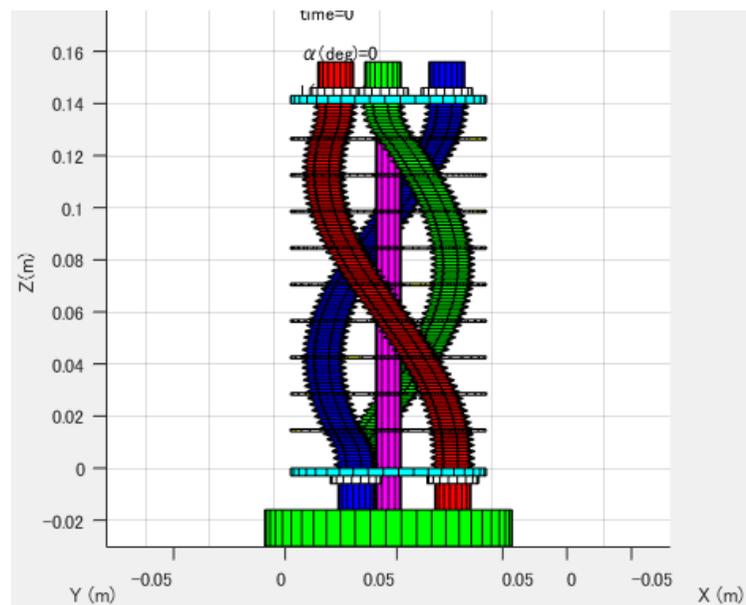
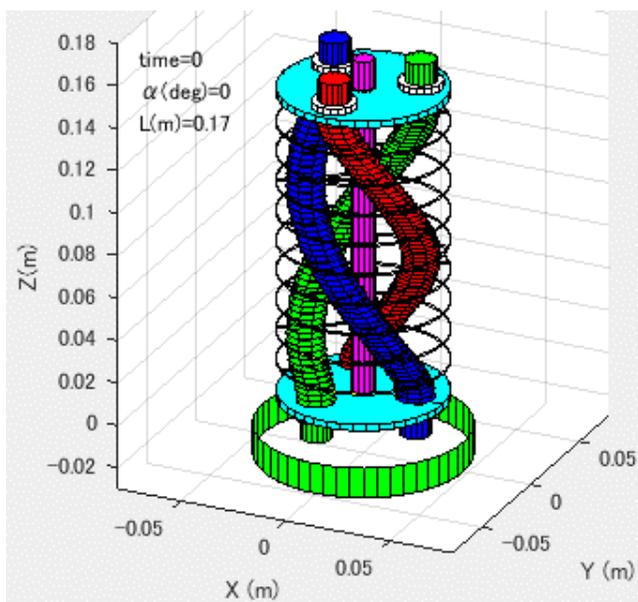
## 設計のための解析モデル



拘束間隔と1枚毎の回転角度を把握することで  
アクチュエータ (FRA) の回転角度がわかる

# 新技術の特徴について

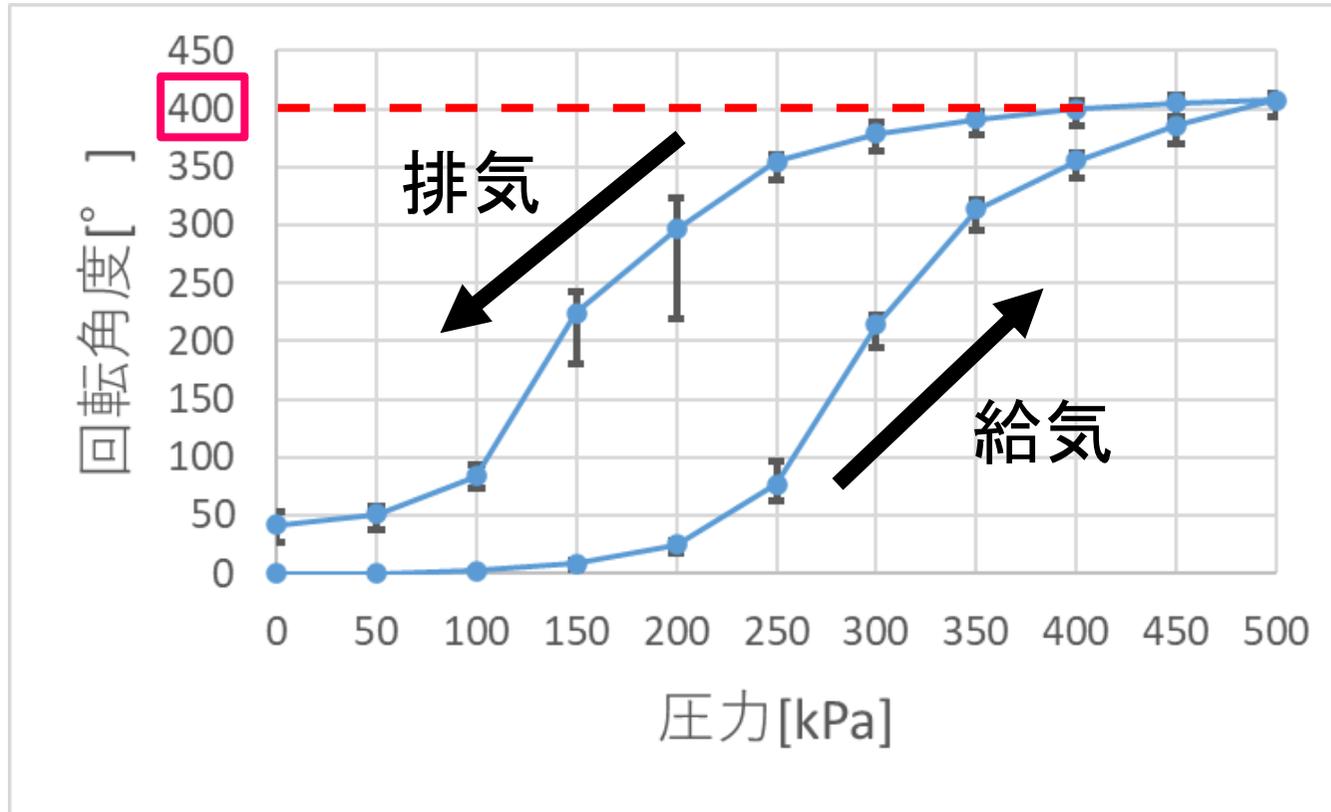
## 設計のための解析モデル



拘束間隔と1枚毎の回転角度を把握することで  
アクチュエータ (FRA) の回転角度がわかる

# 新技術の特徴について

## 動作時の回転角度について

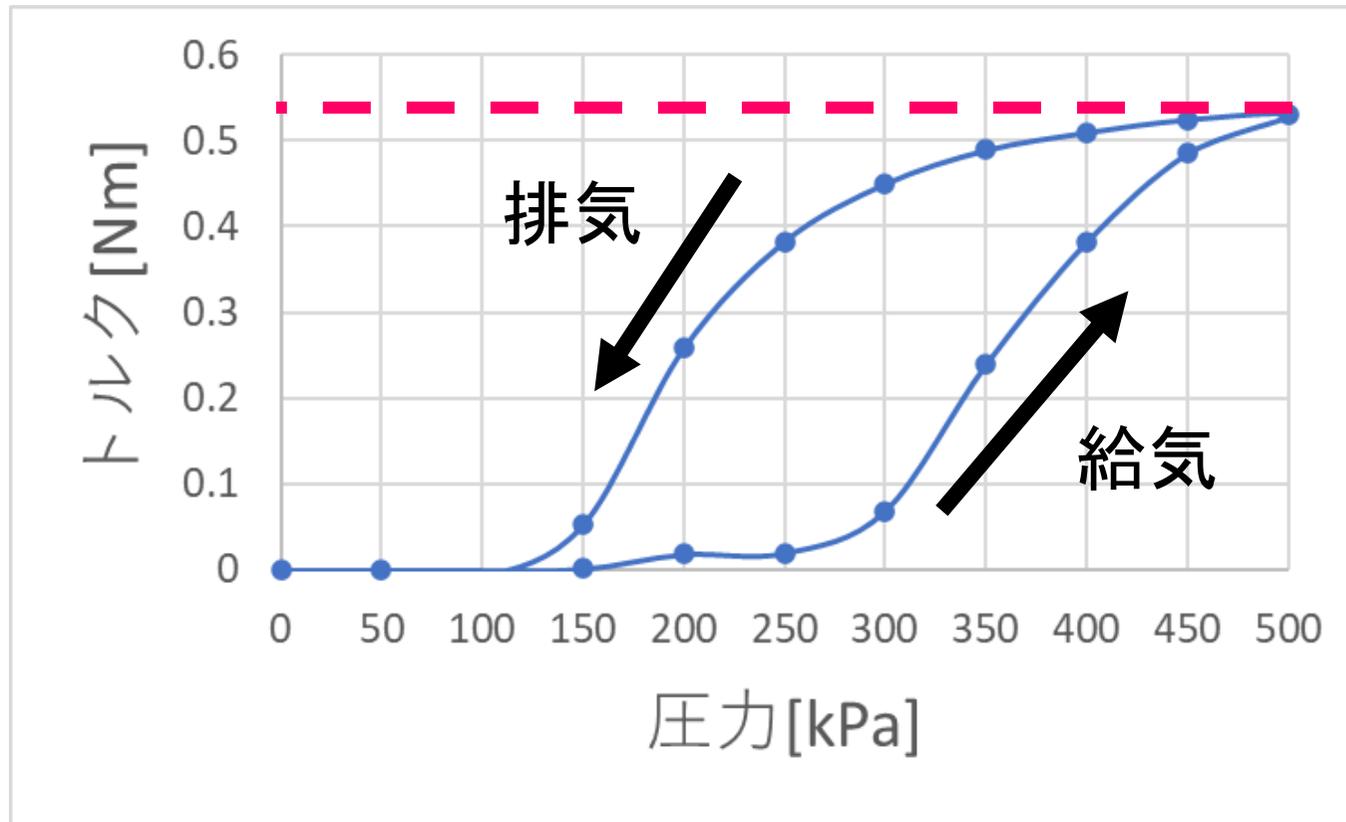


圧力毎の回転角度

- 最大回転角度：約400°
- チューブとスリーブによりヒステリシスがある

# 新技術の特徴について

## 動作時の回転角度について



圧力毎のトルク

- 最大トルク：約0.5Nm

# 新技術の特徴について

## 従来と提案技術の比較

特性	従来技術	提案技術
剛性	高い	低い(柔軟性が高い)
重量	約0.05~0.35kg	約0.3kg
コスト	約9~15千円程度	約2千円
回転角度(揺動角度)	0~275°	約0~400°
トルク(圧力0.5MPa時)	0.118~5.197Nm	約0.5Nm
防水性(洗浄等)	低い	高い(耐腐食性)
変形した場合	使用不可	柔軟なため使用可
駆動における柔軟性	○	◎
医療福祉・人への応用	△	◎

## FRAの想定される用途

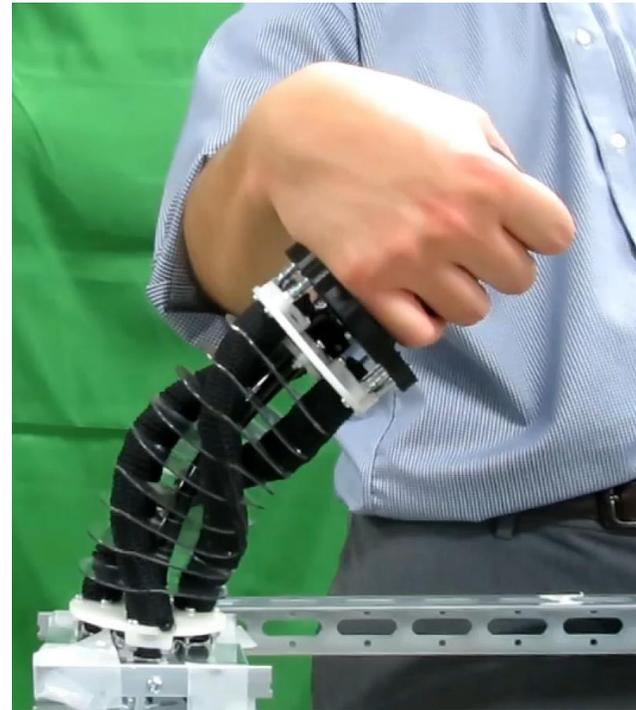
- 手首やひねりの運動を行うようなりハビリ装置  
(拘縮した人でも使用可)
- ロボットの旋回動作等に利用  
(人と接する環境で過度な力を与えない)

# FRAの想定される用途

- 手首やひねりの運動を行うようなリハビリ装置



通常動作



曲げた状態での動作

## 実用化に向けた課題

- 軸方向のコンパクト化
- アクチュエータ (EFPA) の細径化
- 低圧駆動化 (現在0.5MPaで使用)
- トルクの向上
- 計測センサの搭載
- ヒステリシスの改善

## 企業への期待

- 小型化に向けたアクチュエータの開発  
例：使用される蛇腹の布の細径化，  
拘束部品の製作
- 駆動環境の構築  
例：低駆動可能なゴムチューブの開発，  
小型コンプレッサの開発
- 応用先への適用  
例：医療福祉に向けた支援装置の開発，  
柔軟ロボットへの適用

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ロータリアクチュエータ及び人体運動装置
- 出願番号 : 特願2022-124797
- 出願人 : 岡山大学
- 発明者 : 下岡綜、五福明夫

## 産学連携の経歴

- 2018年-2020年 (株)明治機械製作所と共同研究実施
- 2020年-現在 (株)テクノプロジェクトと共同研究実施

# お問い合わせ先

岡山大学

研究推進機構 知的財産本部

TEL: 086-251-8417

FAX: 086-251-8961

e-mail: [cr-ip@okayama-u.ac.jp](mailto:cr-ip@okayama-u.ac.jp)

URL: <http://www.orzd.okayama-u.ac.jp/>