新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

複数の蝶番を備えた空気圧ソフトアクチュエータ

東京電機大学　理工学部
理工学科　電子工学系
教授　本間 章彦

2023年10月26日

研究背景（福祉分野の現状）

- 高齢者が増加する一方で、介護や医療従事者などの労働人口は減少している。
- リハビリテーションの担い手である理学療法士や作業療法士は人材不足となっている。
- 理学療法士や作業療法士の補助や代わりとなるリハビリ装置、アシストスーツの開発が注目されている。
- これらを駆動するアクチュエータとして、空気圧で動作する空気圧ソフトアクチュエータが注目されている。

研究背景（ソフトアクチュエータ）

- 空気圧ソフトアクチュエータを含むソフトロボット分野が、国内を問わず海外でも注目され様々な分野への応用が期待されている。
- ソフトアクチュエータにおいて、空気圧という1入力に対し、出力である動作が多数にならないよう、使用用途に合わせて出力としての動作をある程度、制限する機構や構造を作る必要がある。
- アクチュエータの動作自由度を制限しすぎると、使用用途が限定され、カスタマイズの余地が無いものになってしまう。

従来技術とその問題点

従来の空気圧ソフトアクチュエータの構造においては、空気圧ソフトアクチュエータの初期形状や動作方向を決める構造または機構が空気圧ソフトアクチュエータに組み込まれている。そのため、

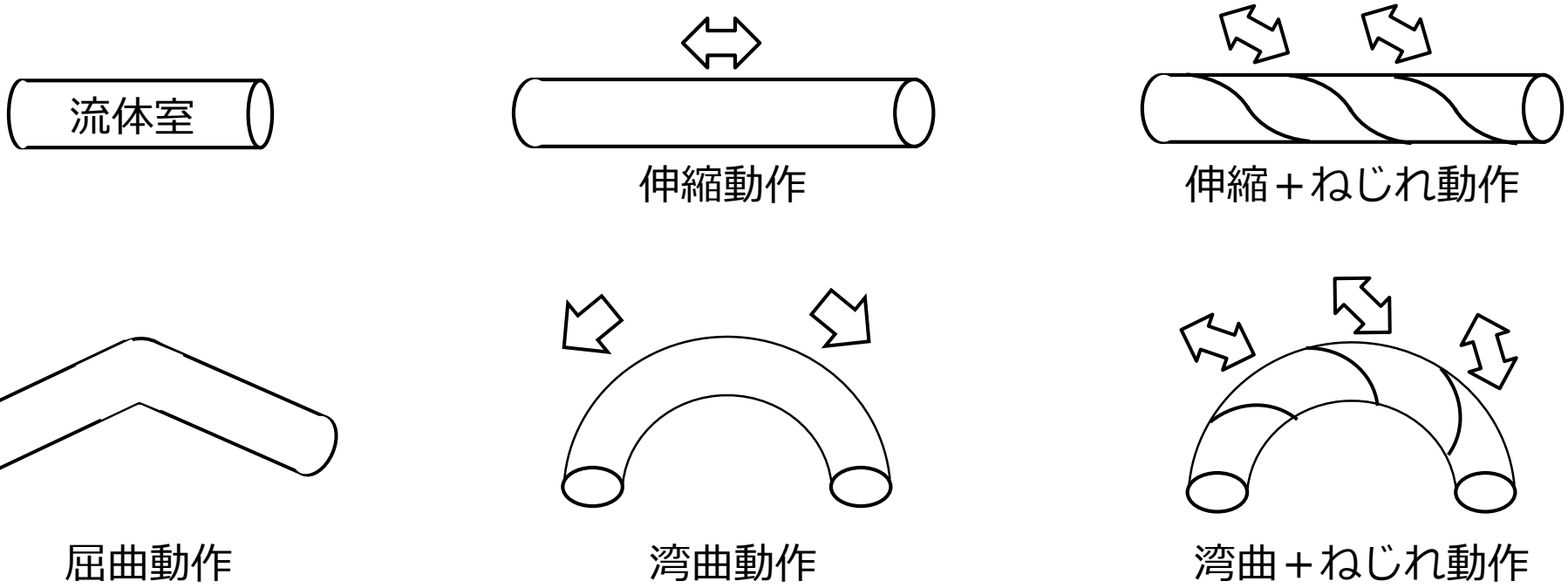
・空気圧ソフトアクチュエータの初期形状や動作方向、屈曲箇所の調節を後付けで行うことが困難

・カスタマイズ等の余地や、使用用途が制限されてしまう

等の問題点が課題として挙げられる。

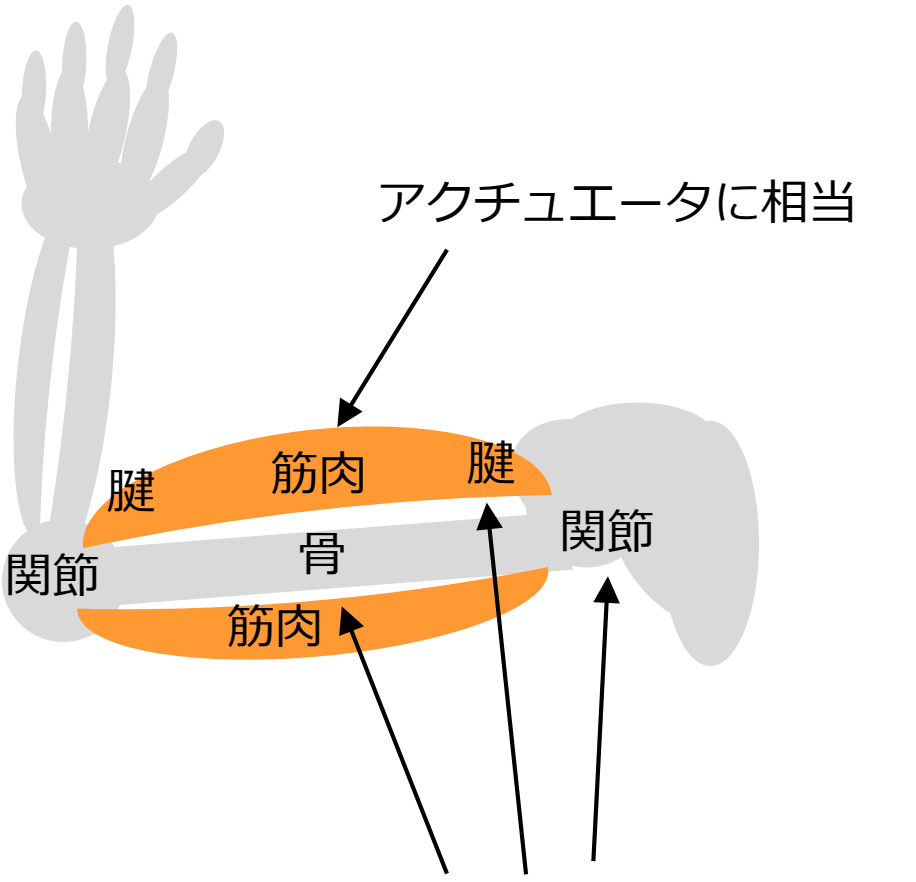
従来技術（空気圧ソフトアクチュエータ）

内部に作動流体を収納可能な流体室を有し、該作動流体の圧力によって伸縮する



空気圧ソフトアクチュエータの初期形状や動作方向を決める構造または機構が最初から空気圧ソフトアクチュエータに組み込まれている。
アクチュエータ素材よりも剛性の高い弾性材料と一体化して作製されており、あらかじめ設計された動作しかできない。

従来技術（空気圧ソフトアクチュエータ）



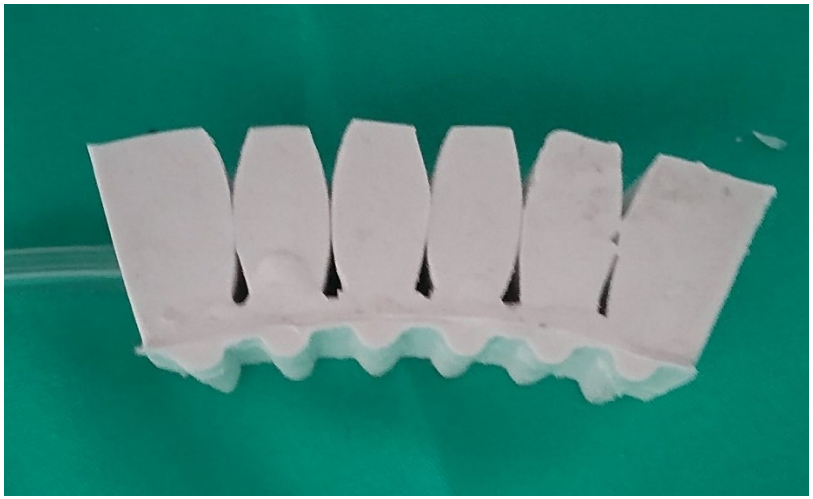
空気圧ソフトアクチュエータを人間の腕に例えると、
・筋肉に相当する部分が伸縮などを作り出すアクチュエータ部分
・骨や関節、腱に相当する部分がアクチュエータの初期形状や動作方向を決める構造または機構
に相当する。

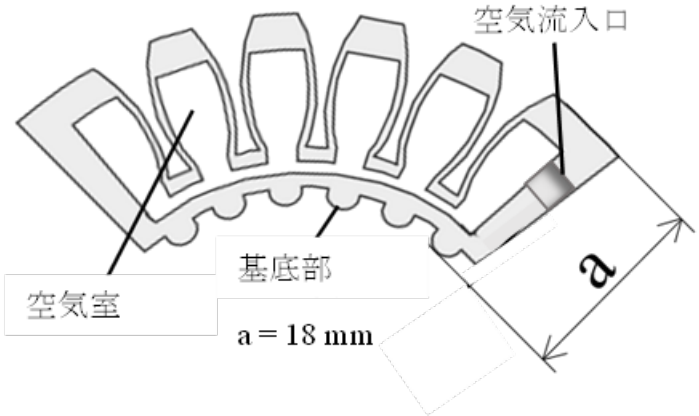
アクチュエータに相当する筋肉は、骨や関節、腱などの構造や機構の制限を受けるため、ある程度動作は限定される。

新技術の特徴･従来技術との比較

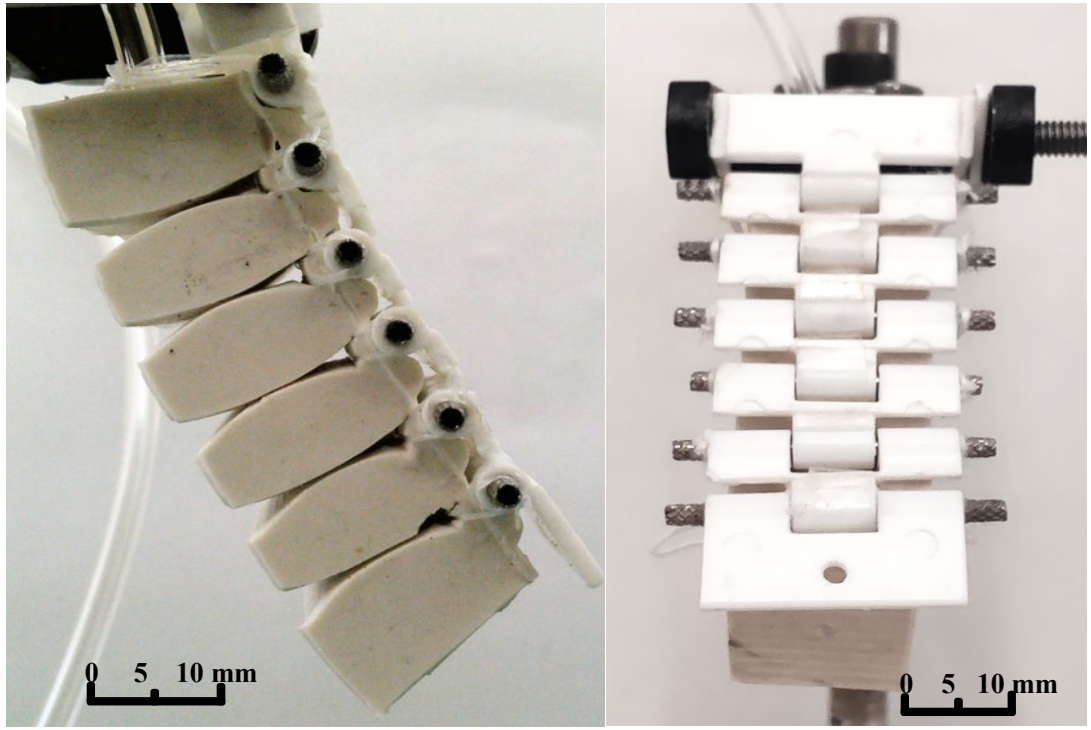
- 従来の空気圧ソフトアクチュエータは、初期形状や動作方向を決める構造または機構が最初から組み込まれているために、あらかじめ決められた動作しかできなかった。
- このため、ソフトアクチュエータに異なる動作をさせたり、その調節を後付けで行うことは困難であった。
- 従来技術の問題点であった、空気圧ソフトアクチュエータの初期形状や動作方向、屈曲箇所の調節を、後付けの蝶番、もしくはそれに類似した連結機構によって実現することが可能になった。

複数の蝶番を備えたソフトアクチュエータ



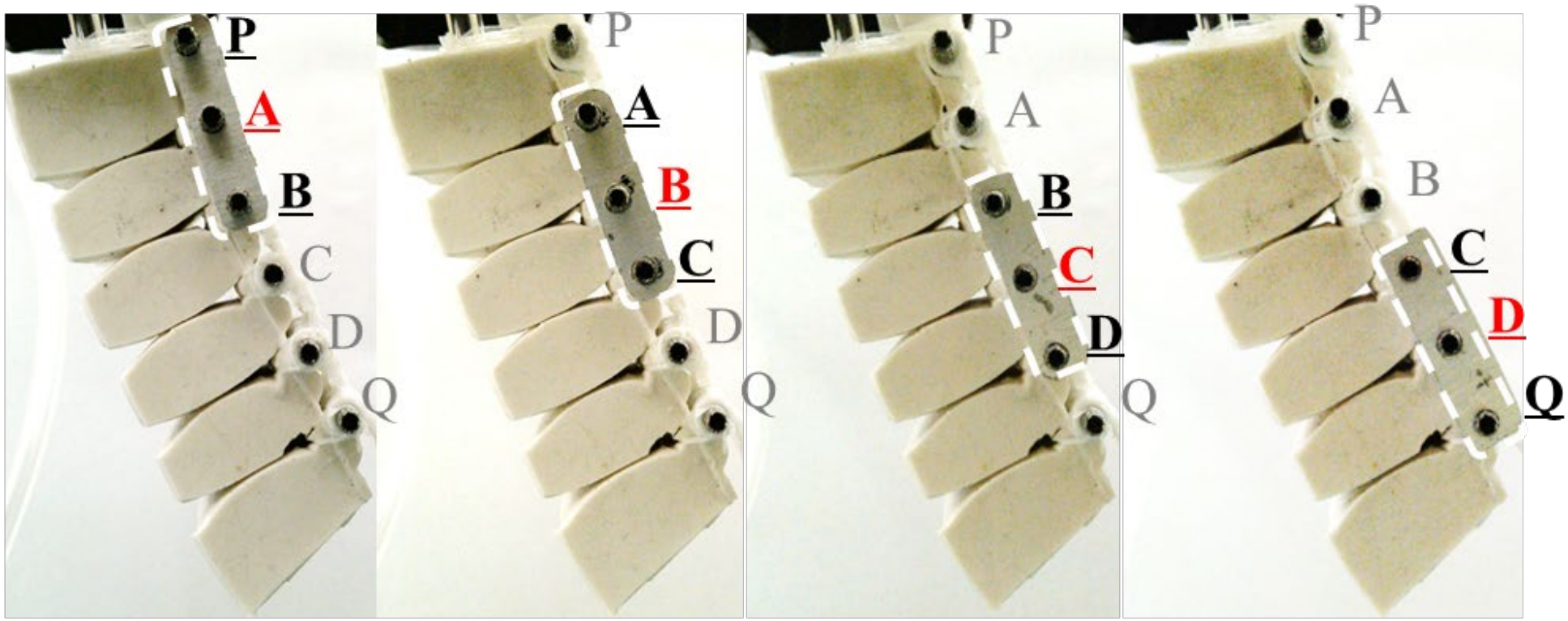


複数のチャンバからなる蛇腹構造



複数の連結調整部材（蝶番）

固定具の取り付けパターン

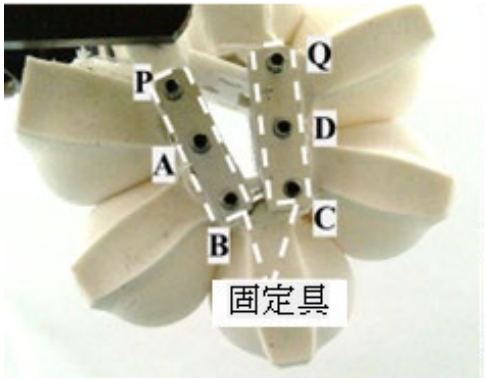


(a)PAB固定　(b)ABC固定　(c)BCD固定　(d)CDQ固定

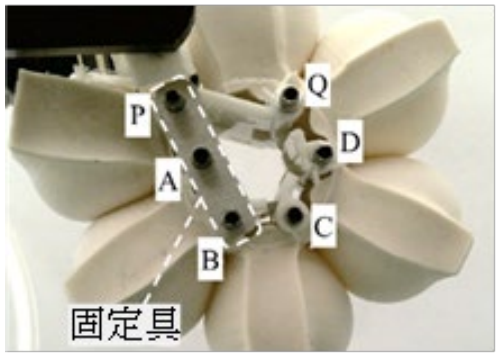
屈曲箇所の調節

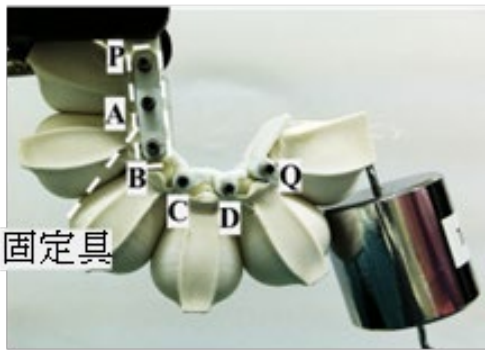
P
Q
D
A
C
B
固定具無し

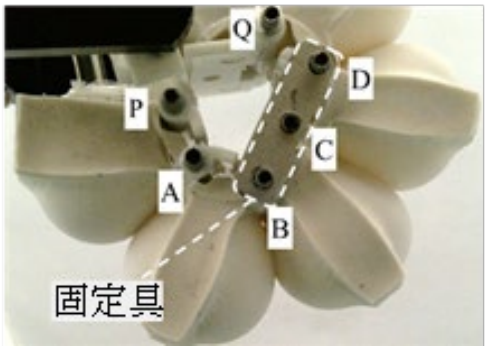
P
A
B
C
D
Q
固定具無し

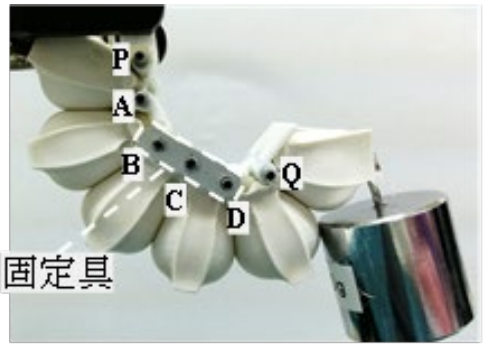

P
Q
D
A
C
B
固定具

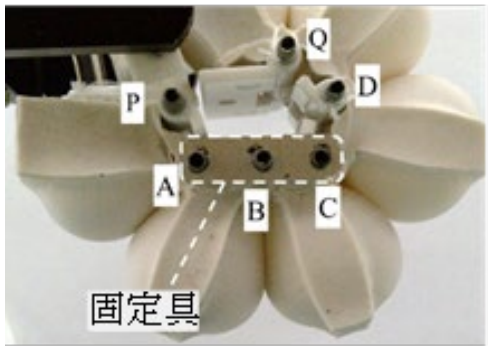
P
A
B
C
D
Q
固定具

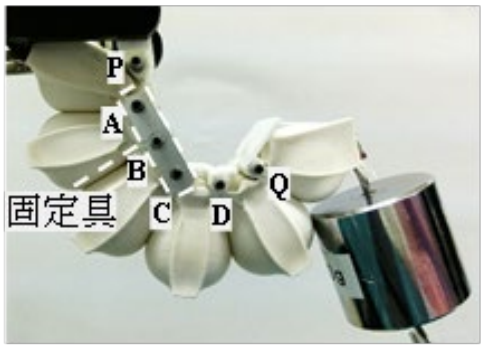

P
Q
D
A
C
B
固定具

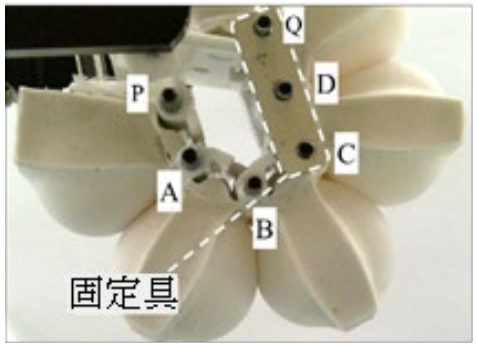

P
A
B
C
D
Q
固定具


Q
D
P
C
A
B
固定具


P
A
B
C
D
Q
固定具


Q
P
D
A
B
C
固定具

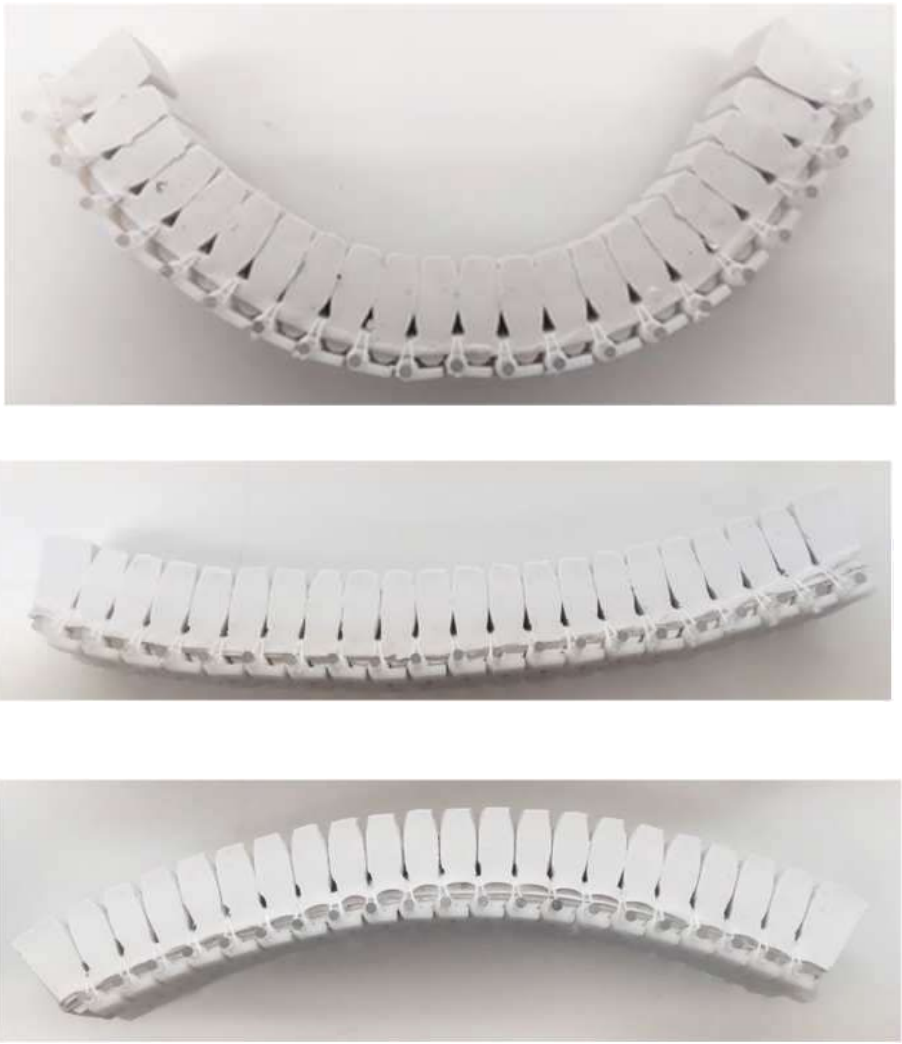

P
A
B
固定具
C
D
Q


Q
P
D
C
A
B
固定具

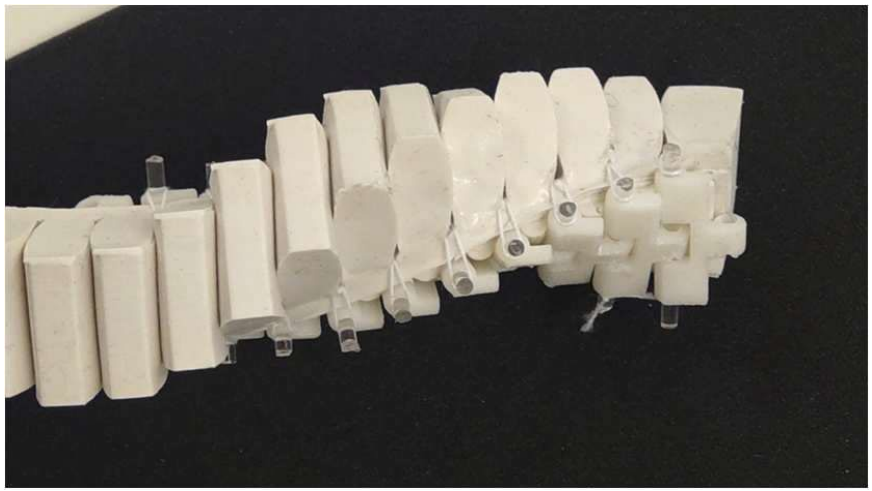
P
A
B
C
D
Q
固定具

初期形状の設定（保持、復帰）

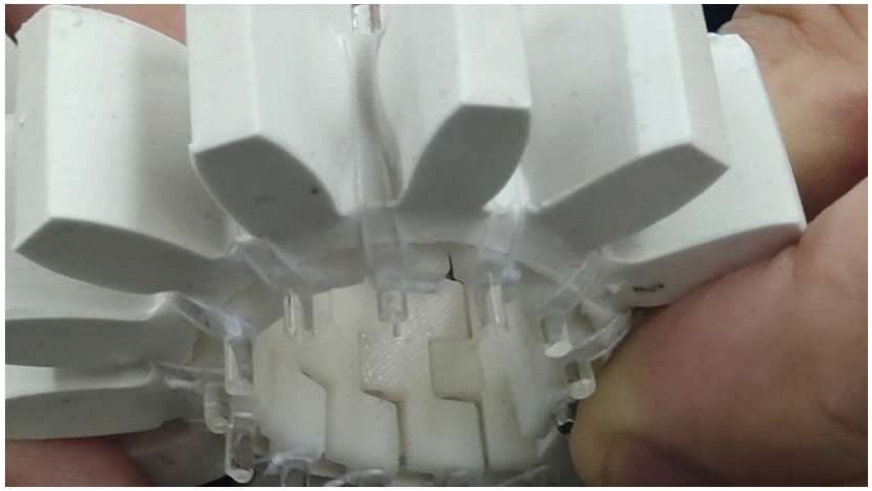
連結調整部材の孔間の軸距離の長さを変更



湾曲状態

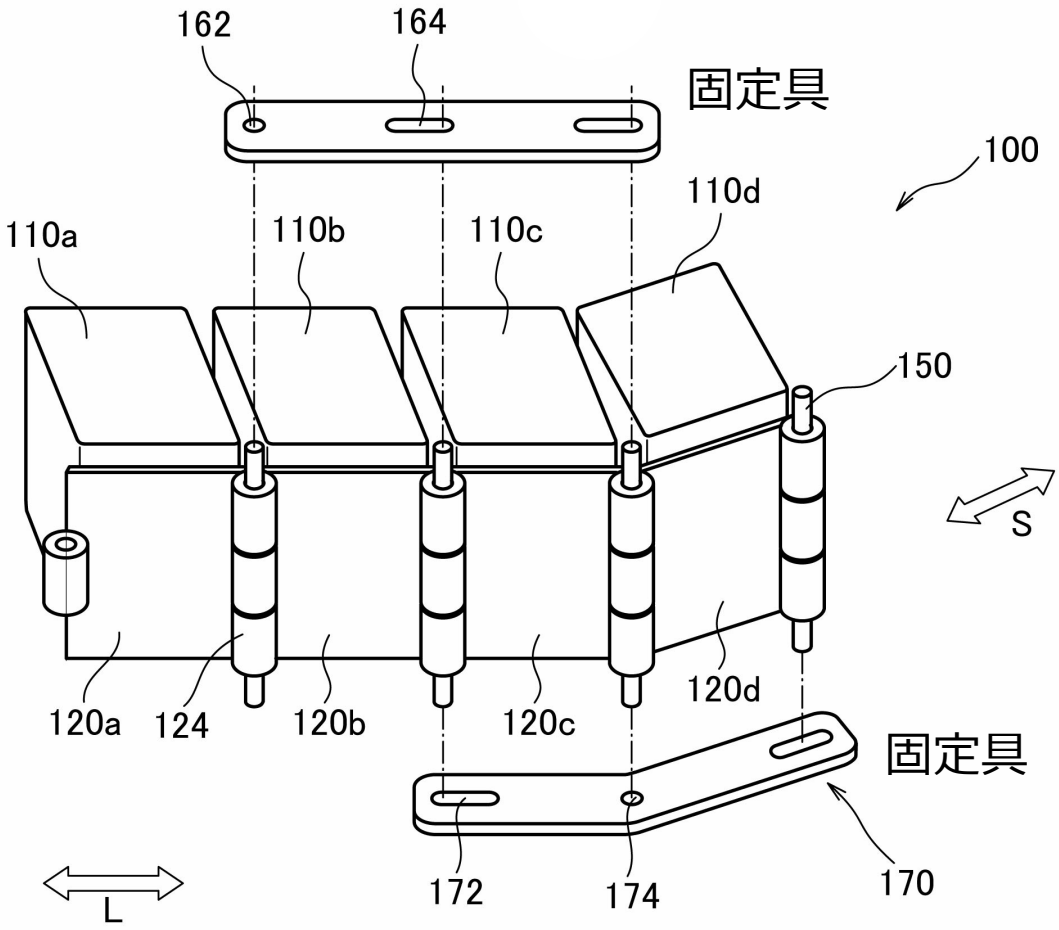


ねじれ状態



曲げ状態

連結調整部材（固定具）

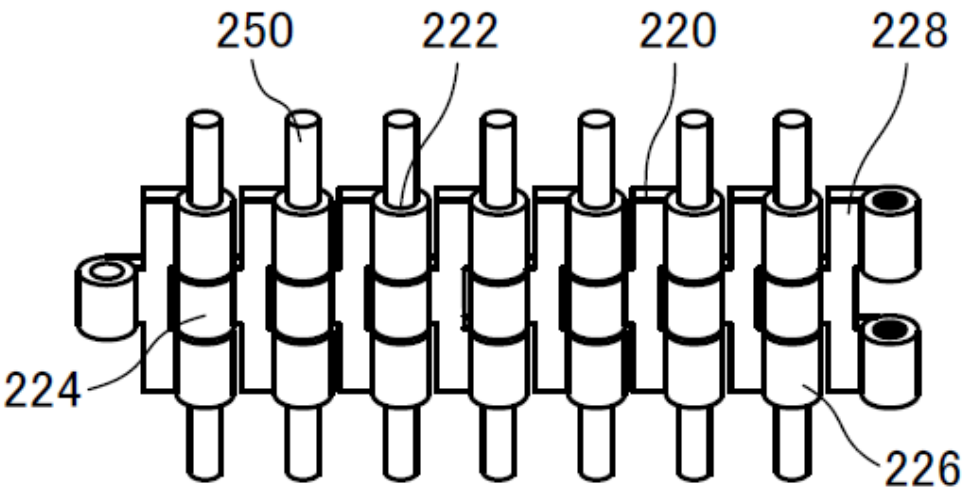


（例）固定具のバリエーション

直線状の固定具を使用した場合には直線で固定され、角度が付いた固定具を使用した場合は、任意の角度で固定することができる。

ソフトアクチュエータシステムの要求に応じて適宜選択が可能

連結調整部材（蝶番）



（例）平蝶番に相当する構造

蝶番機構を用いることで、空気圧アクチュエータに
・新たな機構や構造を与える
・初期形状や復帰形状を与える
・動作方向や動作量を与える
・パワーアシストを与える
ことが可能になる。

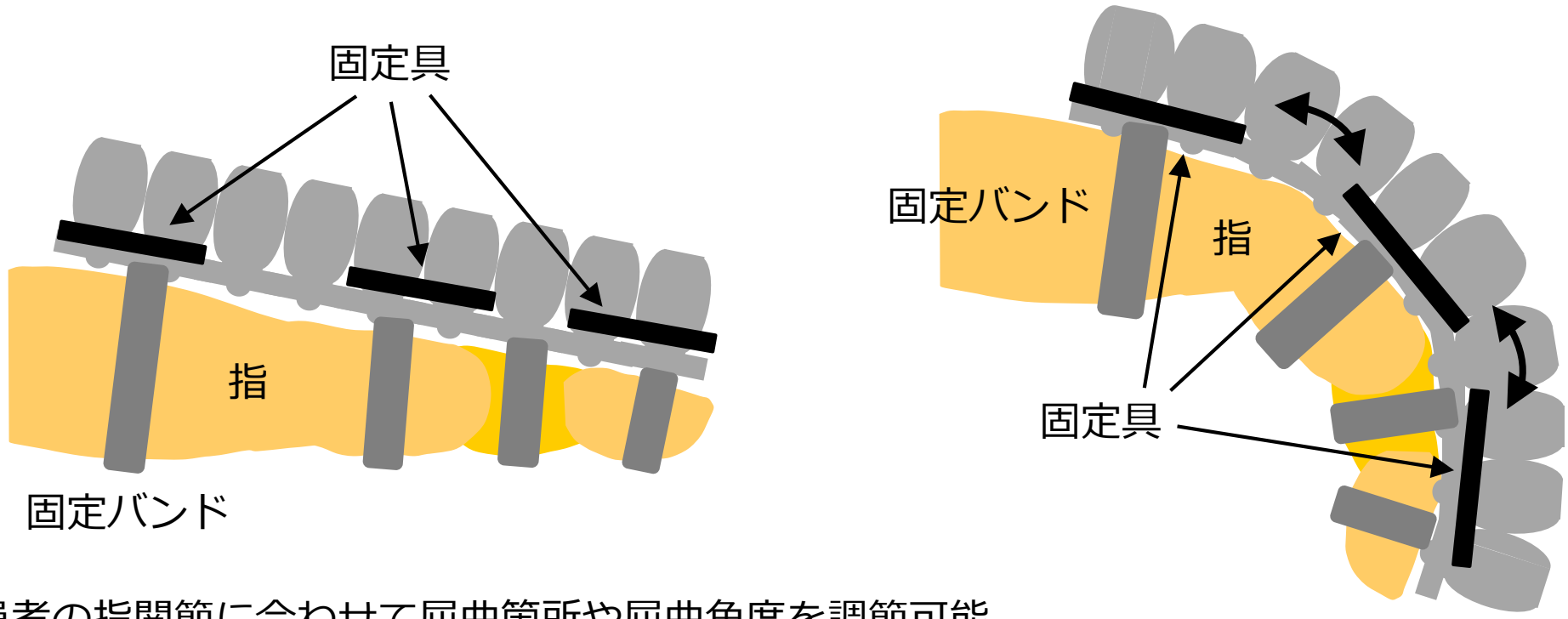
- **スプリング蝶番 （スプリング丁番）**
  ばねの反力で常に開くもしくは閉じる動作をする。ばねの反力により、空気圧ソフトアクチュエータの初期形状の保持、初期形状への復帰に使用することができる。
- **トルクヒンジ（フリーストップヒンジ）**
  軸部の摩擦で任意の位置で停止させることができる。軸部の摩擦により、空気圧ソフトアクチュエータの動作を、任意の位置で停止させることに使用できる。
- **ダンパーヒンジ （ソフトダウンヒンジ）**
  開閉速度を抑えることができる。空気圧ソフトアクチュエータの動作を一定速度に抑制することに使用できる。
- **クリックヒンジ**
  任意の角度、または一定の角度ごとに動作を仮保持することができる。空気圧ソフトアクチュエータの動作を任意の角度、または一定の角度で仮保持するのに使用できる。

想定される用途

- ソフトアクチュエータの使用が想定される分野、特にリハビリテーション機器やロボットアームやロボットハンドなどへの展開が期待される。
- ソフトアクチュエータを用いたリハビリテーション機器において、個人の体格や各部の寸法などの個人差に合わせた、動作方向や屈曲箇所の調節が後付けで可能になると考えられる。
- 目的に合わせて、後付けで動作方向や屈曲箇所の調節が可能なロボットハンドやアームへの応用も期待される。
- 後付けの機構によってソフトアクチュエータの動作方向や屈曲箇所を自由に調節できる本技術の特徴は、フルオーダーメイドで対応しなければならない用途において、コストの削減などのメリットもあると考えられる。

想定される用途（リハビリテーション機器）

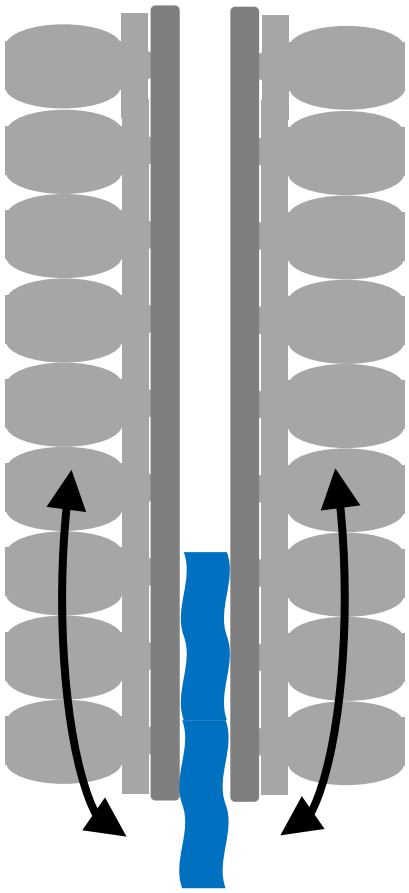
手指関節のリハビリテーション機器への展開



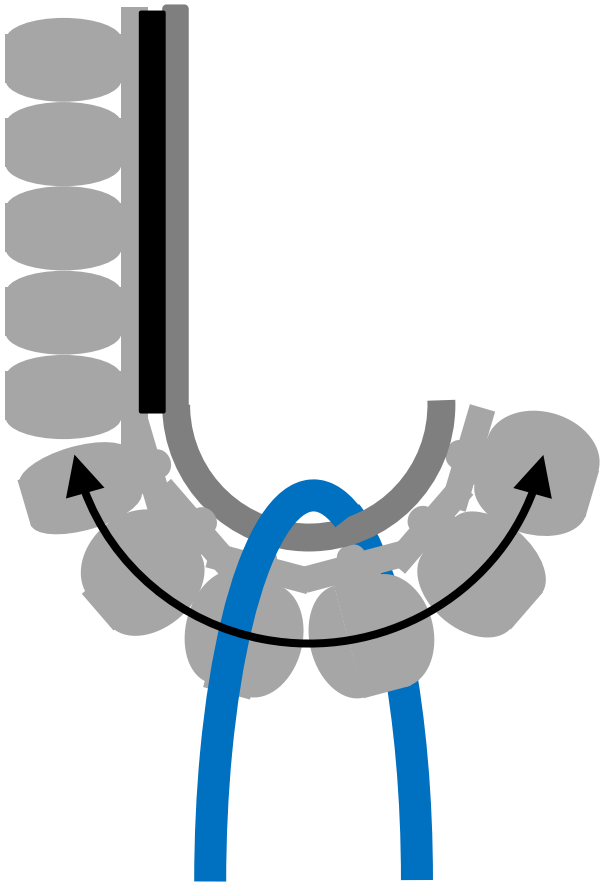
患者の指関節に合わせて屈曲箇所や屈曲角度を調節可能
患者の関節の状態に合わせた無理のない初期形状や復帰形状を設定可能
これらの調節が後付けで可能なため、個人差に対応したオーダーメイド仕様が不必要

想定される用途（ロボットハンド）

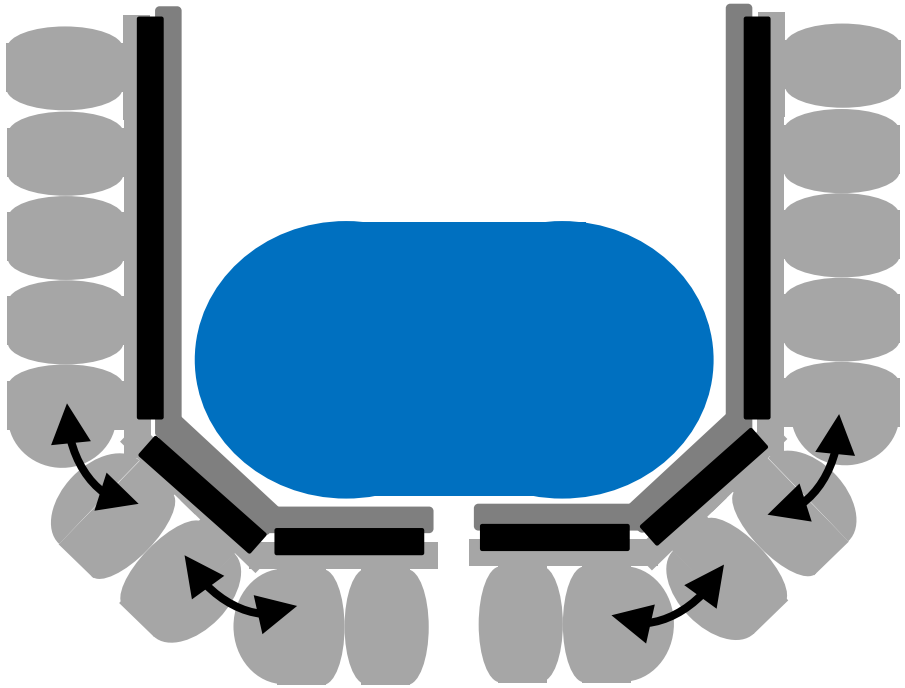
対象に合わせてハンド形状を固定具の取付位置により設定可能



挟み込み



フック



包み込み

実用化に向けた課題

- 本技術のコンセプトの確認を行うための試作や動作確認実験については実施済み。
- アクチュエータの強度や耐久性に関係する材質の選定や、空圧発生機構については具体的な検討が必要である。
- 後付けの蝶番、もしくはそれに類似した連結機構については様々なバリエーションが考えられるため、具体的な使用用途を想定した検討、要素技術の確立が必要である。

企業への期待

- アクチュエータの強度や耐久性を決める材料の技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- 様々な蝶番、および類似した連結機構の技術を持つ企業との共同研究を希望。
- 具体的な応用先として、リハビリテーション機器や、ロボットハンド、ロボットアームへの展開を考えている企業との共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称　　：ソフトアクチュエータシステム
- 出願番号　　：特願2023-113887
- 出願人　　：東京電機大学
- 発明者　　：本間章彦、塚原彰彦、宇佐見洸樹

お問い合わせ先

東京電機大学
研究推進社会連携センター　産官学連携担当
ＴＥＬ　０３－５２８４－５２２５
ＦＡＸ　０３－５２８４－５２４２
e-mail　ｃｒｃ@ｊｉｍ.　ｄｅｎｄａｉ.ａｃ.ｊｐ