

人と触れあうロボットハンド のための指関節構造



京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系
助教 田中 一晶

人と触れ合うためのロボットハンド



人同士や人とモノ(ロボットやキャラクタ)との身体接触を仲介する機能を持つロボットハンド.

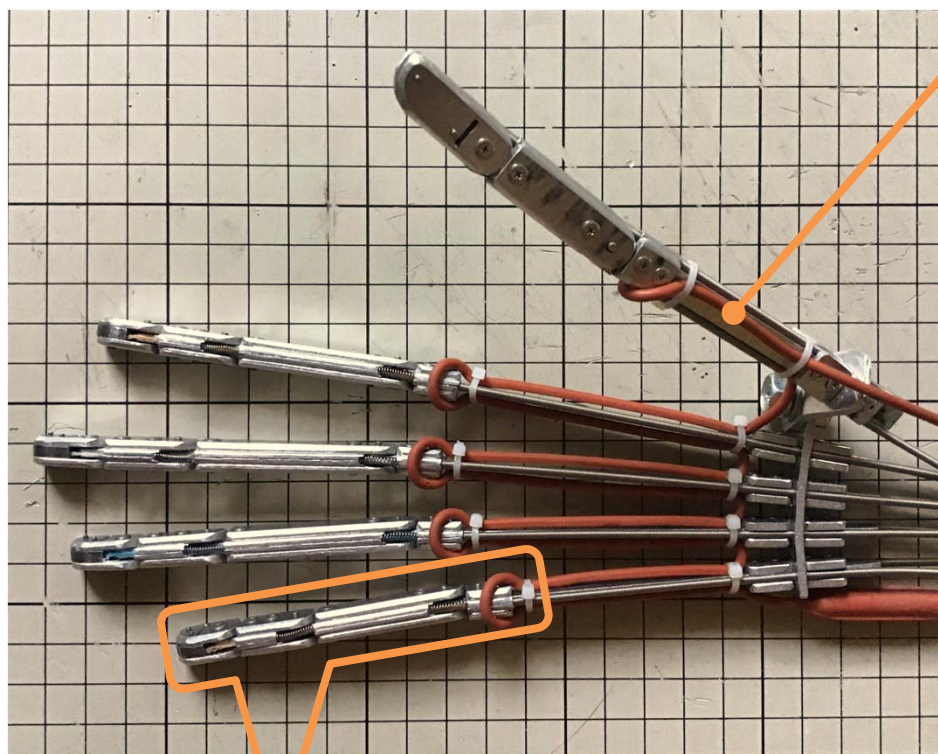
- 人肌のような体温, 柔軟性
- 相手に握られていると感じられる十分な握力
- 自然な指の動きを再現

これらの機能が人の手のサイズに収まっている.

◀ ビデオ通話と組み合わせた遠隔握手の例

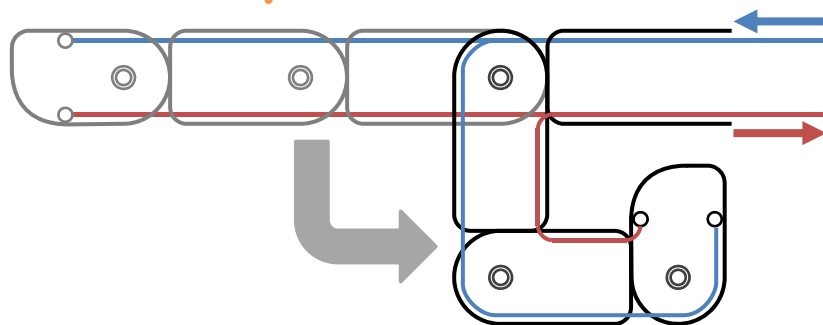


体温・柔軟性・指の動きの再現



体温: シリコンコードヒータ

柔軟性: ウレタンゲル素材



握力・指の動き:

サーボモータで指に通した
釣り糸 (PE ライン) を引くこ
とで再現

■ 物を把持・操作する目的

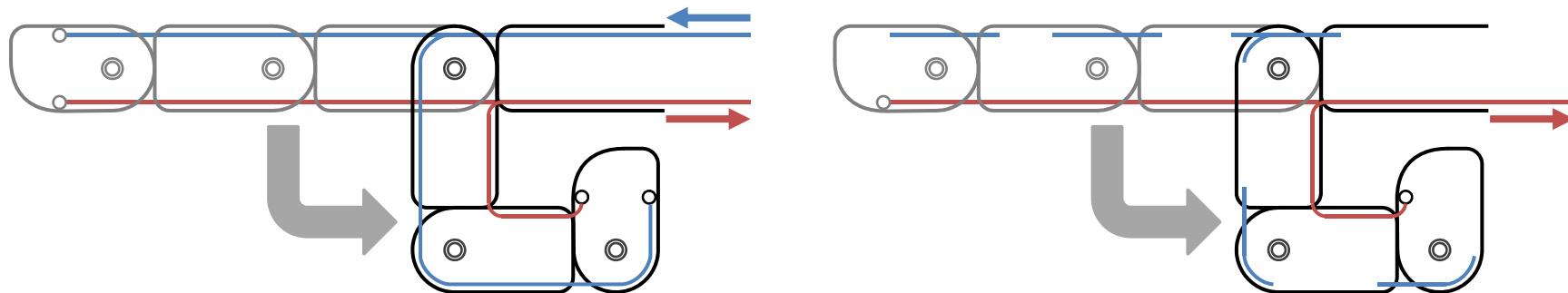
- 関節のリンク機構を備えたもの
- 関節ごとに異なるアクチュエータを備えたもの

関節構造が大きく、人間の手の骨格の寸法に収まりにくい

■ 人の手をリアルに再現する目的

- ワイヤや釣り糸で関節の屈曲伸展を制御
 - 2本の糸で屈曲と伸展をそれぞれ制御
 - 1本の糸で屈曲を制御しバネで伸展

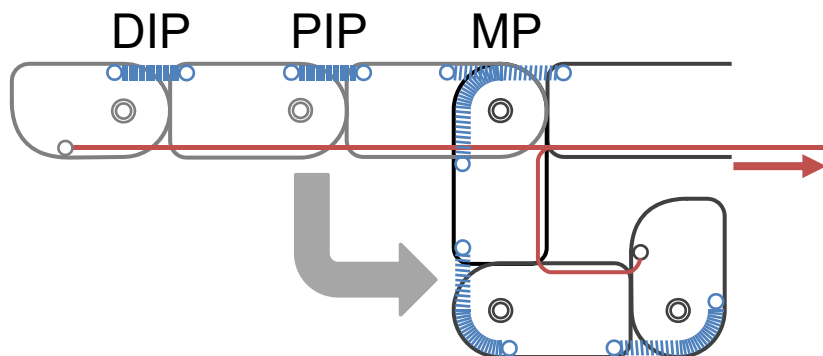
関節が屈曲する順番が定まらない(回転モーメントに依存)



強い伸展力を生じさせにくい

関節の屈曲伸展の順を定める

【各関節に備えるバネのバネ定数を変える】

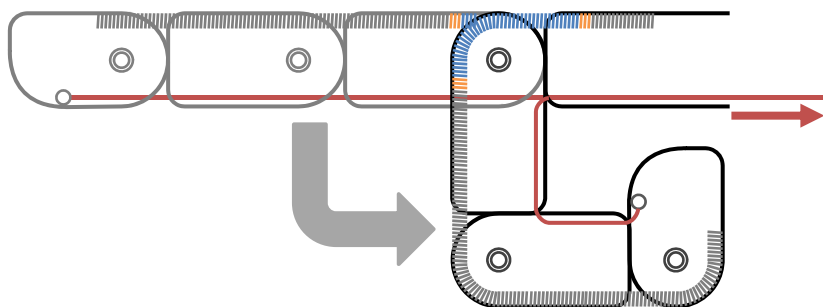


バネ定数が小さい関節ほど回転モーメントが大きくなり、先に屈曲する.

例: 指先から順に屈曲させる場合

$$k_{MP} > k_{PIP} > k_{DIP}$$

【1本のバネの固定位置を変える】



1本のバネであっても各関節で固定位置を変えることで同様の効果を得る.

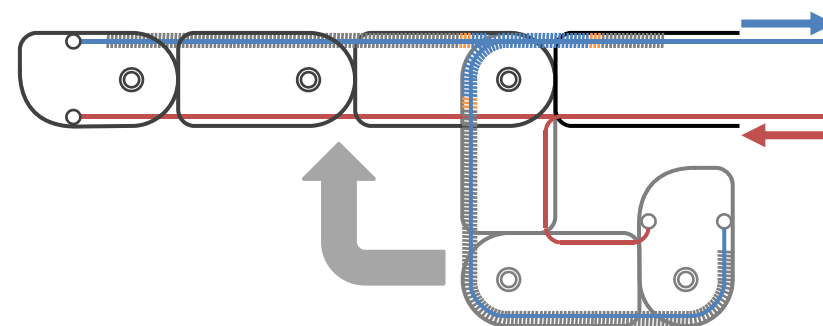
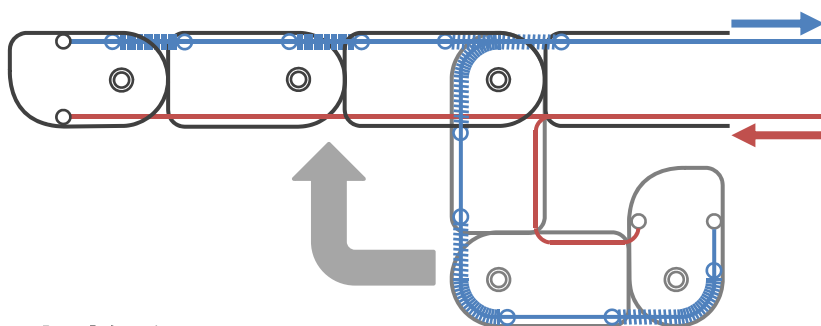
バネ定数高: 固定の間隔を狭く,
伸ばして固定

バネ定数低: 固定の間隔を広く

強い伸展力を生じさせる

【引張コイルバネに伸展を制御する糸を通す】

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



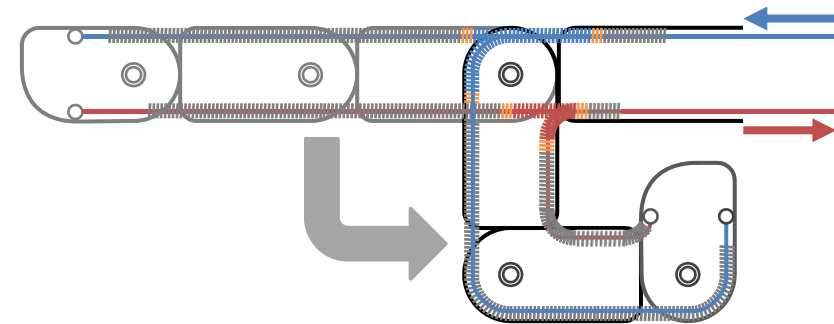
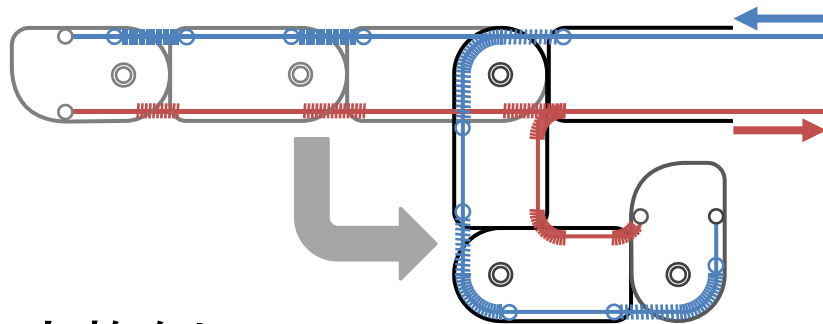
実施例



屈曲伸展の順を
定めつつ、強い伸
展力を生じさせる
ことが可能。

多様な実施形態(圧縮コイルバネ)

【圧縮コイルバネに屈曲を制御する糸を通す】



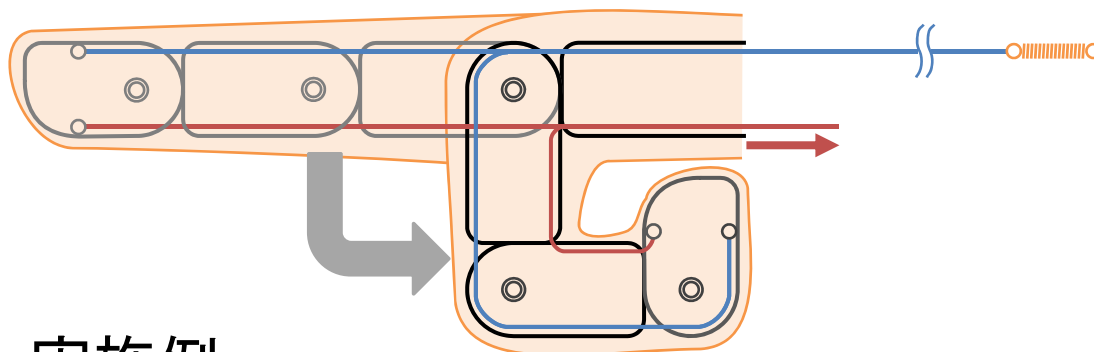
実施例



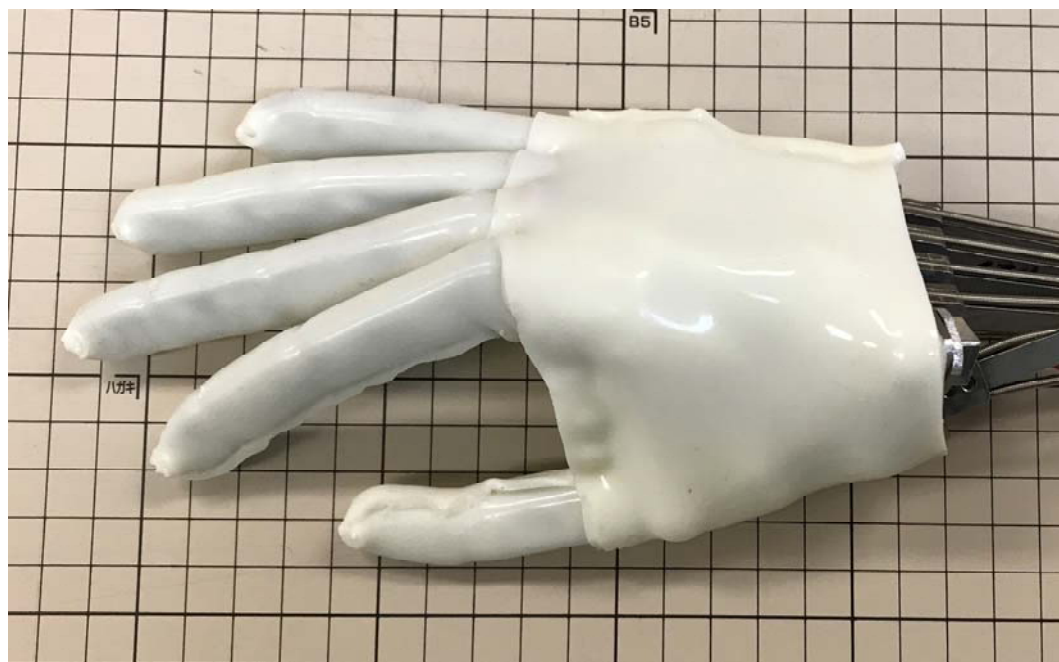
圧縮コイルバネで
伸展力を生じさせ
、引張コイルバネ
を代替・補助する
ことが可能。

多様な実施形態(ウレタンゲル)

【骨格を被覆する弾性体をバネとする】



実施例



各関節で弾性体の厚みや硬さを変化させることで屈曲の順番を定める.

バネ定数高: 厚く, 硬く

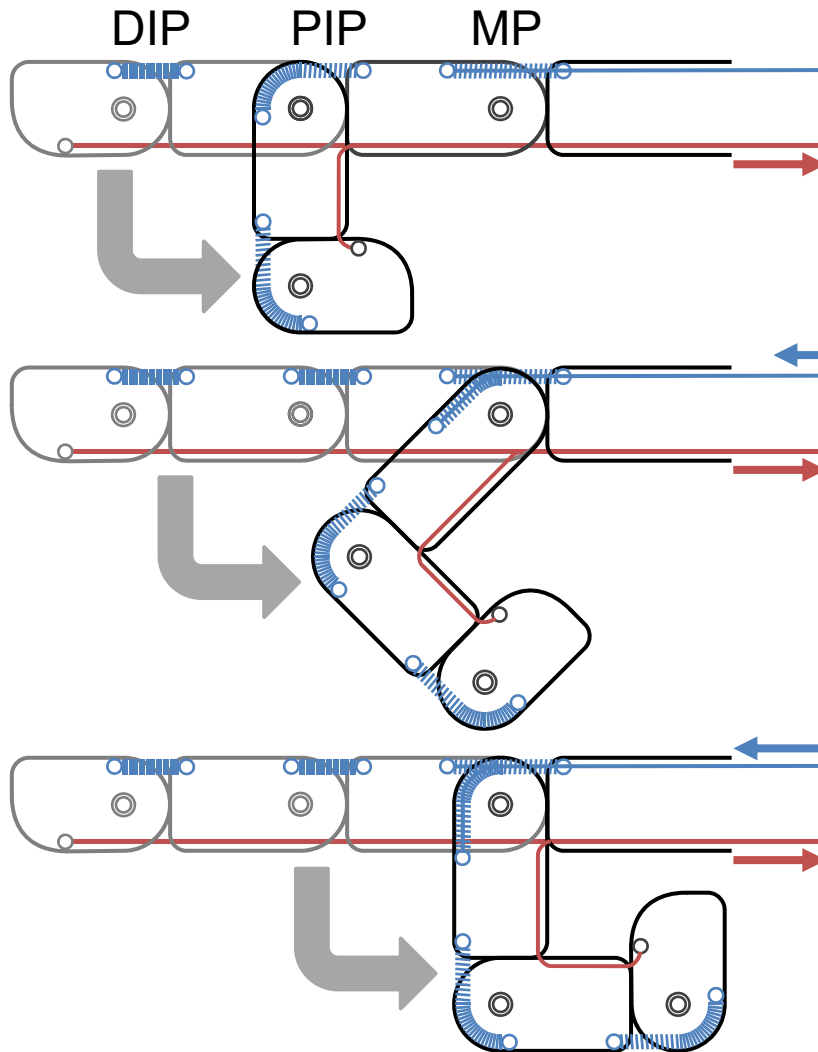
バネ定数低: 薄く, 柔らかく

外部に取り付けたバネの伸展力を糸で伝達し, ウレタンゲルの伸展力を補うことも可能.

肌の柔軟性を再現するウレタンゲル素材を屈曲順を定める伸展力として使用.

MP関節を独立に制御

【MP関節のみ伸展を制御する】



MP関節の伸展を制御する糸を固定して屈曲を制御する糸を引く.

- ▶ バネ定数に基づく順番・割合でDIPおよびPIP関節が屈曲する.

MP関節の伸展を制御する糸を緩めて屈曲を制御する糸を引く.

- ▶ バネ定数に基づく順番・割合で全ての関節が屈曲する.
- ▶ 緩めた度合いに応じた角度までMP関節が屈曲する.

骨格の寸法を増加させることなく、手の動きのリアリティや表現力を高められる.

共同研究, 受託研究, 技術相談・指導, ライセンス契約

連携イメージ

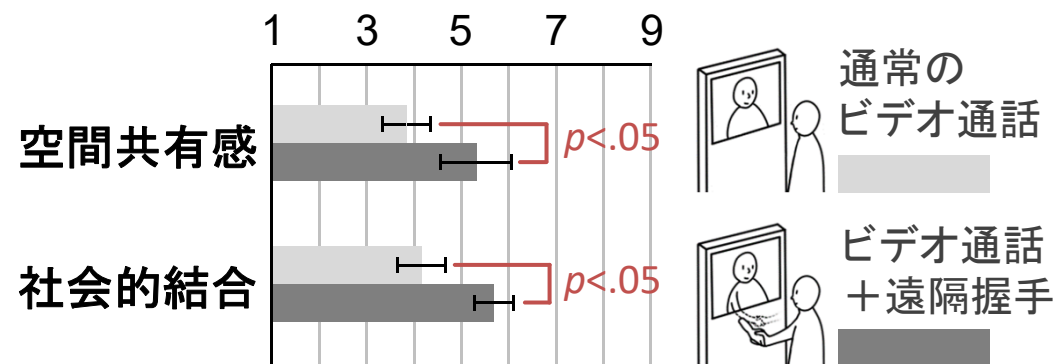
■ 社会問題

- 単身赴任, 下宿, COVID-19による外出自粛
 - 一人暮らしの孤独感による鬱病発症
 - 結婚に至る遠距離恋愛のカップルは16%
 - コロナ破局

■ 期待される効果

- ▶ ロボットハンドを介した身体接触でも相手に親しみを感じる

- 空間共有感の創出
 - 相手と同じ空間で対面している感覚
- 社会的結合の強化
 - 相手への親しみ



▲ 携帯端末でのビデオ通話でも同様の効果

■ 仮想空間のキャラクタ(VTuber)との握手会



株式会社ハロー主催(2020年1月11日)
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/0000000050.000015243.html>

部屋が暗いの想定でなくて挙動不審になっちゃって
月並みの事しかいえなかったかなあ😓
でもアオちゃんとの時間はとても楽しかった👊
手は暖かったし握ってくれる感触もあって実在感ヤバ
かった
また握手したい...
#ProjectTouchLab

#ProjectTouchLab
マジな感想をいうと
推しと話しながら握手できるというのは親密感がハン
パないので
これ他のVtuberともできる世界になったら
イベントの選択肢かなり広がると思うわ

ロボットの手とはいえ
あったかいし、急にギュッとされるとすごくドキドキ
する💖

本来触れ合えない仮想空間のキャラクタとの身体接触を再現.

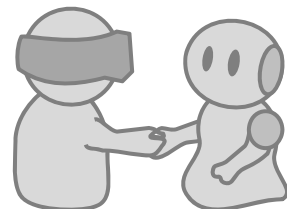
- ▶ キャラクタが実在するように感じられる.
- ▶ キャラクタに対しても親しみが高まる.

◀ Twitter上での参加者の反応

■ Mixed Reality



対話相手の映像
上の手とロボット
手を重畳



離れた場所にいる人や仮想空間のキャラクタとの親密な身体接触を空間を超えて可能にする.

- ▶ 社会実装に向けた身体接触デバイス, 対話インタフェースの共同開発
- ▶ 実証実験(握手会イベント等)

■ 社会問題

- ロボットは人と同じように接してもらいにくい
 - 新奇性効果が失われると見向きされない
 - Pepperのレンタル契約を更新した会社は15%

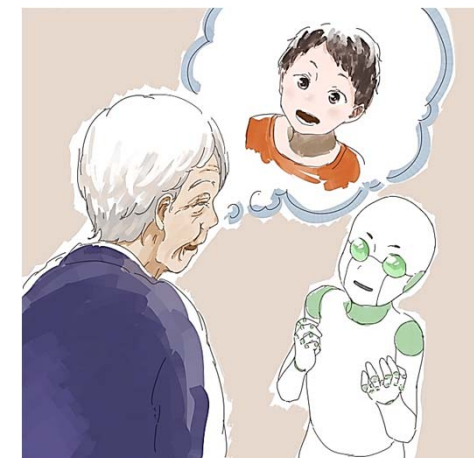
■ 期待される効果

- ロボットとの身体接触を通して安心感・親しみ等のポジティブな感覚を人に与える
 - コミュニケーションロボット(話し相手ロボット)
 - 子どもの見守りロボット
 - 看護ロボット
 - ペットロボット

▶ 対話だけでなく触れ合いを通して効果的に孤独感を低減

ロボットとの触れ合いをユーザにとってより良い体験にする機能をロボットに付与する.

▶ 社会実装に向け, ユーザと身体接触を行うサービスロボットの共同開発



■ 社会問題

- 現在の義手の機能は身体接触を前提としていない
 - 装飾用義手(外見のみ)
 - 能動義手・作業用義手(掴む・引っかける)
- 遠隔診療の限界
 - ビデオ通話における視診, 問診のみ

■ 期待される効果

- 義手であっても人との身体接触をより良い体験にする
 - 物を掴む機能＋人肌の柔軟性や体温
- ▶ 人間の手のような身体接触感覚を創出する電動義手の共同開発
- 遠隔で行える診療の幅を広げ在宅医療での医師との連携を強める
 - 打診・触診が可能な遠隔診療ロボット
 - 身体接触感覚により患者に癒しと安心感を与える看護ロボット
- ▶ 患者と触れ合う遠隔診療・看護ロボット及び, その遠隔操作インタフェースの共同開発

■ 本発明の効果

- バネや弾性体を用いた簡易な構造で規定の順序・割合で指の各関節を屈曲伸展させる
 - 手の動きのリアリティや表現力を高める
 - 人肌の柔軟性を再現する素材や体温を再現するヒータを取り付けても人間の手の寸法に収まる骨格に本発明の構造を組み込める

■ 連携イメージ

- テレプレゼンス, エンタテインメント
 - 離れた場所にいる人や仮想空間のキャラクタとの身体接触を仲介するデバイス, 対話インタフェース
 - 実証実験(握手会イベント等)
- サービスロボット・エージェント
 - ユーザと身体接触を行うサービスロボット
- 医療・介護・福祉ロボティクス
 - 人間の手のような身体接触感覚を創出する電動義手
 - 患者と触れ合う遠隔診療・看護ロボット及び, その遠隔操作インタフェース

発明の名称:

多関節指を備えたロボットハンド

- 出願番号: 特願2021-033983
- 出願人: 国立大学法人京都工芸繊維大学
- 発明者: 田中 一晶

京都工芸繊維大学

産学公連携推進センター 知的財産戦略室
(研究推進・産学連携課 知的財産係)

tel. 075-724-7039 / fax. 075-724-7030

e-mail chizai@kit.ac.jp

<https://www.liaison.kit.ac.jp/index.php>