

指の関節トルク解析技術の開発と スパイダースプリントの新たな開発手法の提案

長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門

人間生活科学部	研究員	○ 翁 拓也
	主任研究員	下里直子
	主任研究員	大森信行 (現 長野県工科短期大学校)

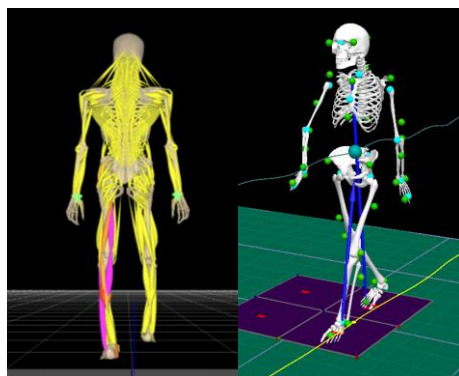
❖ R2年度 人体動作解析装置を導入



モーションキャプチャ(光学式/IMU式)



床反力計



各種解析ソフトウェア

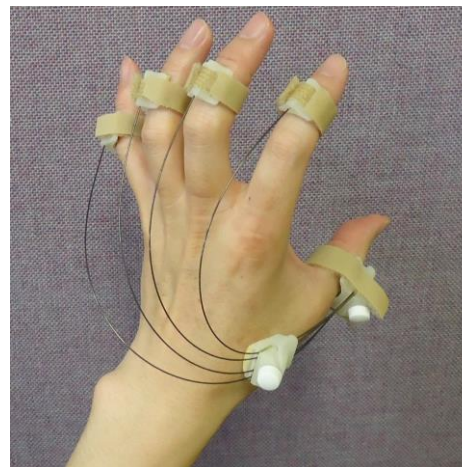
ほか 筋電計・関節角度計・圧力分布センサ など…

※令和2年度9月補正予算生産現場DX化支援事業
(内閣府新型コロナウイルス感染症対応地方創生臨時交付金)

❖ R3~4年度 スパイダースプリントを開発

【共同研究】 シナノカメラ工業(株)

手作りされていた主要部品を3Dプリンタによる製造に置き換え
※当センターは製造技術を支援



共同研究で製作した
スパイダースプリント



当センター所有の
3Dプリンタ
(PBF方式)

※スパイダースプリントとは…

- ・脳卒中等の患者向けのリハビリ用装具
- ・麻痺し開けなくなった手指の伸展をワイヤの力で補助

背景 (続き)

光学式モーションキャプチャ(以下、光学式モーキャプ)を活用して
スパイダースプリントをより効果的で使い易いものにできないか？



現状

- 光学式モーキャプは、歩行等の全身における動作計測が中心
手指に関する計測、解析事例は少ない
- スパイダースプリントに関する計測事例は見当たらない

ただ、手指の動作解析に関する問い合わせは多い by 動作解析ソフトウェア会社

今後

手指に関する動作解析の需要増加の可能性大 !!

目的と課題

目的

光学式モーキャップを用いた**手指の関節トルク※¹解析技術**の開発と、
スパイダースプリントの基部部※²の解析を行う ⇒ **スパイダースプリントを改良へ**

※¹ スパイダースプリントは指に力を負荷する装具であり関節トルクに注目

※² 有るもの、無いものがあり、定量的な検証はされていない by 作業療法士



本研究用に製作したスパイダースプリント

課題

- ① **指にかかる反力の計測方法** ※ 関節トルクの解析には、動きと共に反力データが必要
- ② **骨格の動きの推定方法** ※ 光学式モーキャップの生データは表面的な動き

- 1 背景
- 2 目的と課題
- 3 課題への対応
- 4 光学式モーキャップによる計測結果
- 5 解析ソフトウェアによる解析結果
- 6 今後の活動

課題への対応:①指にかかる反力の計測方法

第2指(人差し指)～第5指(小指)にかかる反力を計測するためのセンシング機構を
独自方式で開発

特許出願予定のため詳細は非公開



課題への対応: ②骨格の動きの推定方法

光学式モーキャップの計測結果から、手指の骨格の動きを推定するソフトウェアを選定

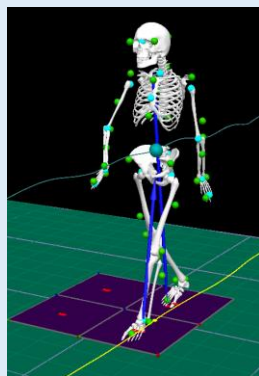
動作解析ソフトウェア

被験者ごとの骨格モデルを構築して解析

当センター所有

Visual 3D
HAS-Motion

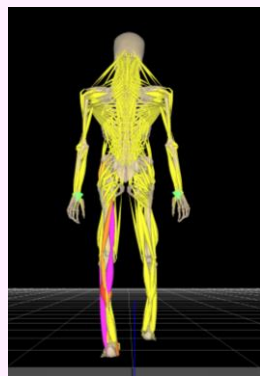
- ・関節両端へのマーカ貼付が前提、計測困難



nMotion
musculous

(株)ナックイメージテクノロジー

- ・指の解析に非対応



筋骨格解析ソフトウェア

標準化された骨格モデルを被験者寸法にスケールし直して、被験者の骨格モデルを構築して解析

未所有(有償)

AnyBody
AnyBodyTechnology

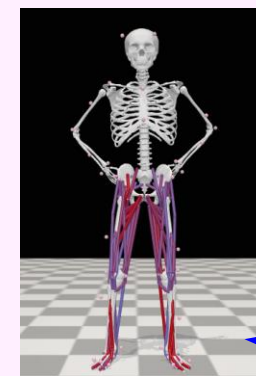
- ・指の解析に対応(ベータ版)



フリーソフトウェア

OpenSim
SimTK

- ・指の解析に一部対応

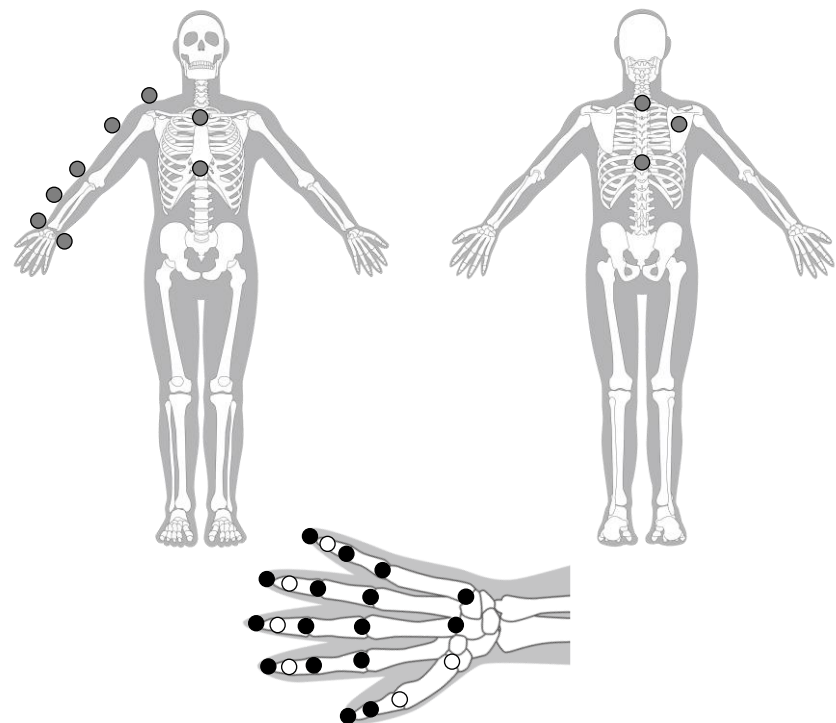


ほか
多数

採用

光学式モーキャップによる計測結果

❖ マーカ貼付位置(合計23個)

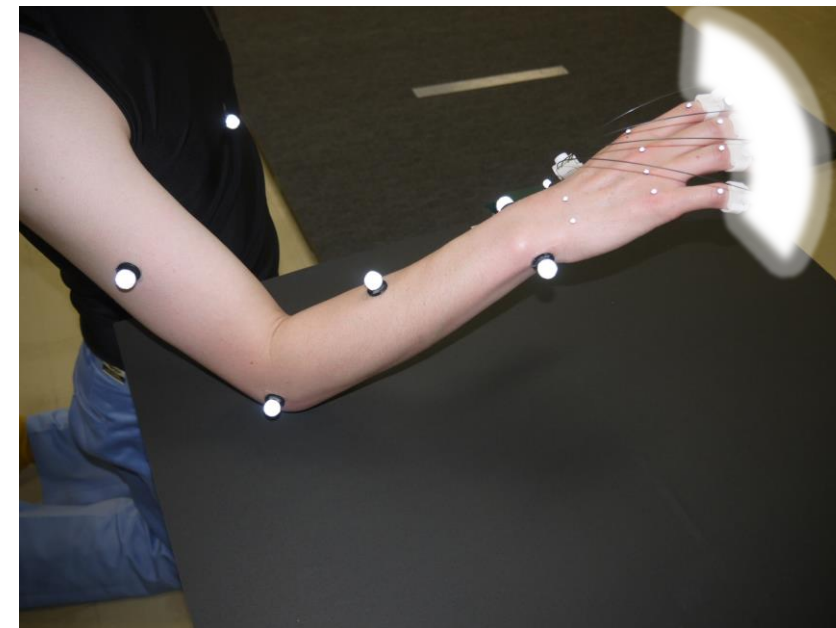
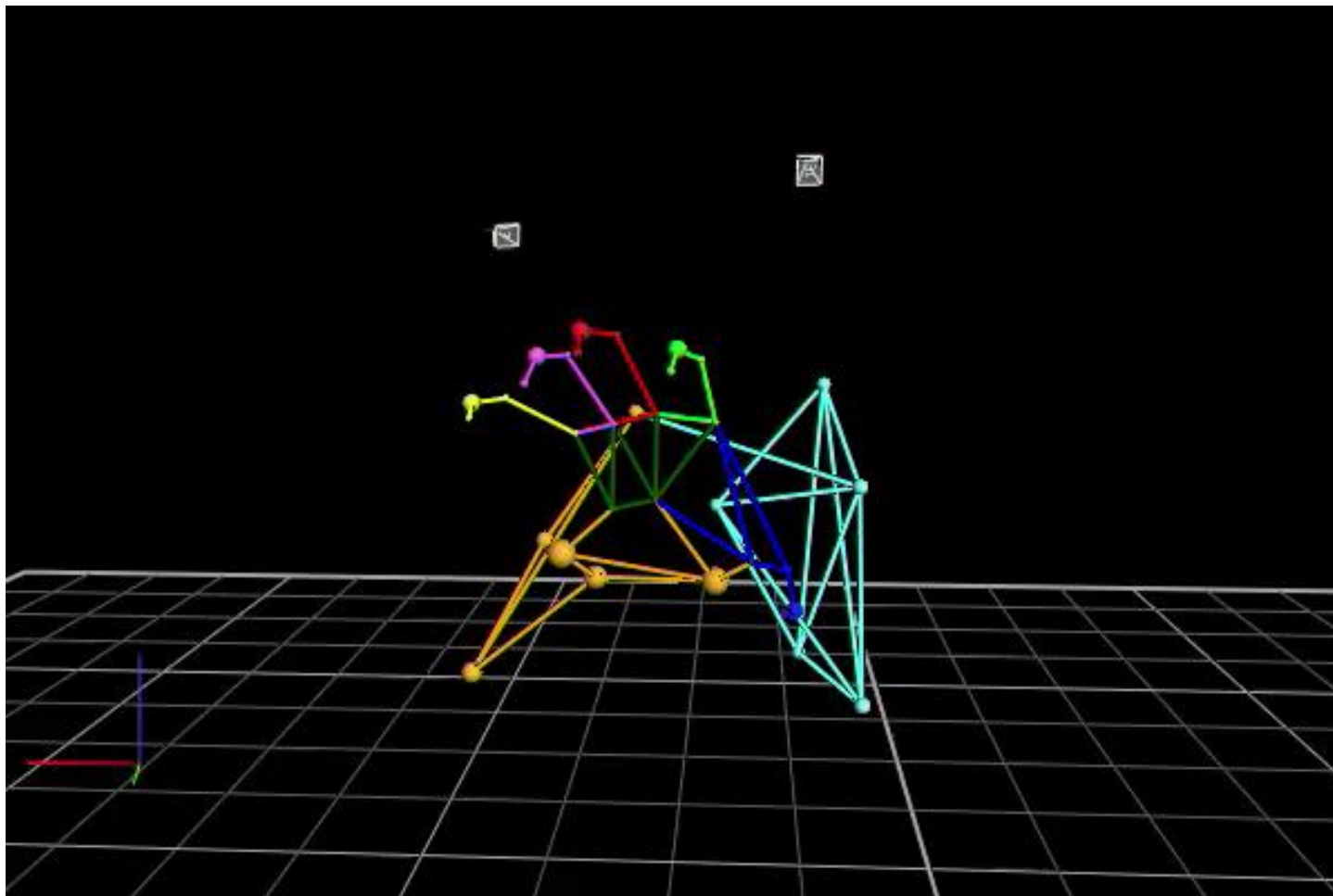


- $\Phi 14$ mm 球形の反射マーカ(計11個)
- ϕ 7 mm 球形の反射マーカ(計6個)
- ϕ 3 mm 半級形の反射マーカ(計16個)

❖ 赤外線カメラの配置(合計18台)



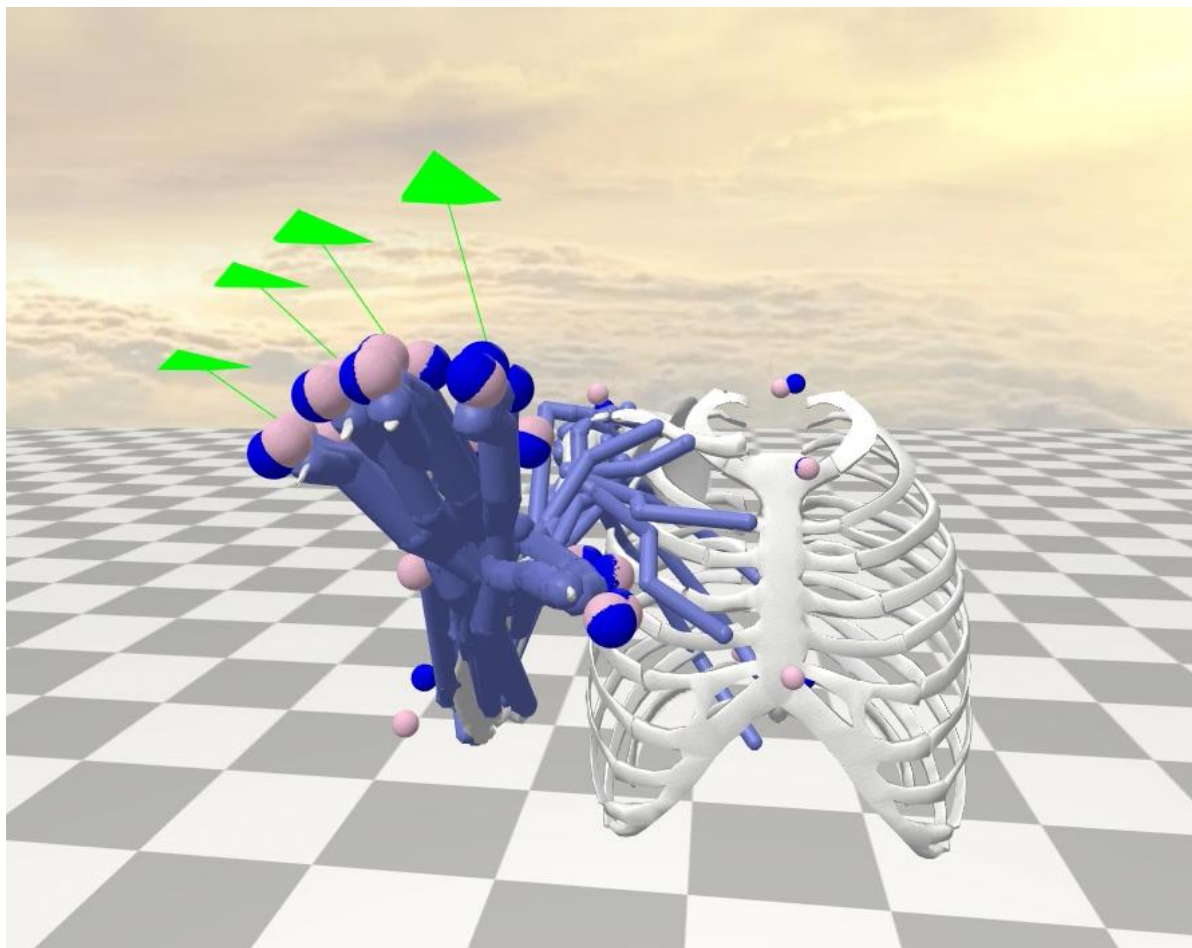
❖ スパイダースプリント装着時のマーカ座標(手指の表面的な動き)



- | | |
|----------|--------|
| ● 体幹部 | ● 人差し指 |
| ● 上腕・前腕部 | ● 中指 |
| ● 手の甲 | ● 薬指 |
| ● 親指 | ● 小指 |

計測装置の計測画面(動画)

骨格の動きを再現(推定)



OpenSimの解析画面(動画)

① 骨格モデル「Stanford-VA-upper-limb model」に第3指(中指)～5指(小指)の関節定義を独自に追加

② 骨格モデルを被験者寸法にスケーリング
※ マーカ間位置等から補正

③ 骨格モデルに付随するマーカ(ピンク色)が、実際のマーカ(青色)計測結果と一致するようにして骨格の動きを推定

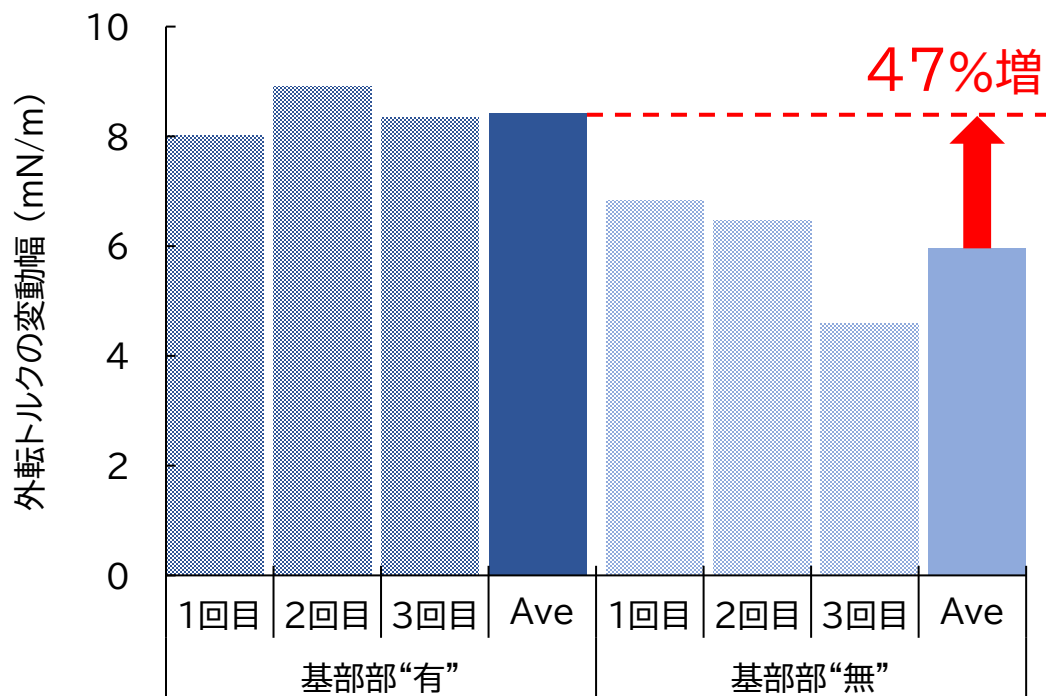
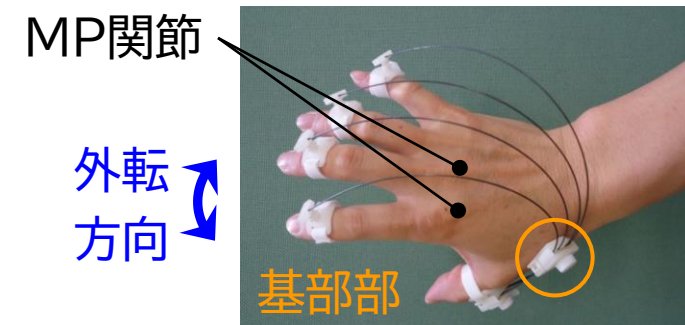
- 青色 : 実際のマーカ位置
- ピンク色 : 骨格モデルに付随するマーカ位置
- 緑矢印 : カベクトル(荷重100倍で表示)

解析ソフトウェアによる解析結果（続き）

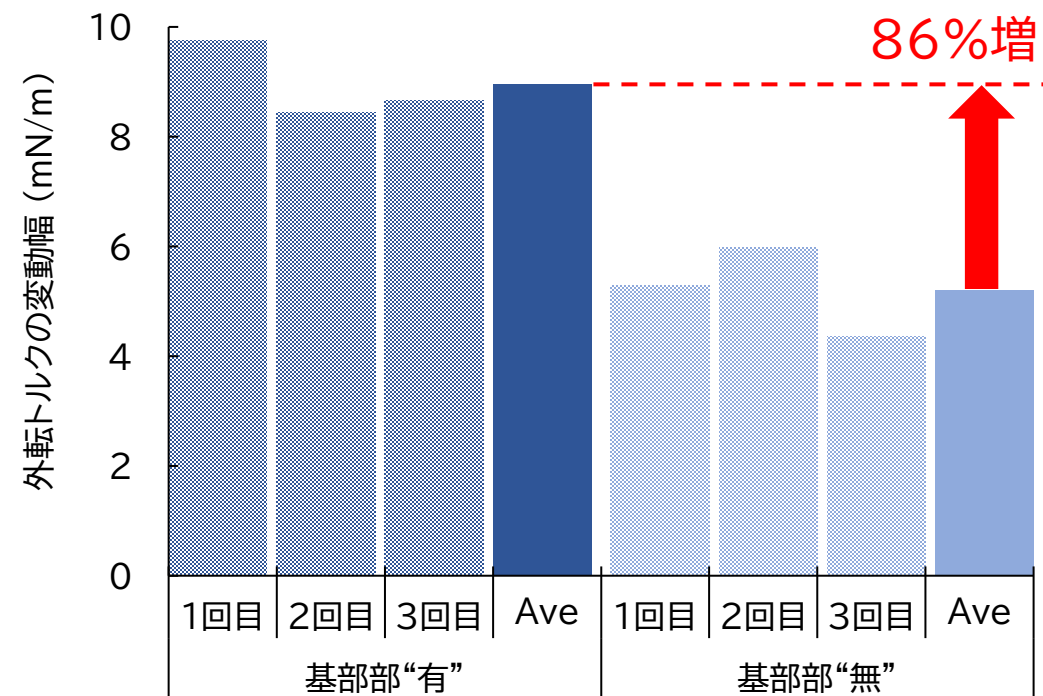
OpenSimにより関節トルクを解析

基部部により、MP関節における外転トルクの変動幅が増加

⇒ 想定していなかった結果 by作業療法士



人差し指のMP関節



中指のMP関節

1 測定精度の検証

2 センシング機構の小型化

3 スパイダースプリント設計へのフィードバック

⇒ 基部部による外転トルクの変動幅を削減へ

4 手指の解析技術を様々な製品開発に応用へ

⇒ ユーザービリティ向上などを目的とした設計・評価に活用へ

ご清聴ありがとうございました