

穿刺手技における触診の定量化のための 計測システムの試作評価

穿刺手技の向上・伝承を支援する計測システムの実現を目指して

- ▶ 指先の皮膚色からの接触力推定を実現するためのセンサグローブの試作
- ▶ 高精度マーカを用いた手指の3軸6自由度動作の計測
- ▶ デジタルハンド技術を用いた手指動作の再現

研究背景と目的

穿刺は採血・点滴・輸液・輸血・特殊検査を目的に実施する医療行為

→ 疼痛・神経損傷等のリスクがある手技

課題 ■ 留置針による静脈穿刺は3割以上が失敗
■ 看護師が穿刺に恐怖感を抱く要因のひとつ

→ 対象静脈の視認・触知が困難なことが一因

触診による対象静脈の選定技術の向上とその技術継承が重要

複数カメラによる穿刺手技評価システム

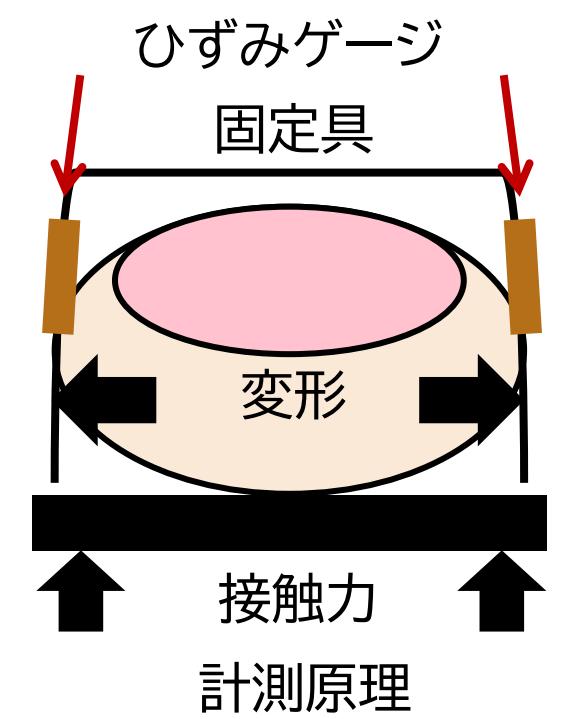
深層学習で解剖学的ランドマークを検出し、手技を解析・定量化する。

課題 静脈選定のための触診評価に未対応

触覚計測デバイス(HapLog)

接触に伴う指先の変形から触圧を計測

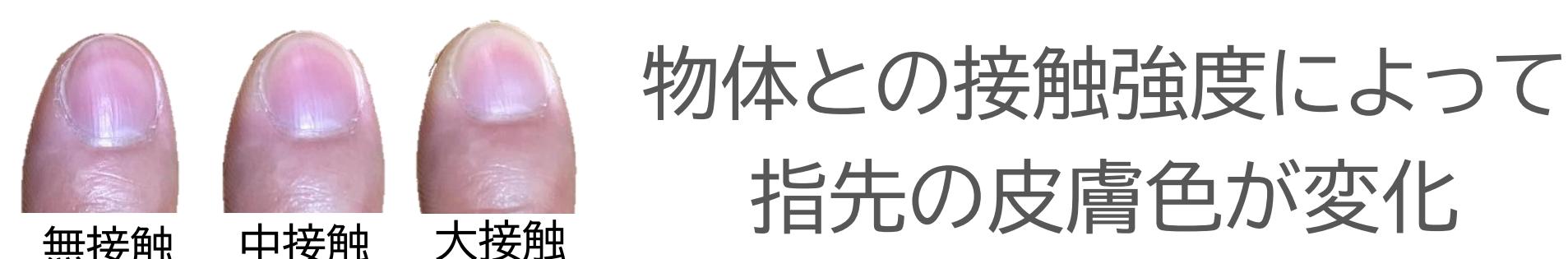
課題 ■ 指側面の与圧による触覚の変化
■ 押圧時の手指の姿勢は計測不可



目的 接触力の計測・手技の計測・可視化機能を統合したシステム開発

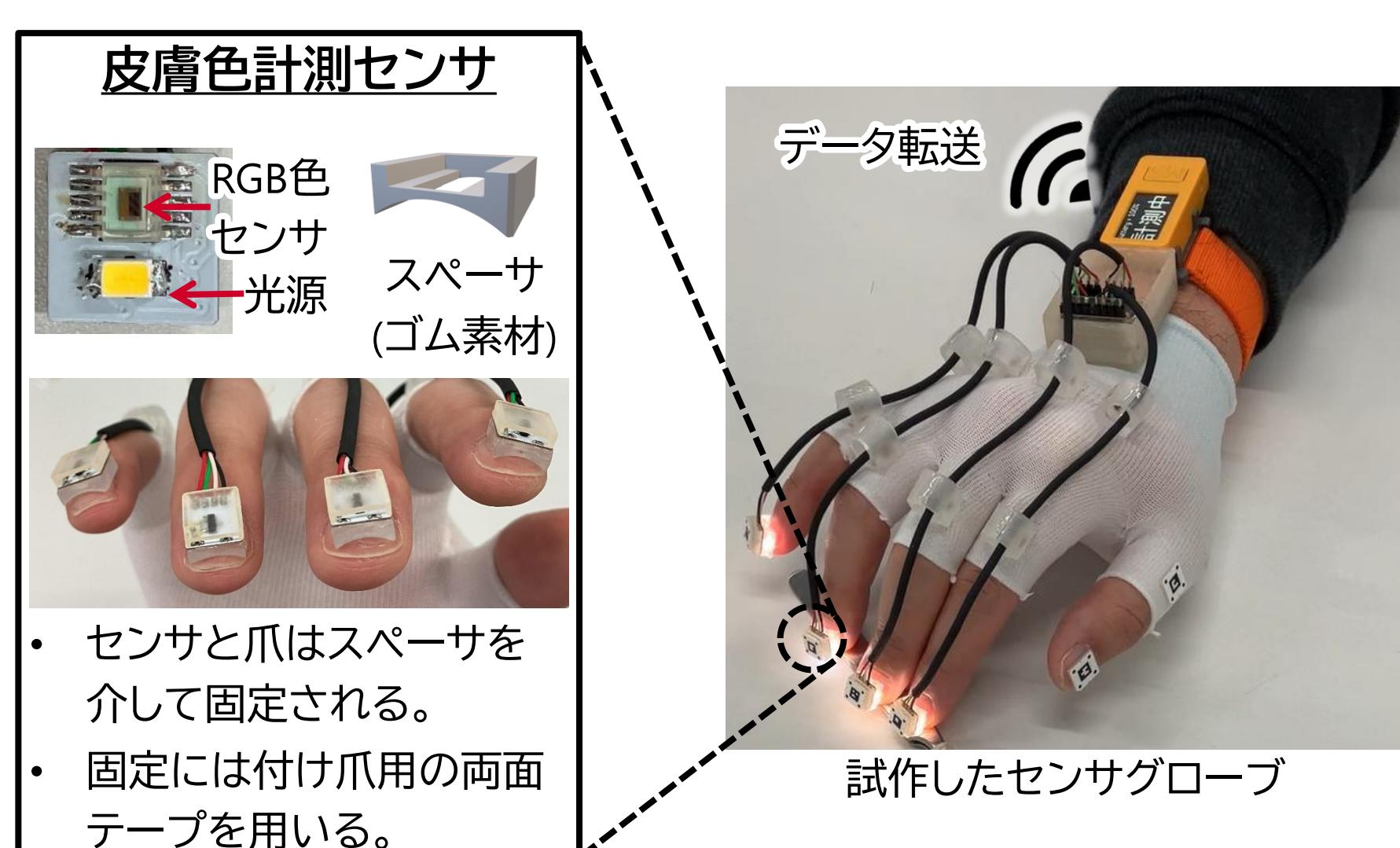
試作した計測システム

グローブ型計測デバイスを用いた触圧計測



物体との接触強度によって
指先の皮膚色が変化

皮膚色計測用センサグローブを試作



皮膚色計測センサ

RGB色
センサ

光源

スペーサ
(ゴム素材)

- ・センサと爪はスペーサを介して固定される。
- ・固定には付け爪用の両面テープを用いる。

計測実験

フォースプレート
(TF-2020, テック技販)

グローブ型
計測デバイス

触圧の
フィードバック

計測の様子

次の手技を4名で実施
(男性3名、女性1名)

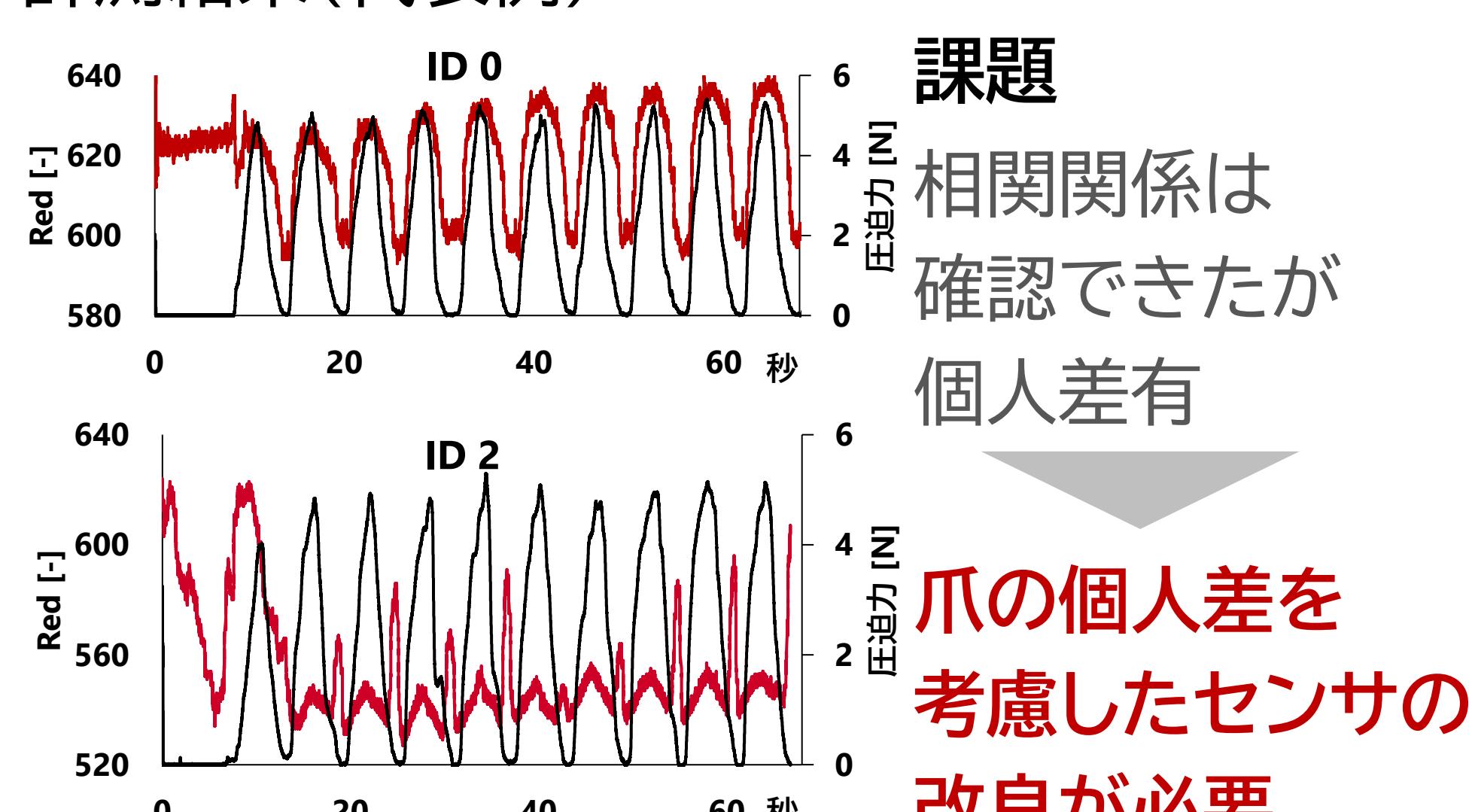
フォースプレートを

3秒かけて5Nまで加圧

3秒かけて0Nまで減圧

10回繰り返し計測

計測結果(代表例)



課題

相関関係は
確認できたが
個人差有

爪の個人差を
考慮したセンサの
改良が必要

ARマーカを用いた3軸6自由度の手技計測

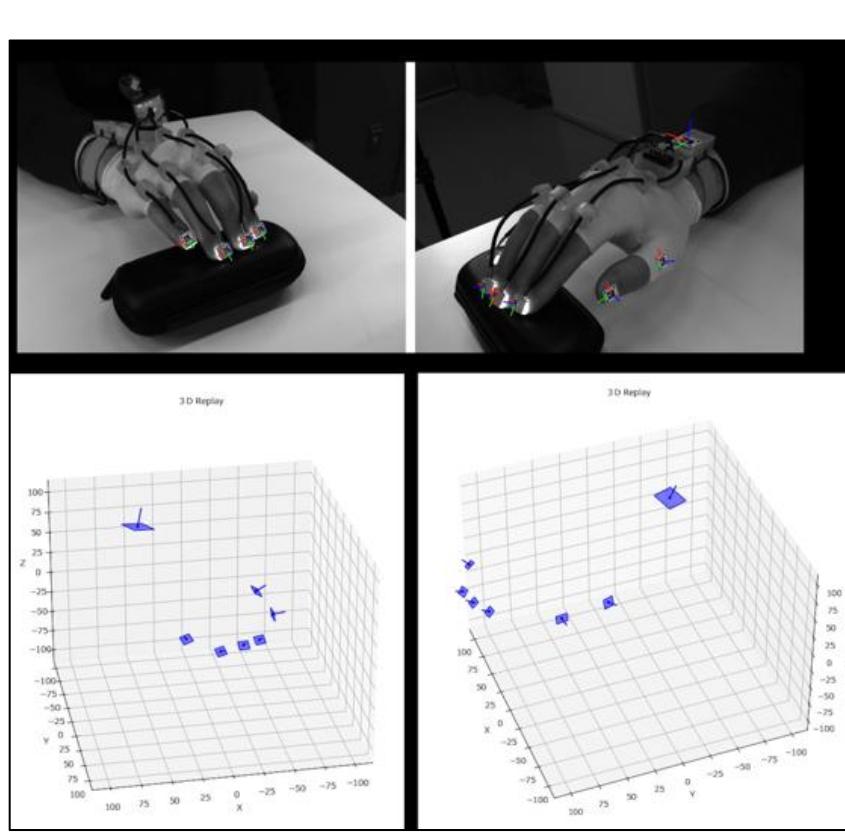


計測実験

2台のカメラで
手指動作を撮影し、
基準座標系における
マーカの位置・姿勢を
算出し評価

実験協力者:1名

品名	BU302MG(Toshiba Teli)
解像度	2048 × 1536 pixel
フレームレート	60 fps
露光時間	8 ms



手指に貼付したマーカ		
8 mm 角	示指・中指・環指・小指爪甲	
10 mm 角	母指爪甲・中手指節間関節と 指節間関節の中点	
20 mm 角	手首付近	

基準座標系で統合した中指の重なりの誤差

位置 平均誤差 0.282 mm 標準偏差 0.170 mm

姿勢 0.286 deg 0.114 deg

課題

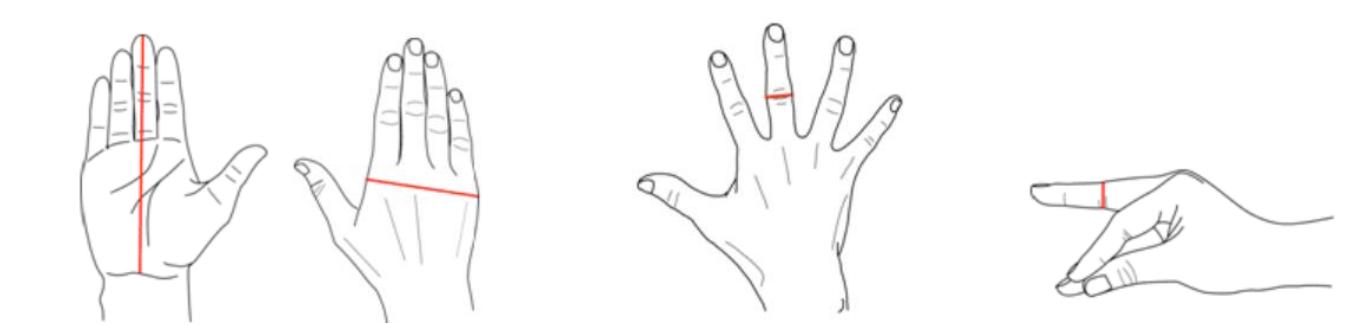
指先の早い動き、マーカの傾きが大きい、
距離が遠い場合にマーカの位置・姿勢の
計測ができない場合がある。

⇒ カメラ配置やパラメータの最適化が必要

デジタルハンド技術による手技の可視化

可視化対象者の手モデルの生成

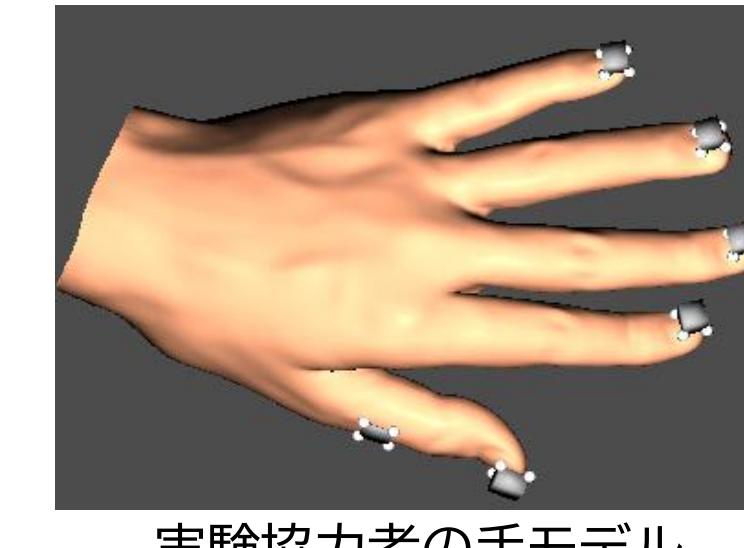
- 手指動作はDhaibaWorksで可視化
- 手の基準モデル(DhaibaHand)は骨格(リンク構造)と表皮(メッシュ)で構築



手長 手幅 第3指近位関節幅 第3指近位関節厚

<https://www.airc.aist.go.jp/dhrt/hand/data/list.html>より引用

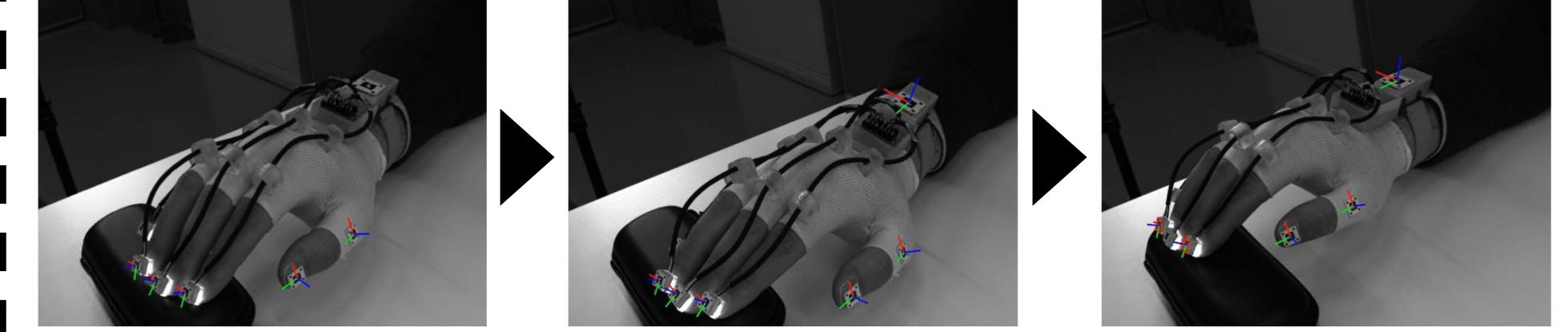
基準モデルを上記寸法値から統計的に
推定した寸法を満たすよう変形し対象者の
手モデルを生成する。



- 被験者に貼付したのと
同様の位置姿勢に仮想
マーカを定義
- マーカの4隅に特徴点を
3つ以上定義

計測実験

計測したマーカ情報と仮想マーカの特徴点と
等価となるよう位置座標情報を変換し、対応
するマーカ間距離の誤差の和が最小となる
最適化問題を解き手モデルの姿勢を算出



手技の良好な再現を定性的に確認