

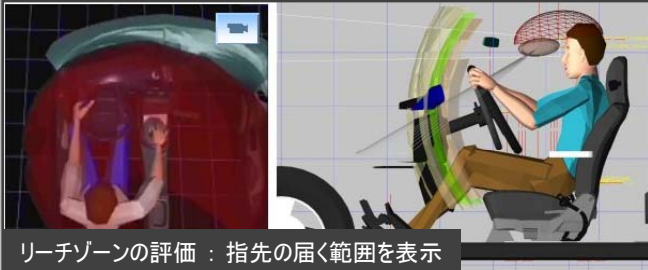
# デジタルヒューマンモデルにおける 前腕ひねり作業評価システムの開発



大阪府立大学 福井 裕

## はじめに

### デジタルヒューマンJack

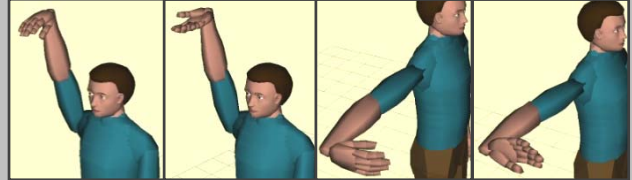


リーチゾーンの評価：指先の届く範囲を表示

→ 設計段階で、操作性や作業性などを視覚的に検討できる

## 課題

### Jackによる手首の回転



- ・前腕のひねりはモデル化されておらず、手首の3自由度の回転で代用している
- ・実際の人間に合わせた可動域が設定されているが、どの姿勢でも回転可動域は同じである

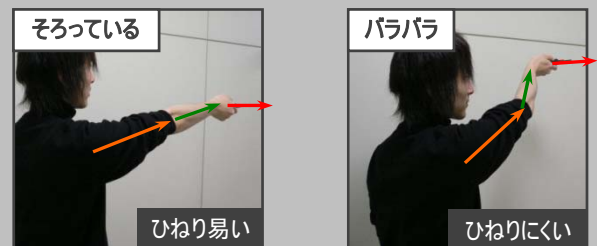
## 目的

前腕のひねりを伴う作業において、  
作業姿勢から作業対象の回転可動域を推定する  
手法を提案する

作業対象の回転可動域の大きさを基にして、  
前腕のひねり作業の難易度を評価することができる  
デジタルヒューマンモデルの開発

## 方法

上肢の各セグメントの方向が、



セグメントの方向の一致度合いと、  
作業対象の回転可動域に相関あることが推察される

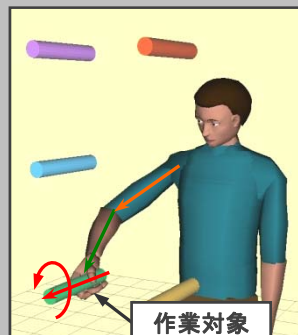
## 計測実験

### 対象作業

ドライバ作業を想定し、複数の  
位置に配置された作業対象を  
右前腕をひねって回転させる

### 計測対象

- (1) 上肢の各セグメントの  
方向ベクトル
- (2) 作業対象の回転可動域



## 実験条件

### 被験者

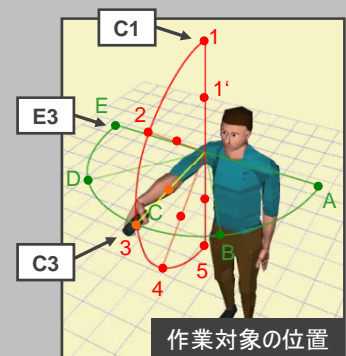
21～26歳の男子7名

### 作業対象位置

3名：20ヶ所、4名：8ヶ所

回転軸・回転方向  
矢状軸・右回転

回転抵抗  
なし

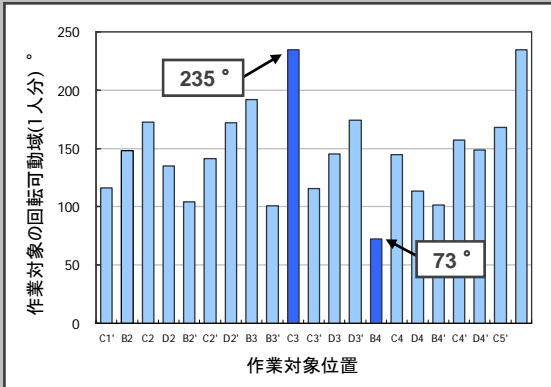


# デジタルヒューマンモデルにおける 前腕ひねり作業評価システムの開発

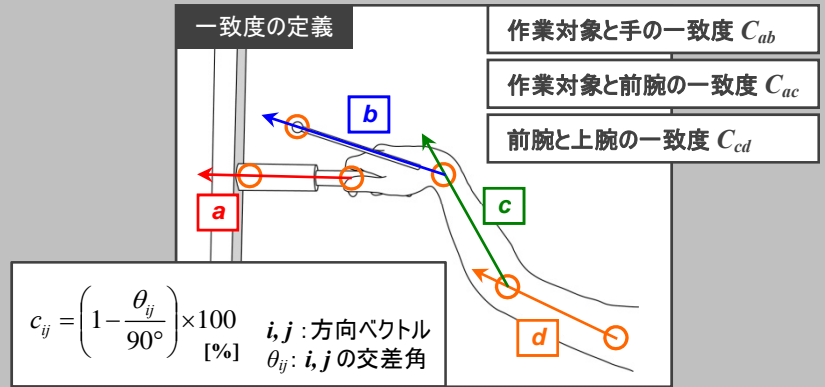


大阪府立大学 福井 裕

## 実験結果 (例として1人の結果)



## 方向ベクトルの一致度の定義



## 上肢全体の一致度の定義

### 一致度 $c$ の定義式

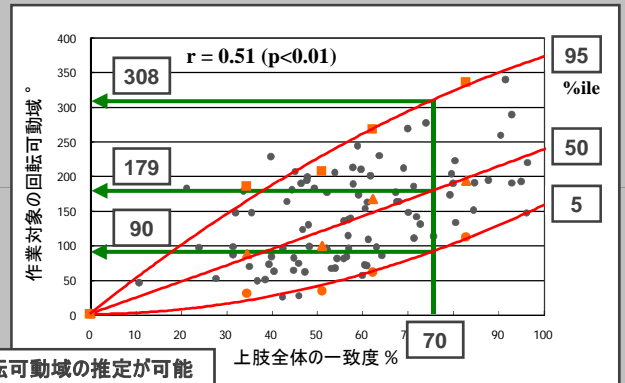
$$c = \left[ \alpha_{ab} \left(1 - \frac{\theta_{ab}}{90^\circ}\right) + \alpha_{ac} \left(1 - \frac{\theta_{ac}}{90^\circ}\right) + \alpha_{cd} \left(1 - \frac{\theta_{cd}}{90^\circ}\right) \right] \times 100 \quad [\%]$$

$a, b, c, d$ : 方向ベクトル,  $\theta_{ij}$ : 方向ベクトル同士の交差角  
 $\alpha_{ab}, \alpha_{ac}, \alpha_{cd}$ : 寄与率 (各一致度が全体に寄与する割合)

### 寄与率の計算

被験者1人1人について、作業位置ごとに一致度と回転可動域を求め、相関係数を計算する。相関係数の総和が最大となるような寄与率を求める

## 一致度と回転可動域の相関図 (全員の結果)



## 前腕ひねり作業の評価システムの開発 (環境: Visual C#, OpenGL)

