

**立命館大学 理工学部ロボティクス学科 教授
岡田構成員からの提出資料**

ロボティクス分野の研究（生体工学関連技術） 消防防災分野への活用・転用について

立命館大学 理工学部 ロボティクス学科 教授
スポーツ健康科学総合研究所 副所長

RARAフェロー

岡田志麻



Futurize.

きみの意志が、未来。

新技術の導入・DXに関する現在の現場ニーズ

現場が抱える課題(新技術へのニーズ)を把握するため、東京消防庁及び政令指定都市の消防本部へのアンケートを行うとともに、一部の消防本部・自治体へヒアリング

1. 大規模災害での情報共有

- ・通行不能箇所や倒壊危険箇所等の情報を把握し、リアルタイムに災害対策本部と現場で被害状況等を共有したい



2

5. 指令業務の高度化

- ・指令業務のプロトコルをAIで学習させ、指令業務を補助できるようにしたい
- ・携帯電話からの119番通報時に高精度の位置情報を得たい
- ・通報時に傷病者のバイタル情報等を得たい

2. 活動現場での状況把握

- ・消火活動や救助活動のため隊員が立ち入る建物の内部情報等を指揮本部で把握したい



3

6. 業務の負担軽減・効率化

- ・女性職員や高齢職員等が現場活動をする際の負担を軽減できる資機材(力を補助するパワースーツ等)がほしい
- ・デジタル技術を活用し、救急活動時に効率的に傷病者情報の収集・共有、搬送先病院の選定を行いたい
- ・救急活動中に聴取した情報をAIやOCRを用いて、効率的に活動記録を作成したい

1

3. 遠隔操作による活動

- ・隊員が立ち入れない場所へドローン・ロボットで進入し、状況把握や放水活動を行えるようにしたい

4

4. 隊員の安全管理

- ・煙が充満する火災現場や暗所での活動時に、隊員が要救助者の位置や退路を視認できるようにしたい
- ・屋内進入した隊員の位置や身体情報をリアルタイムに指揮本部で把握したい
- ・隊員が危険な行動等をした場合に警報を発したい

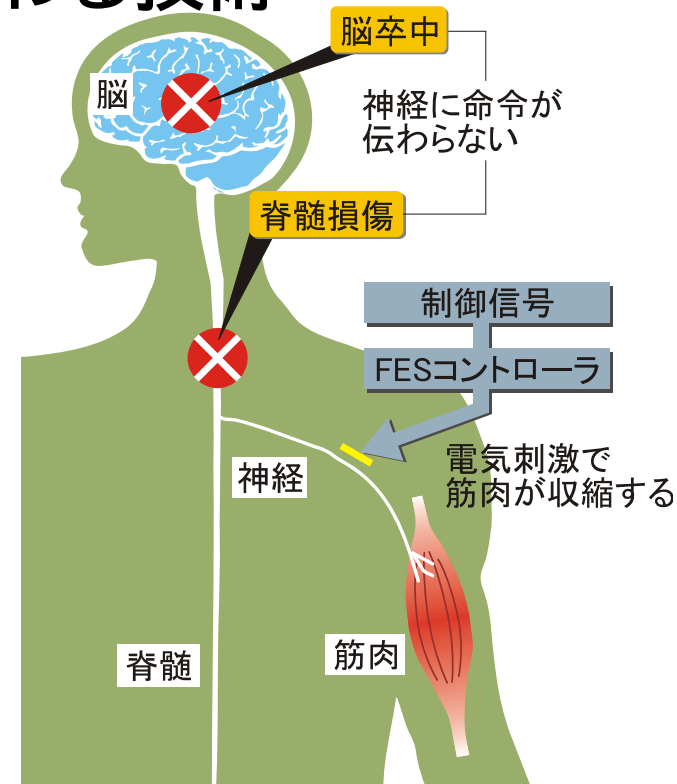
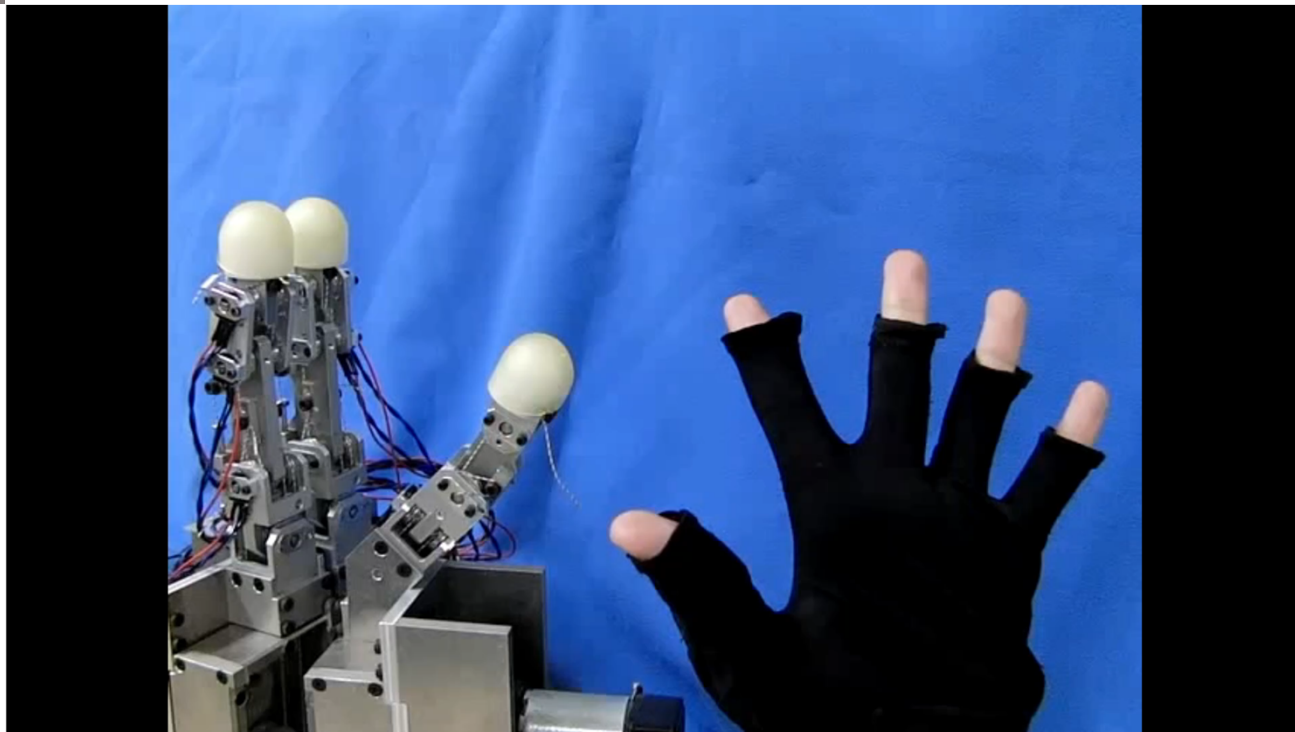
5

7. 建物火災・企業災害の予防

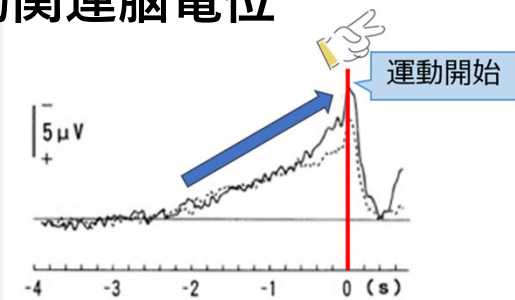
- ・自動火災報知設備の火災情報とBIMデータ、デジタルツインを連携させて、自衛消防活動や避難システム等を高度化したい
- ・AIを使って、建物の火災危険を診断したい、化学プラントの危険性(災害時のリスク)を見積もりたい
- ・VR技術を使った効果的な初動対応、避難誘導等の訓練を行いたい

①遠隔操作による活動に関わる技術

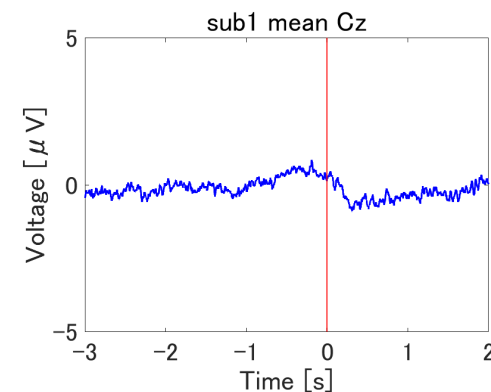
Brain Machine Interface



運動関連脳電位



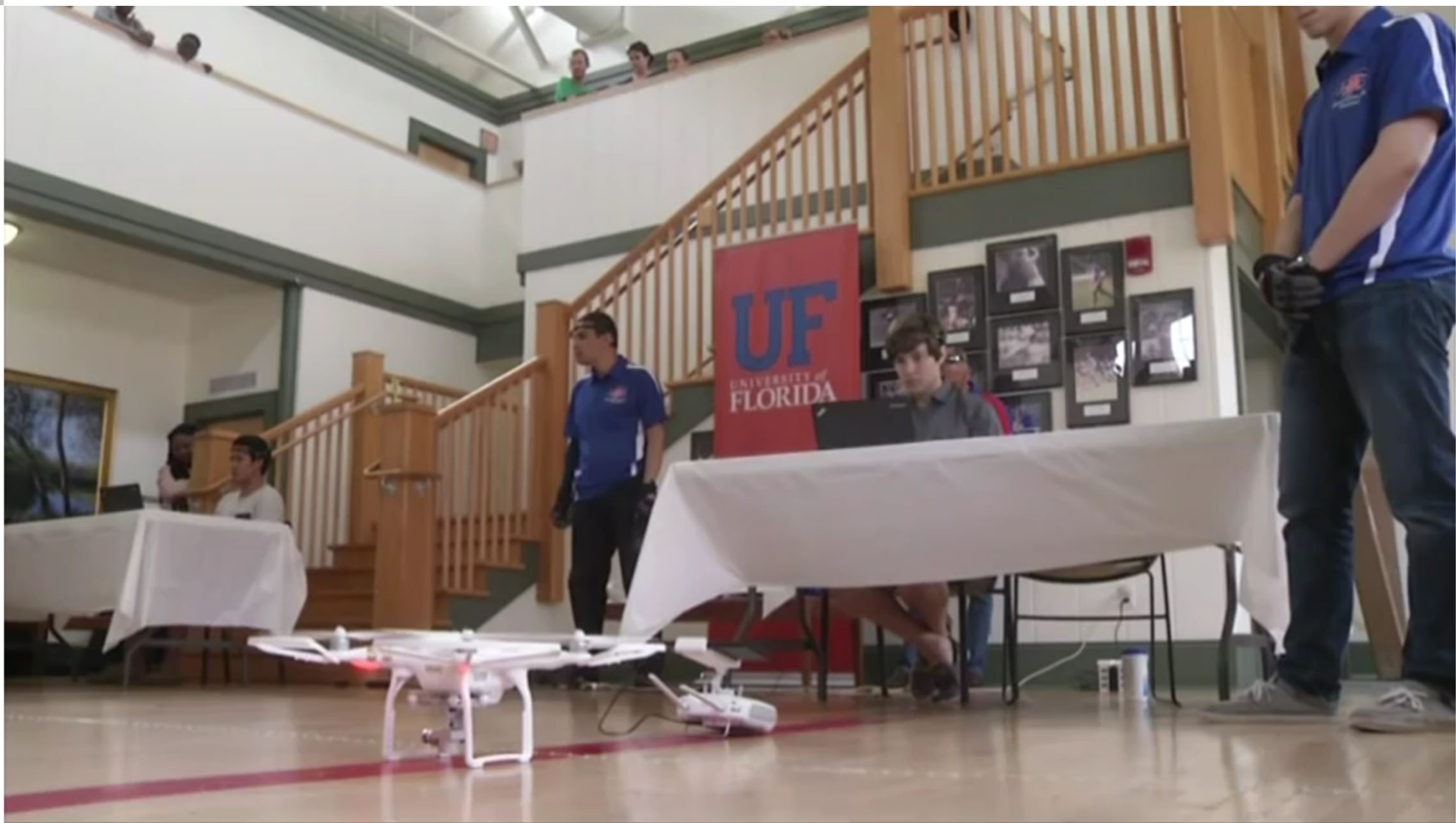
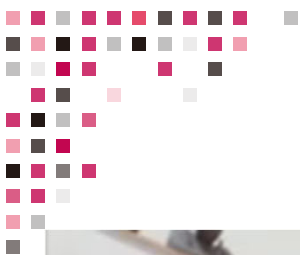
典型的な運動関連脳電位の波形[7]



Futurize. きみの意志が、未来。



Futurize. きみの意志が、未来。



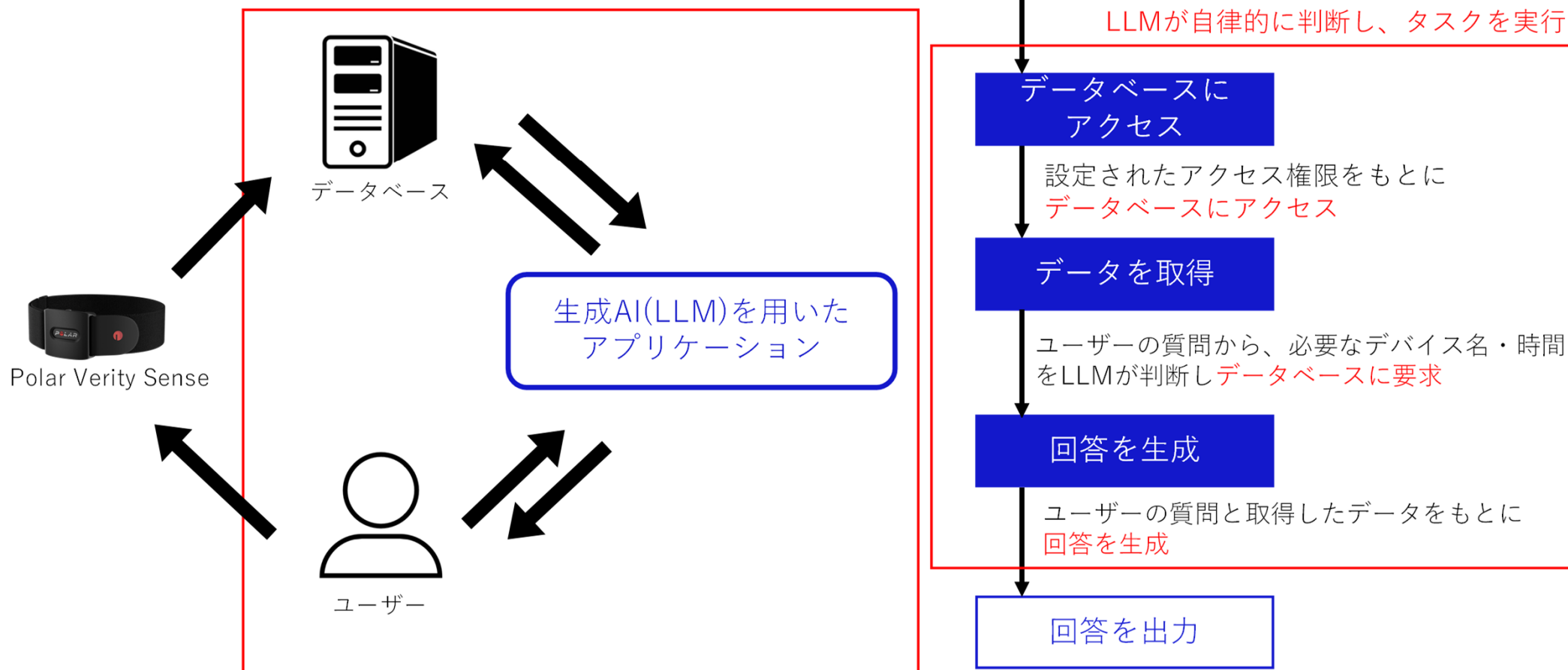
Futurize. きみの意志が、未来。



②指令業務の高度化に関わる技術

自律型エージェントシステム

生成AI(LLM:大規模言語モデル)を用いて
生体情報を解析することのできるシステムの構築



②指令業務の高度化に関わる技術

回答を生成

クエリ分析

ユーザーの質問

polar_device_C7AAD828を装着していた人の、2025年4月7日13:30から14:00の間の心拍数の状態を教えてください。

分析開始

デバイス名・時間をLLM
が判断し、取得すべき
データをDBに要求

```
Query Analysis: {  
  "timeRange": {  
    "start": "2025-04-07 13:30:00",  
    "end": "2025-04-07 14:00:00"  
  },  
  "deviceId": "polar_device_C7AAD828",  
  "deviceId2": null,  
  "analysisType": "状態分析"  
}
```

心拍数 Agent

データベース設定

データベース名を入力

設定を保存

クエリ例

データを取得したデバイス名を教えてください

〇〇(デバイス名)の最大心拍数とその時刻を教えてください

〇〇(デバイス名)のデータ取得期間はいつですか

クエリ分析

分析したいクエリを入力

Futurize. きみの意志が、未来。

②指令業務の高度化に関わる技術

顔画像（動画）を送ると循環器系バイタルを抽出可能

評価方法

顔面の毛細血管の拡張・収縮、脈拍をRGB顔画像中のGreen/Blue比で評価

顔面の毛細血管による自律神経系活動評価

- ・血流量によって顔色は変化
- ・日常的な医療の診断に用いられる

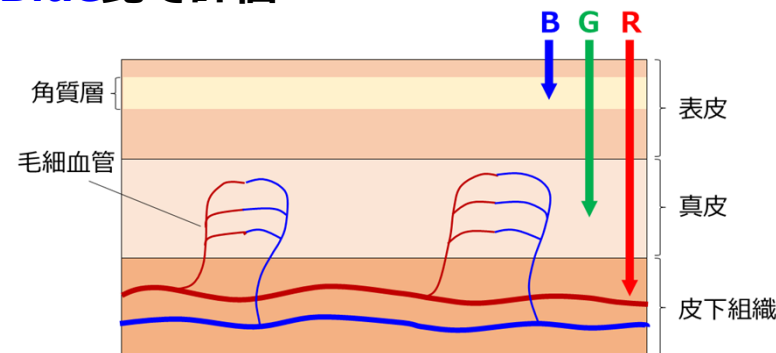
皮膚の光浸透特性

可視光の波長が長いほど深く浸透^[2]

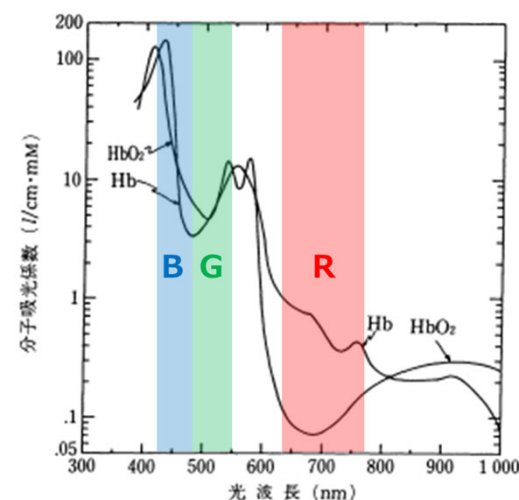
⇒ 赤が最も深く、青は表皮までしか浸透しない

ヘモグロビンの吸光特性

青が最も高く、赤が最も低い^[3]



皮膚の構造と皮膚への浸透度

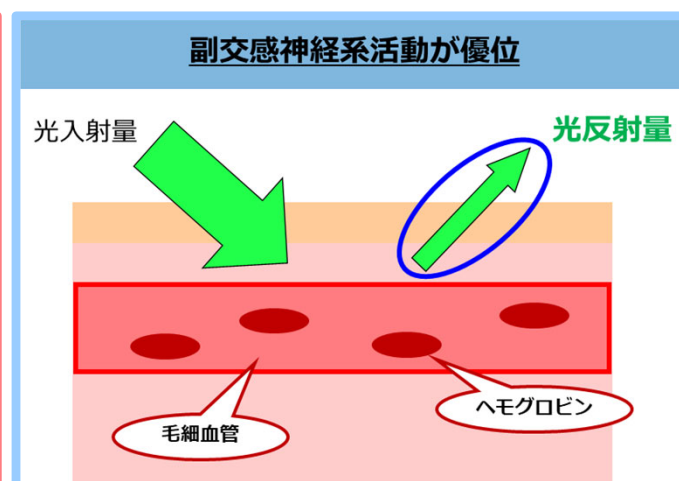
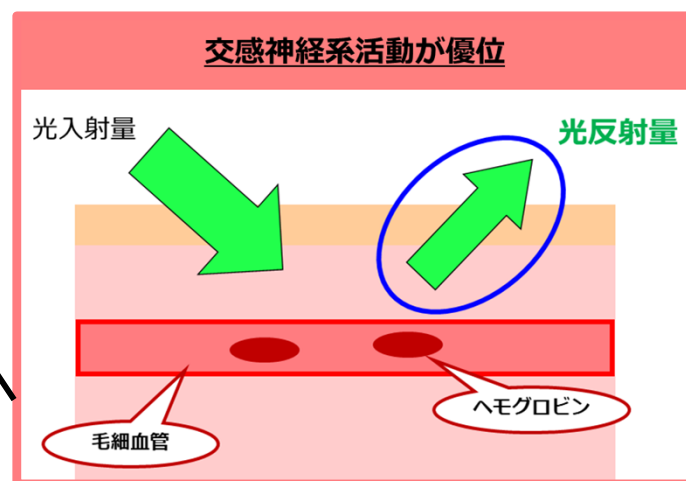
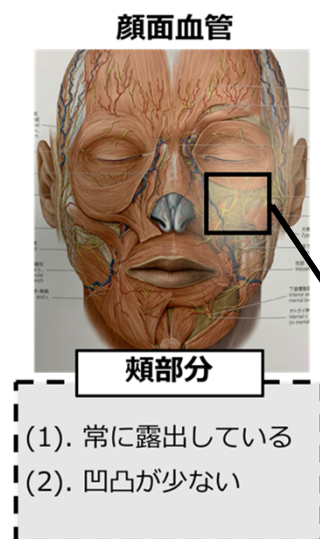


ヘモグロビンの吸光度

今川孝太郎、宮坂宗男、“光が皮膚に与える影響”、日レ医誌第32巻第4号、2012
青柳卓雄、“光による血中酸素濃度”、BME、1990

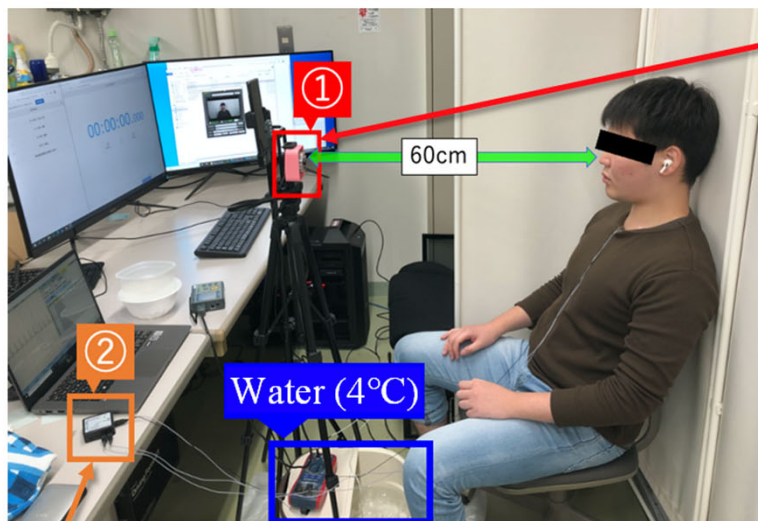
②指令業務の高度化に関わる技術

緑色の光による評価：真皮まで浸透し、ヘモグロビンに吸収されやすい
⇒個人差の抑制を行うため、Blue値で比を取る



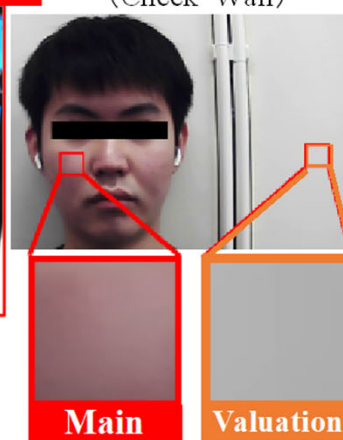
毛細血管	収縮	拡張
血液量	少ない	多い
血中のヘモグロビン	少ない	多い
光吸収量	少ない	多い
光反射量	多い	少ない
顔画像中のGreen値	多い	少ない

②指令業務の高度化に関わる技術



① Camera

Region of Interest
(Cheek・Wall)



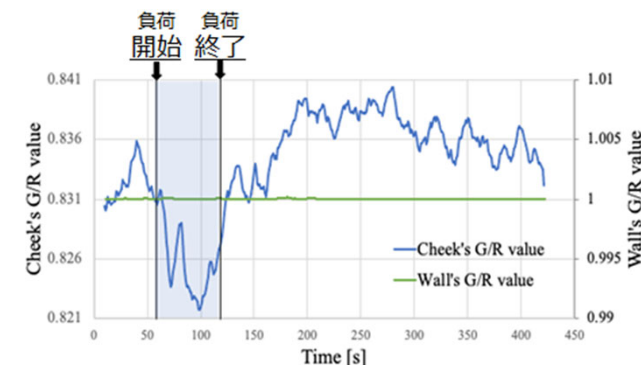
▶ Calculate **Cheek's** G/R ratio

- Reason =
- (1) Cheek is always exposed
 - (2) Cheek is little unevenness

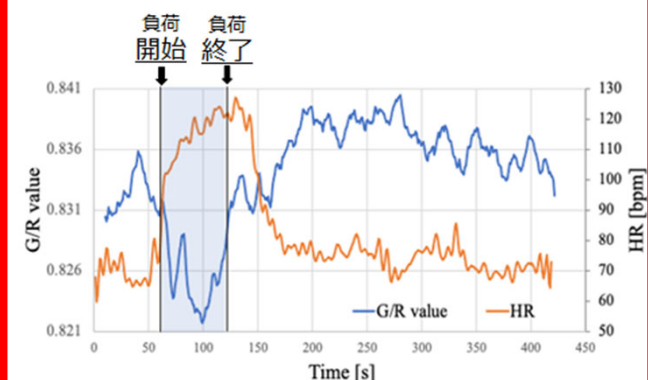
▶ Calculate **Wall's** G/R ratio

- Confirm the effect of changes of lighting and automatic exposure control of the camera on the G/R ratio of cheek

(Resolution 1080 × 1920 [pix]
Frame Rate 6 [fps])

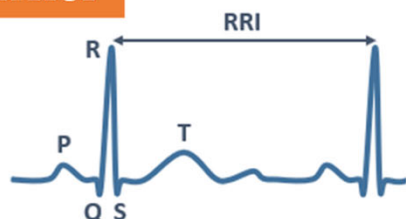


頬のG/R値と壁のG/R値の変動



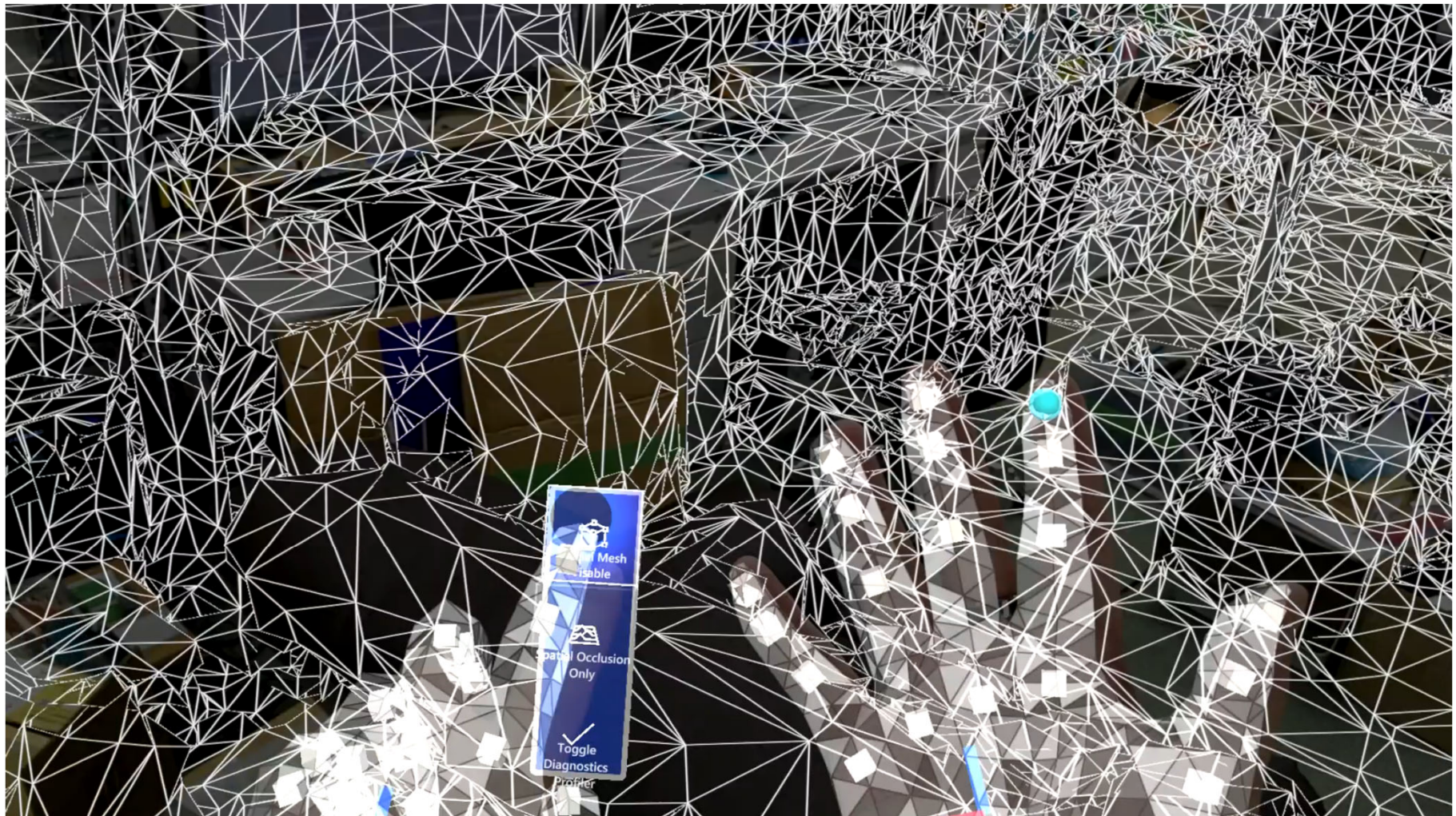
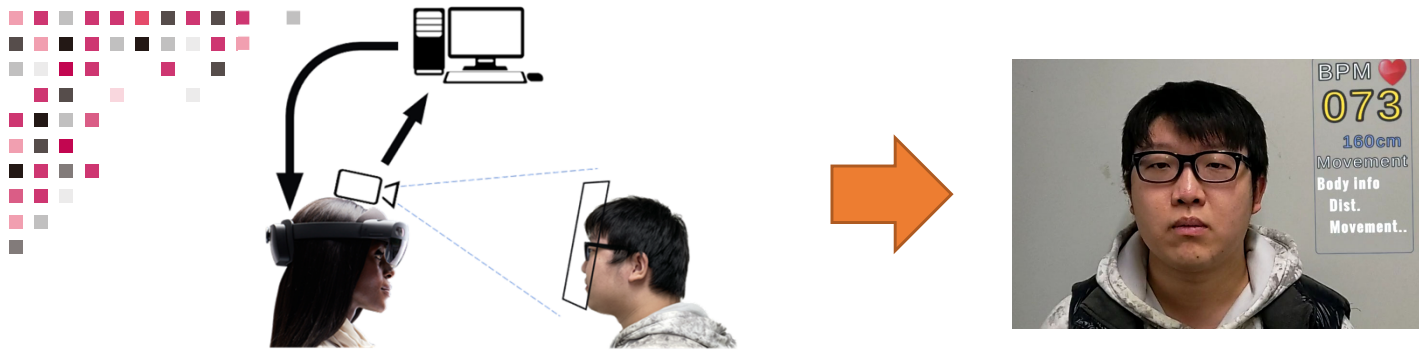
頬のG/R値と心拍数の変動

② ECG amplifier (Valuation)



▶ Measure **ECG**
→ Calculate **HR**

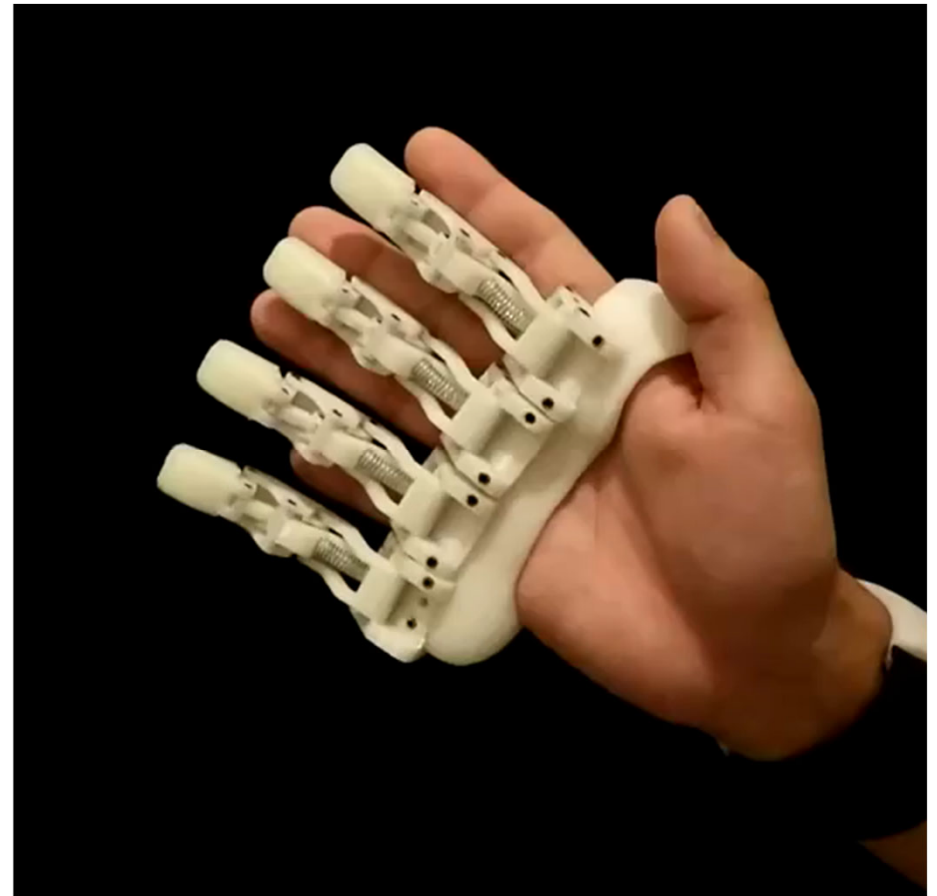
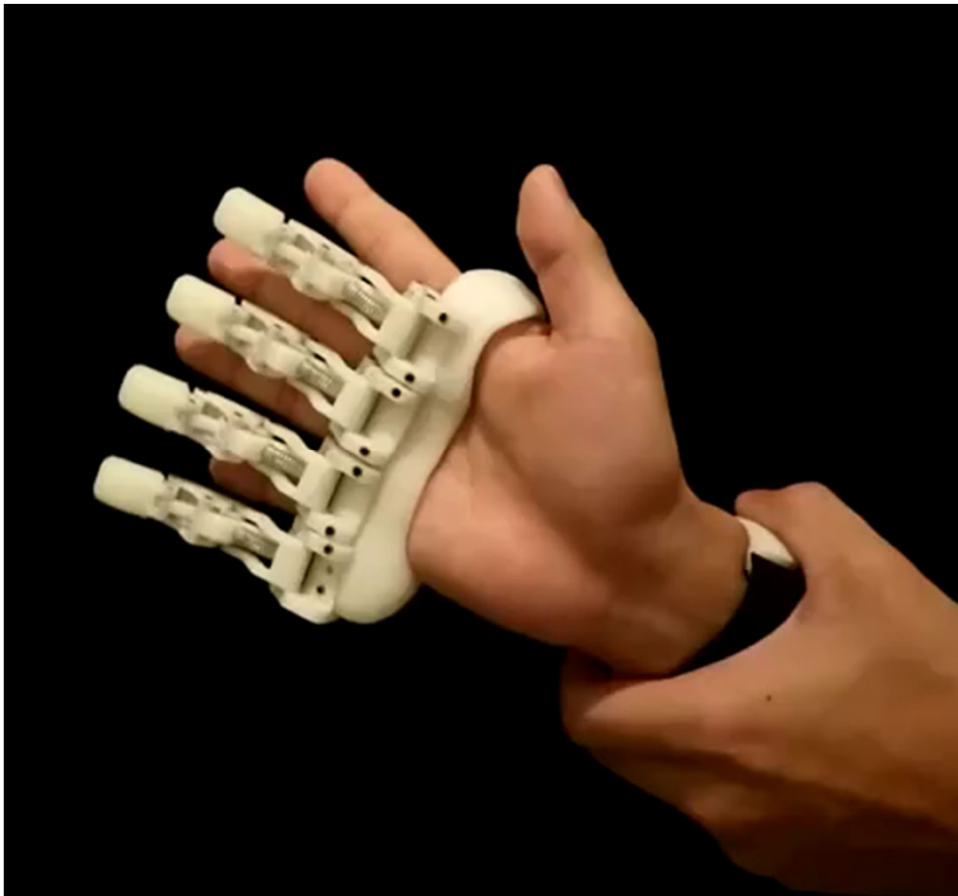
(Sampling Frequency 1000 [Hz])



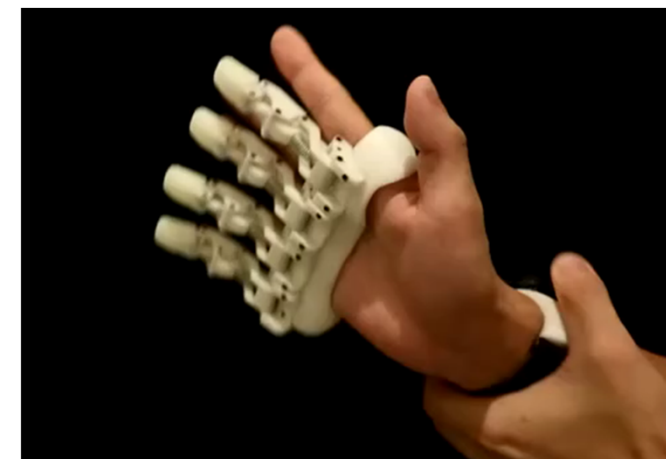
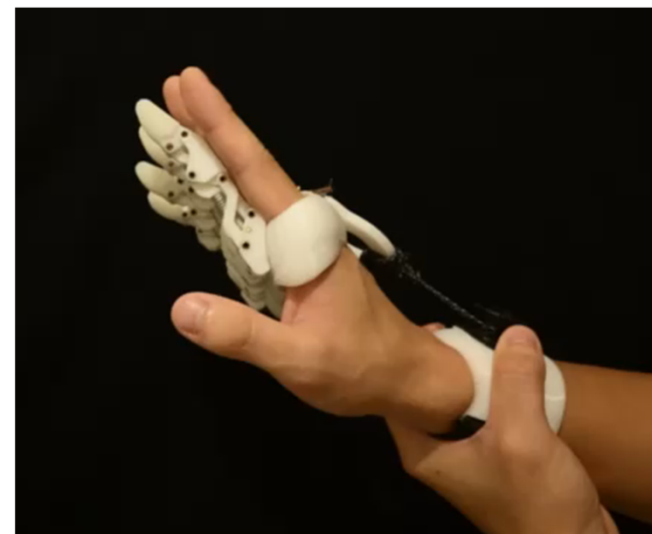
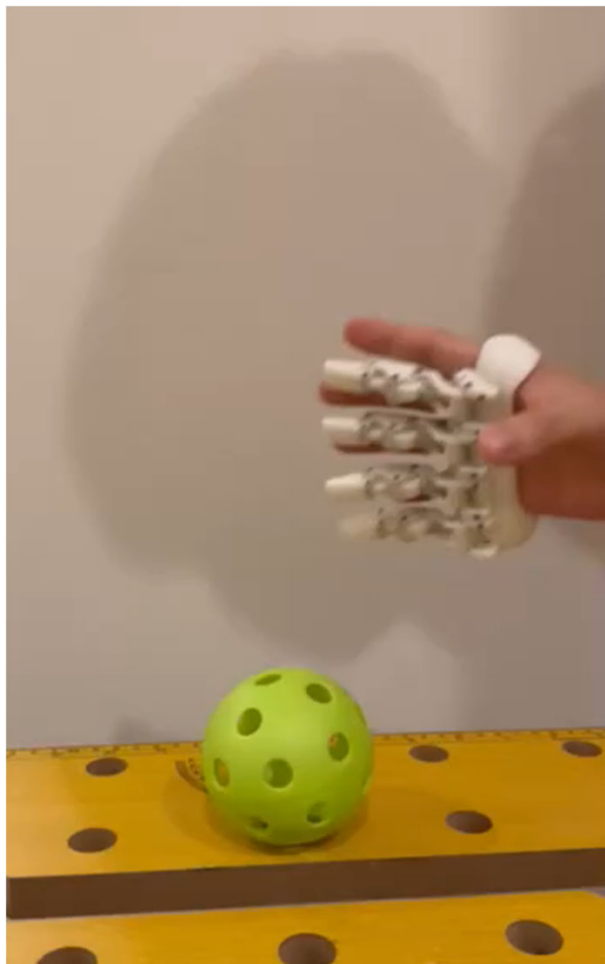
Futurize. きみの意志が、未来。

③業務負担軽減効率化に関わる技術

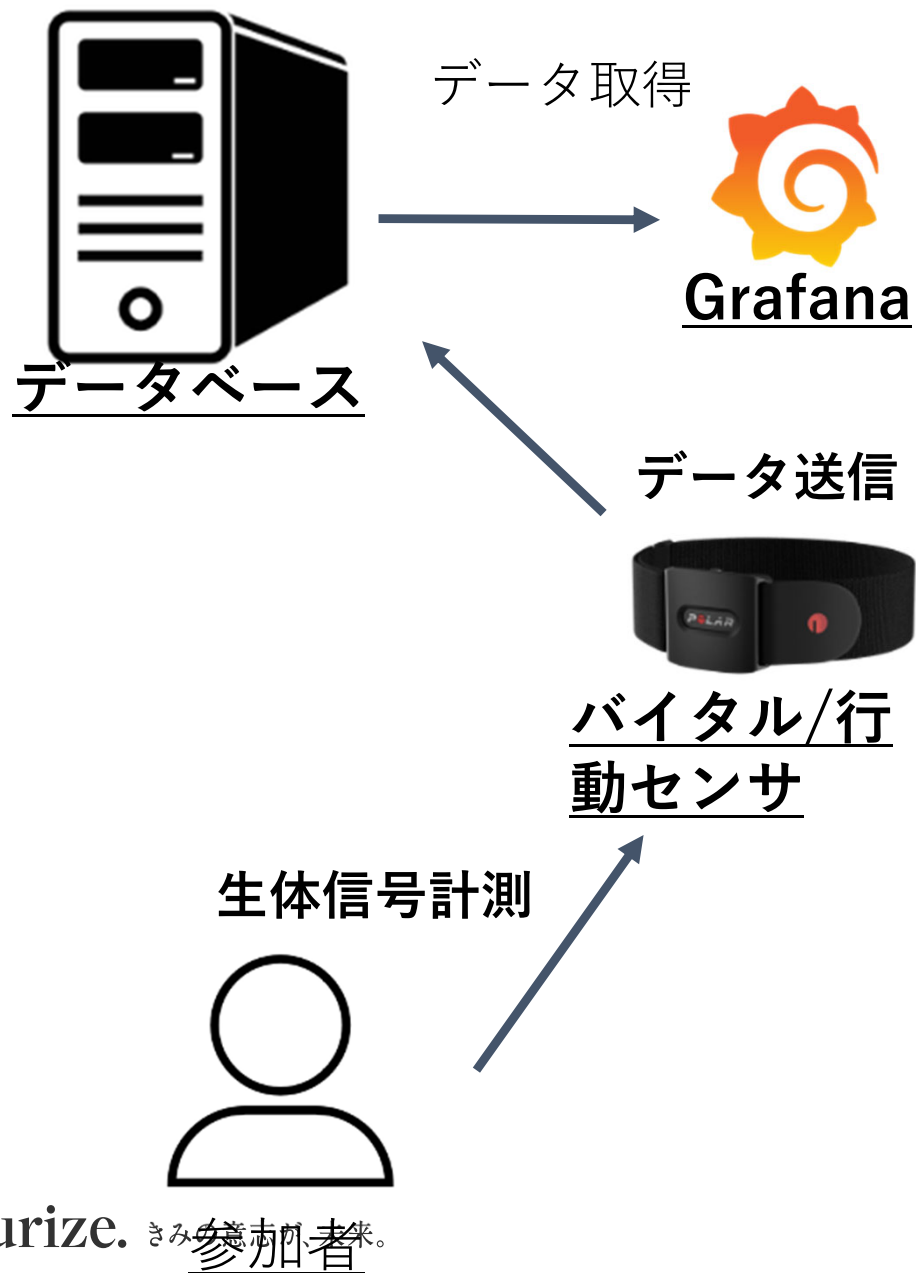
機械式リンク機構：バッテリーレスハンド



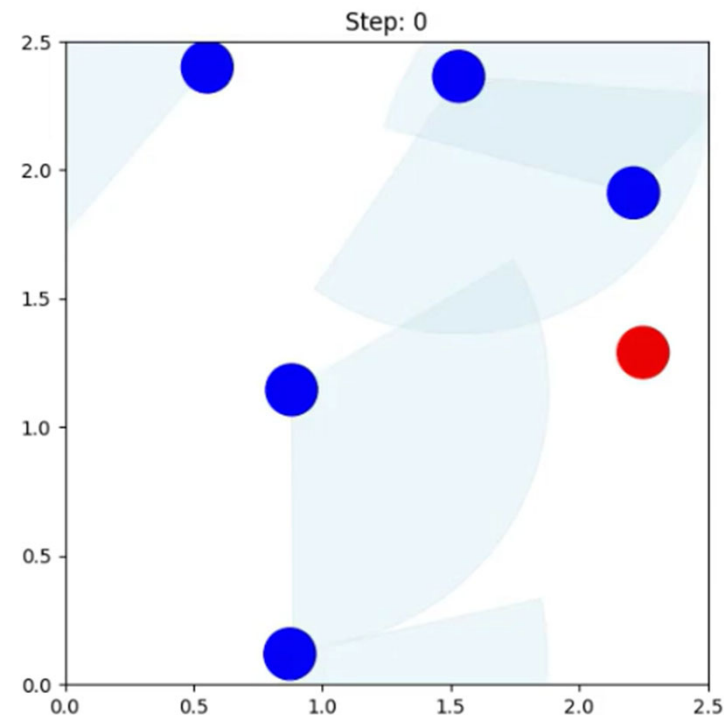
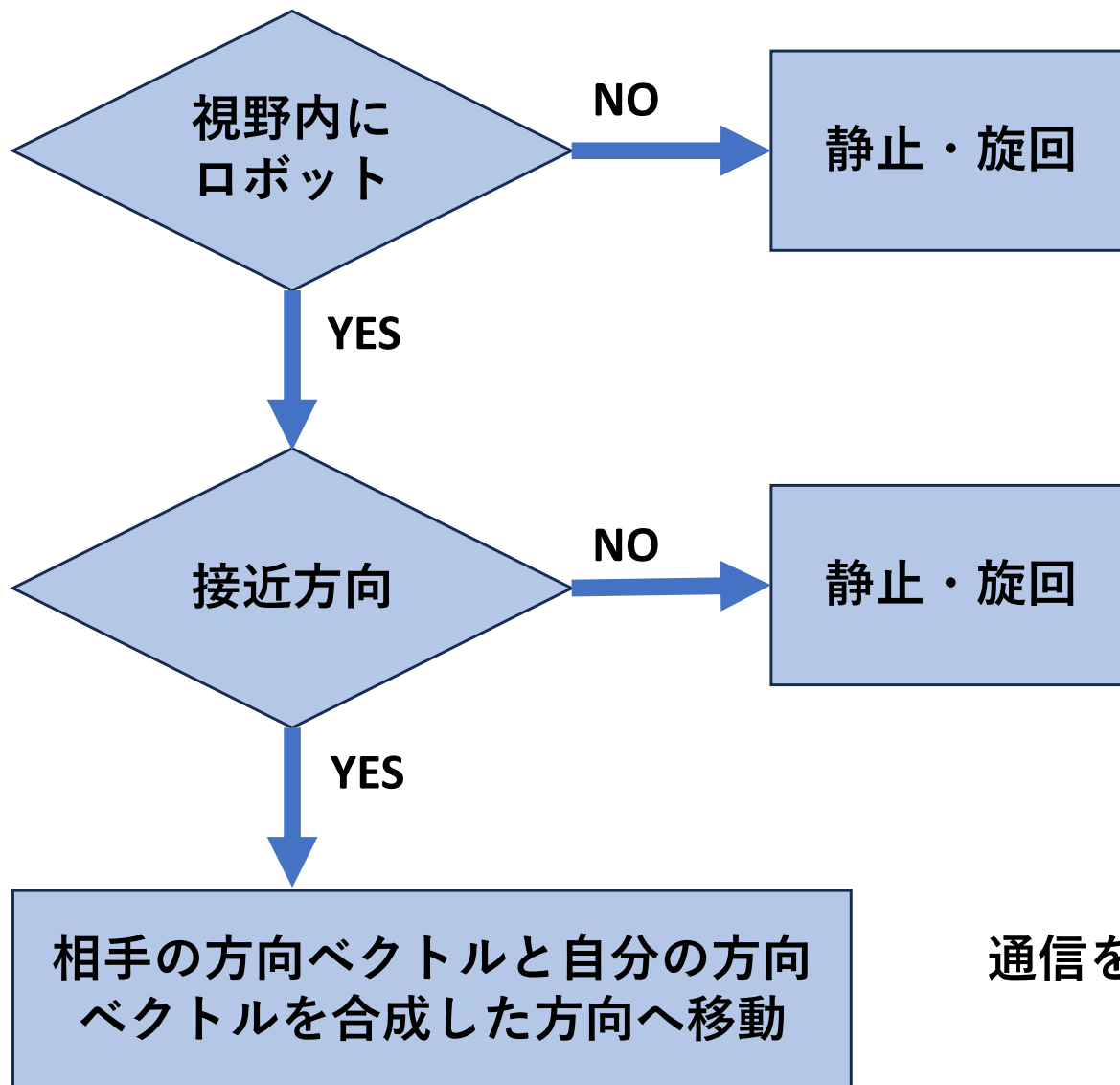
③業務負担軽減効率化に関わる技術



④隊員の安全管理に関わる技術



④隊員の安全管理に関わる技術



通信を使わずリーダーをフォローする手法

⑤建物火災・企業災害の予防に関わる技術

地域中核・特色ある研究大学強化促進事業（J-PEAKS）



XVアリーナ

- ・ テニスコート2面分の広さ
- ・ 壁面・床面にVR映像投影
- ・ アバター・ホログラム・リアルな身体が集団が同時にコミュニケーションをとる世界を再現



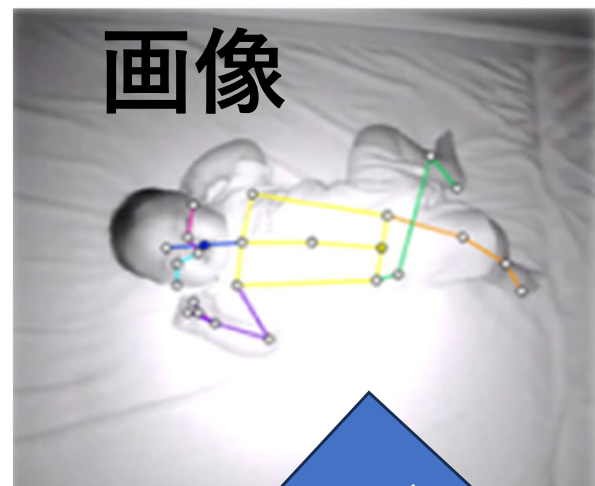
Futurize. きみの意志が、未来。

消防分野における技術戦略に対する示唆・提案

AIの活用



ロボット



画像

解析

AI

制御



消防分野における技術戦略に対する示唆・提案

人間拡張の可能性

事故の低減

