

みえない労力を評価する

- 携帯型の筋かたさ計測デバイス -

弘前大学



大学院理工学研究科

機械科学科

准教授 藤崎 和弘



「力こそがすべて」

Fujisaki Lab. Muscle G



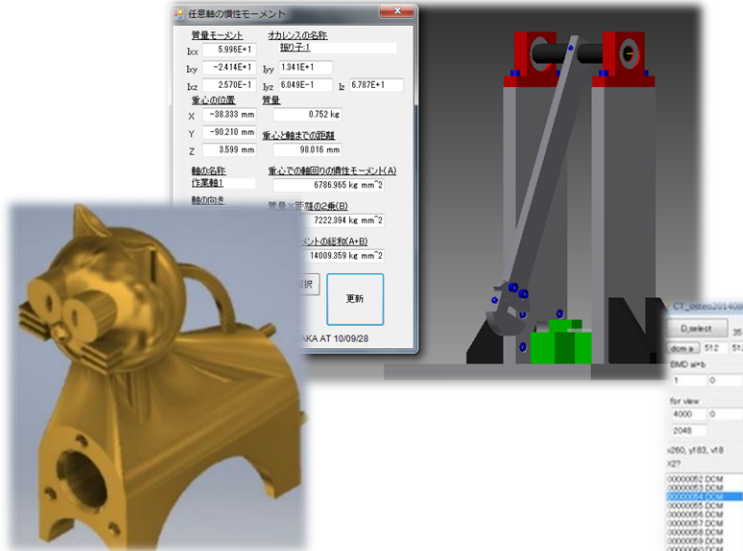
自己紹介 — 藤崎 & 藤崎研究室 —



藤崎 和弘
Fujisaki Kazuhiro

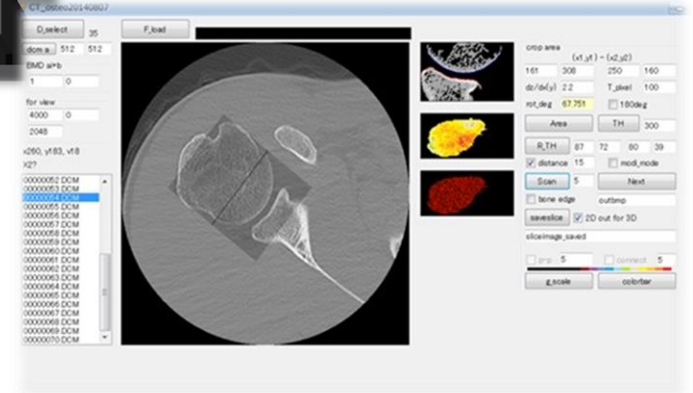
理工学部・准教授
機械科学科
(機械工学出身)

機器設計：3DCAD

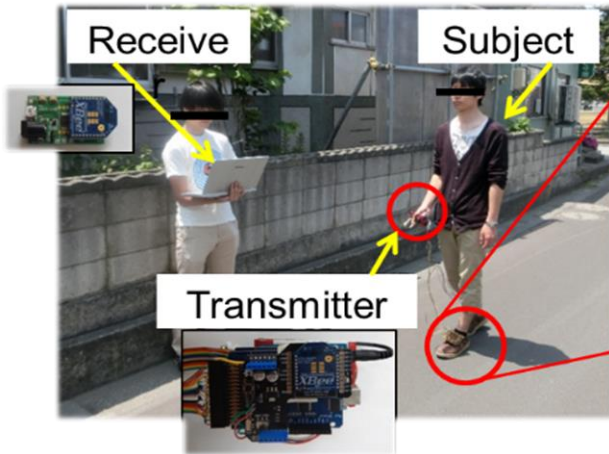


ものづくりの研究 をしています

ソフトウェア開発



システム開発



実証実験・調査

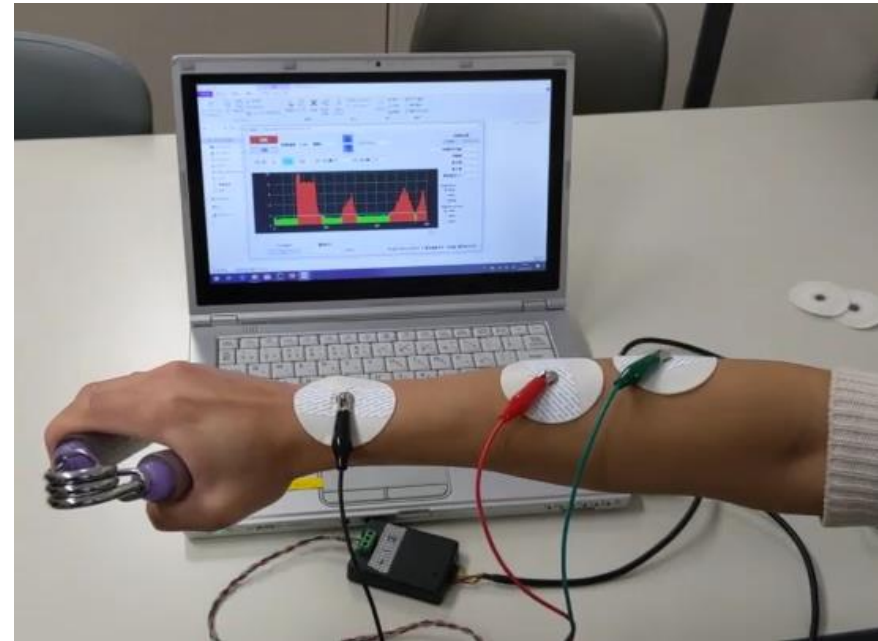
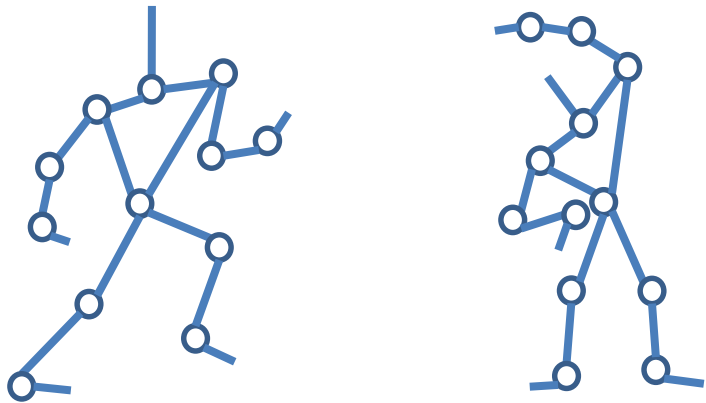
人材育成



機器試作

: 3Dプリンタ・機械加工

リハビリテーション、スポーツ
▷ 運動評価、熟練動作の解析



対象の姿勢

モーションキャプチャなど
(空間上の制約あり)



慣性・磁気センサ
(携帯性に優れる)

発揮力

表面筋電位計測
→ センサと皮膚表面の
接触状態・発汗
(長期計測の課題)

もう1つの選択肢を

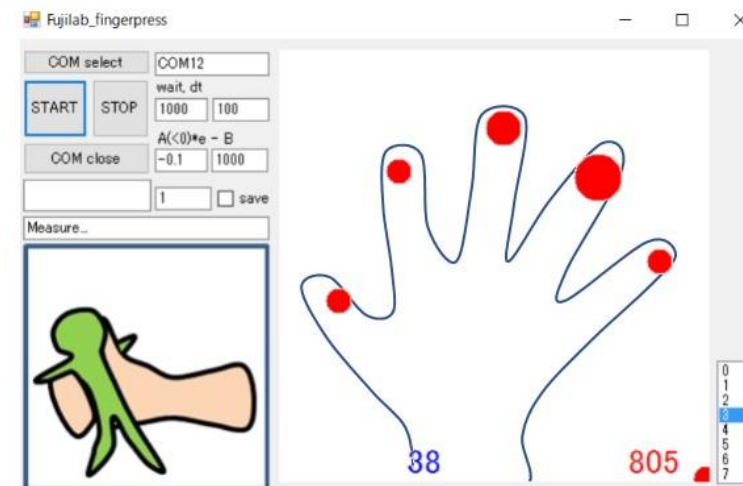
技術背景 — 薄型力覚センサの発展 —

薄型センサ

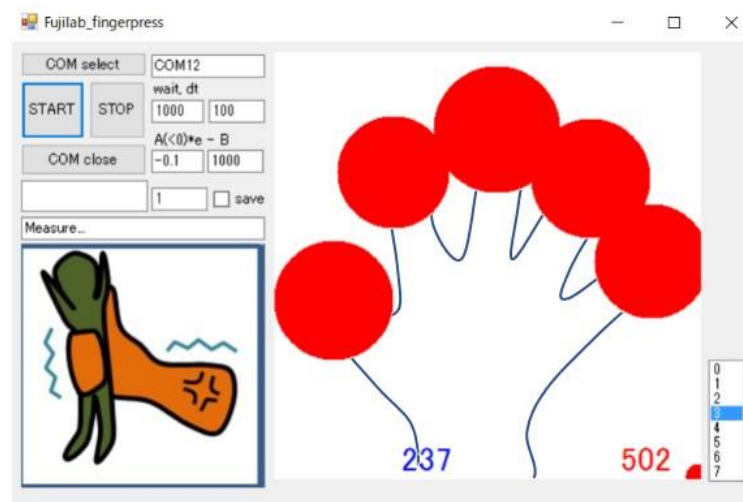


マイコン

重量物の持ち上げ時の指先負荷

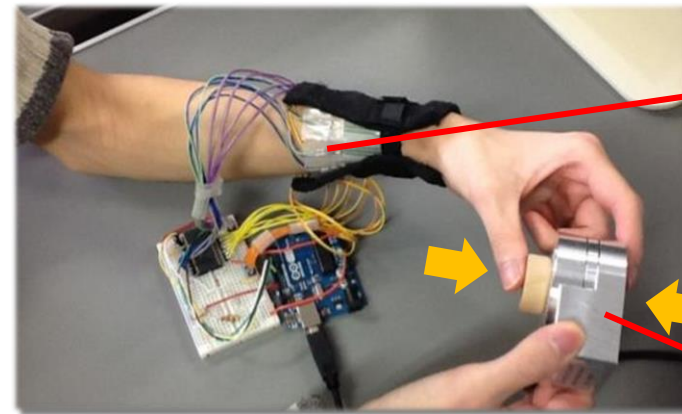


ソフトウェア



Force myography (FMG)という概念

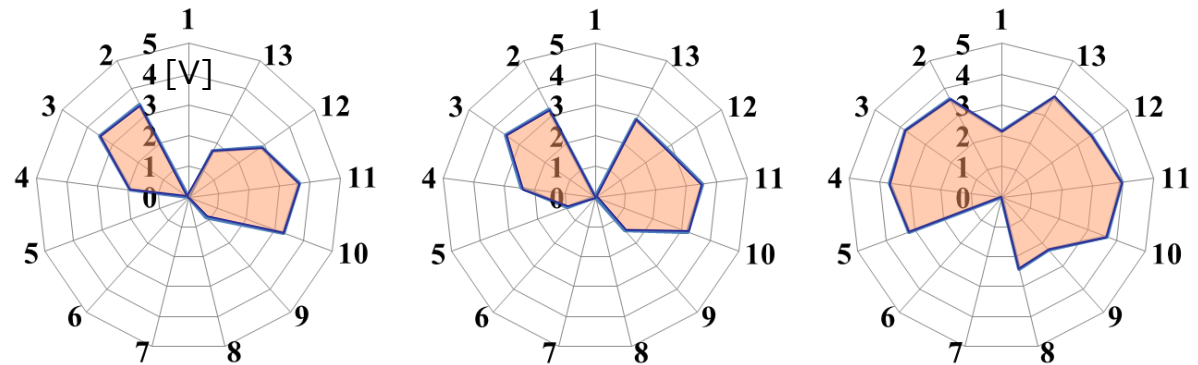
筋収縮に伴う皮膚表面の変位（隆起）や、かたさ変化を観測



圧力センサアレイ
13chの圧力情報

ロードセル

圧力センサアレイによる
手指形態判別の例
(じゃんけんの推定)



ピンチ力増加

[1] 五十嵐ら, 第57回日本生体医工学会大会, 2018

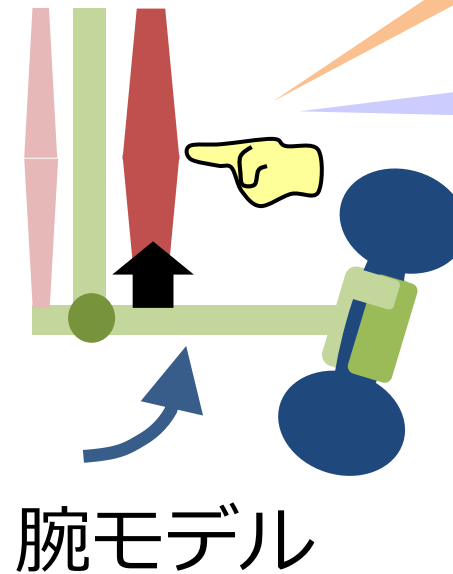
目的 - 筋活動を簡単に測る -

筋のかたさ変化に注目した活動推定
力を発揮した際のかたさ変化を利用^[2]

かたさ計測法：医療用

- ・ 超音波エラストグラフィ^[3]
- ・ MRエラストグラフィ

- ・ 装置が大掛かり
- ・ 携帯は困難



硬くなる

厚くなる

身体装着型の筋活動計測センサと携帯型
計測システムを開発する

→ 小型・軽量・低電力・長時間計測



筋硬度計

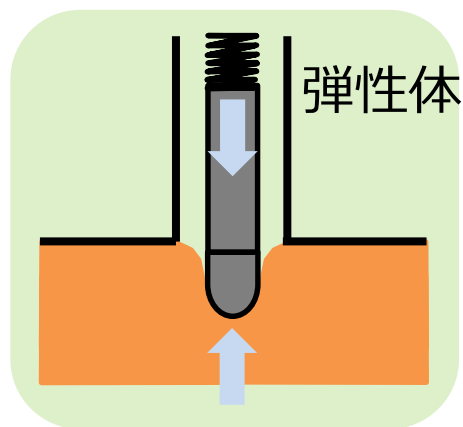
[2] 藤田英二ら, 理学療法学 第42巻第3号, (2015), 255-261

[3] 川道幸司ら, Jpn J Rehabil Med, 54, (2017), 800-807

方法 - 筋のかたさ計測 -

- 筋硬度計 (デュロメータ型計測器)
- 生体組織硬度計

肩こり自覚度と硬さの関係調査
鍼灸治療前後における検証など^[4]



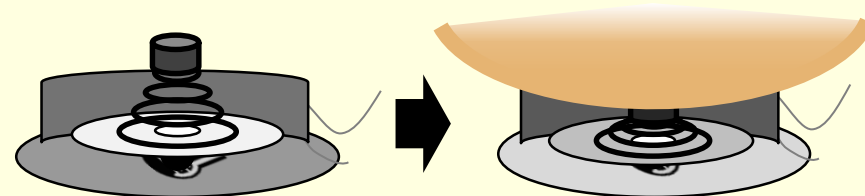
バネで柔らかい
ものを押した時
の力のつりあい

弾性体変位 ⇒ 反力 = 押し込み力 F

→ 筋のかたさ

[4] 奥野 浩史ら, 全日本鍼灸学会雑誌第59巻1号, (2009)

ばね + 薄型圧力センサ



圧力センサ

> 圧力が加わると電気抵抗が減少

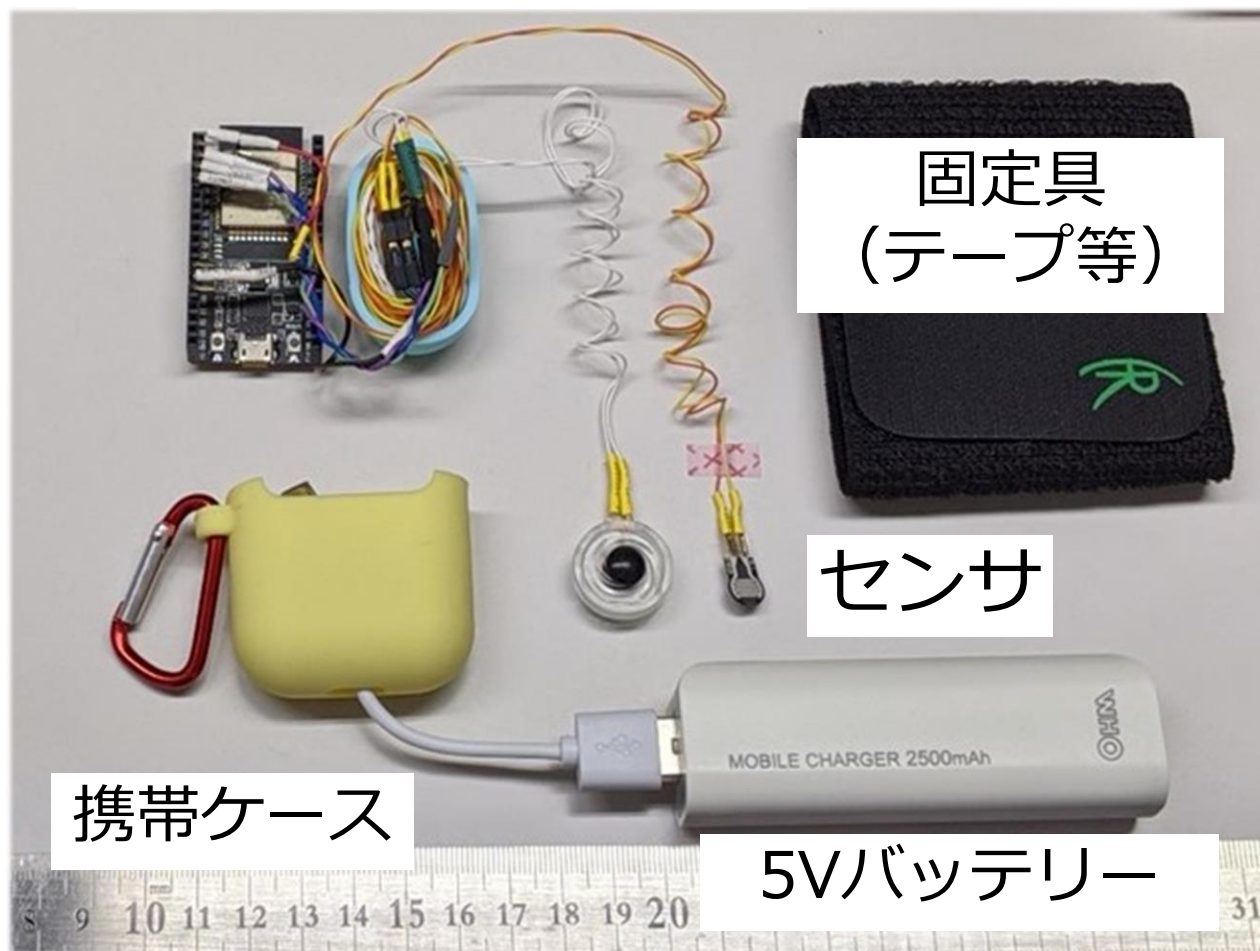


3Dプリンタによる製作例
小型軽量化を実現 (2g)

特願2019-126881

方法 – 計測システム –

Bluetooth搭載マイコン



動作実績

①有線のシステム

- 8 ch
- 100Hz
- 10bit

②無線のシステム

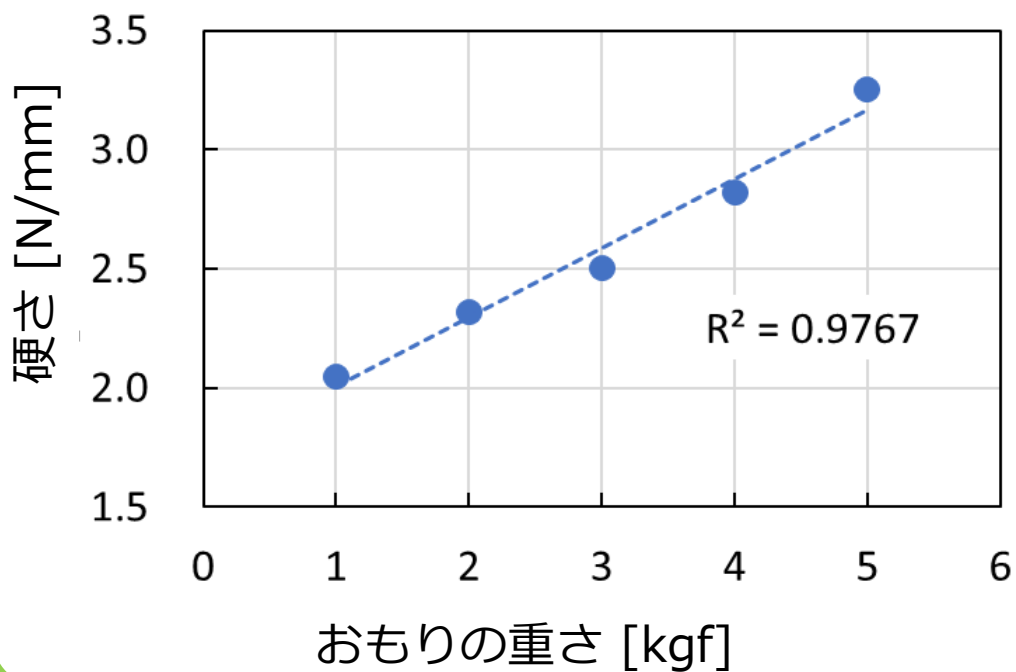
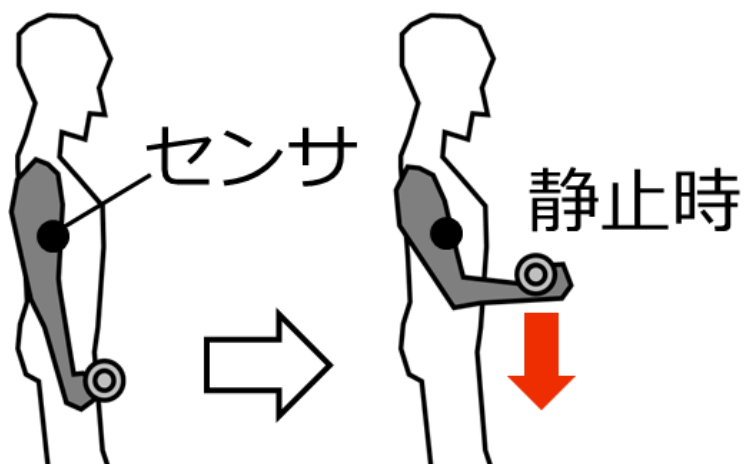
- 4 ch
- 20Hz
- 12bit

無線ユニットの構成例

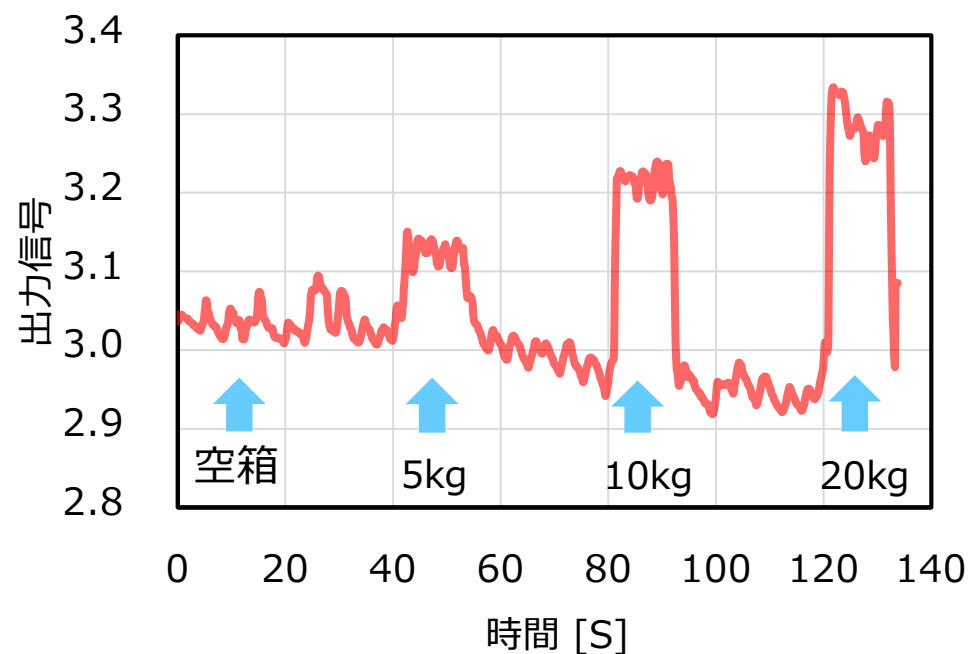
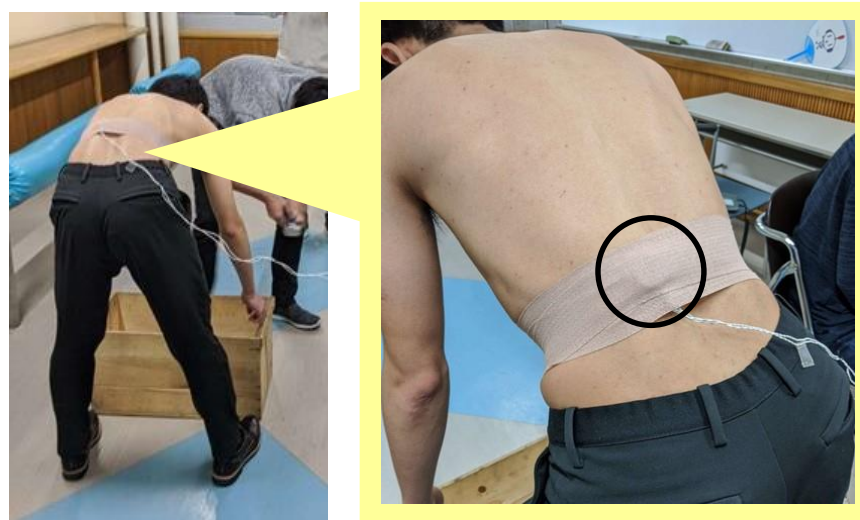
ただし、圧力センサの
応答速度に制限される

実例 – 筋活動との関係 –

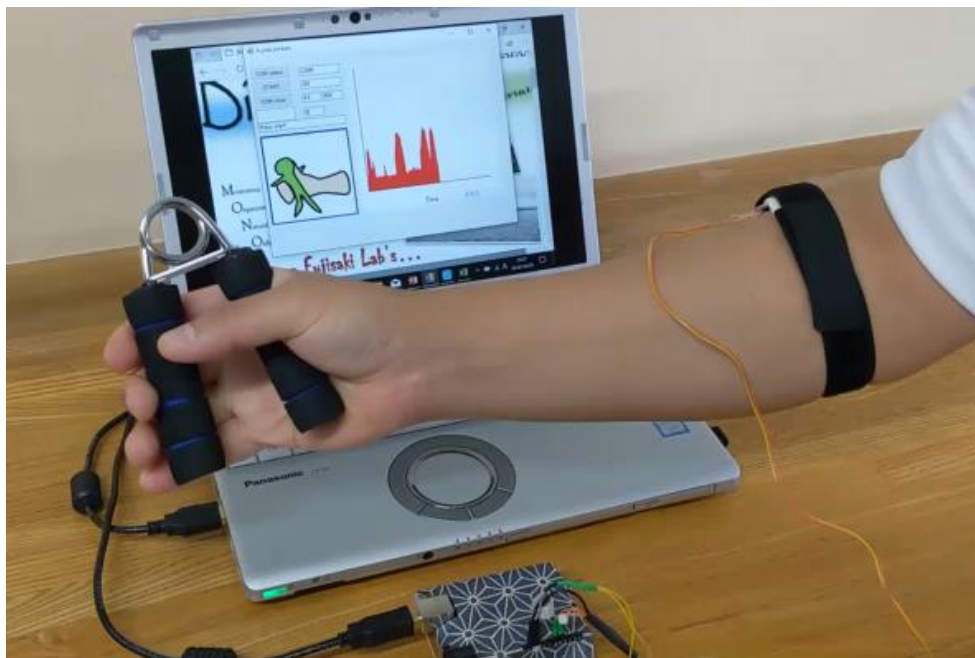
ダンベル持ち上げ動作：静的



リンゴ箱持ち上げ動作：動的



実例 – 機器展示に代えて –



現在の課題

①実績作り

医療*、スポーツ、各種作業分野へ

*弘前大学 医学部と共同研究実施中

②システムの小型化

③要素部品の設計・製作

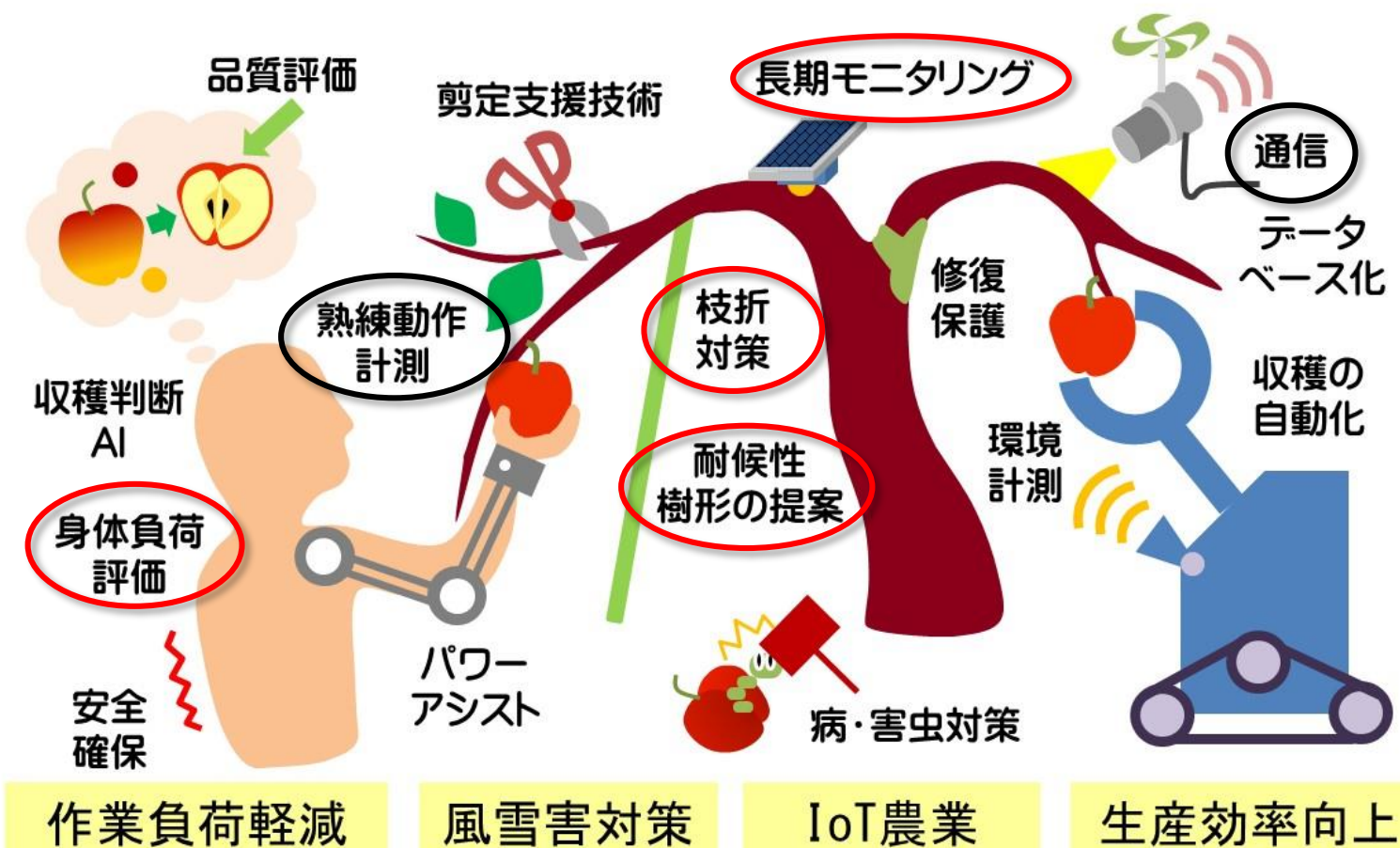
ばねの設計

設計指針

- ・いつでも
- ・どこでも
- ・いつまでも

ウェアラブルを
もっとスマートに

	表面筋電位	筋かたさ計測（現状）
事前処理	良（剃毛、洗浄）	優
装着性	優	良（若干押痕が残る）
携帯性	優（小型のものあり）	優
空間分解能	可（筋単位）	優（部位単位、多チャンネル）
長期利用	良（発汗、はがれ）	優
定量性	?（利用実績が多い）	良（弾性体・カセンサ依存）
応答性	優	良



学内ミッション

「農工連携に向けた技術支援と共同研究推進」

→ 労働評価・支援、事故の発見



提案技術

- ・筋活動を簡易的に計測するシステム：小型・軽量・長時間

応用先 ▶ リハビリテーション、スポーツ、労働評価、事故検出

- ・筋電位計測が利用されている様々な分野
- ・筋電位計測が難しい環境（発汗、水中、屋外）

課題 測定規格化：要素部品の小型化と自由な設計

特許申請

装着式筋硬度計測器

藤崎和弘、近藤絢音、五十嵐達也、笹川和彦、森脇健司

国立大学法人弘前大学

特願2019-126881

手術フィードバックシステム及び手術用フィードバック方法

小渡亮介、長井力、矢野哲也、藤崎和弘、陳曉帥

国立大学法人弘前大学

特願2020-181616

基本構造

活用事例

国立大学法人弘前大学

研究・イノベーション推進機構

リサーチアドミニストレーター（URA）：

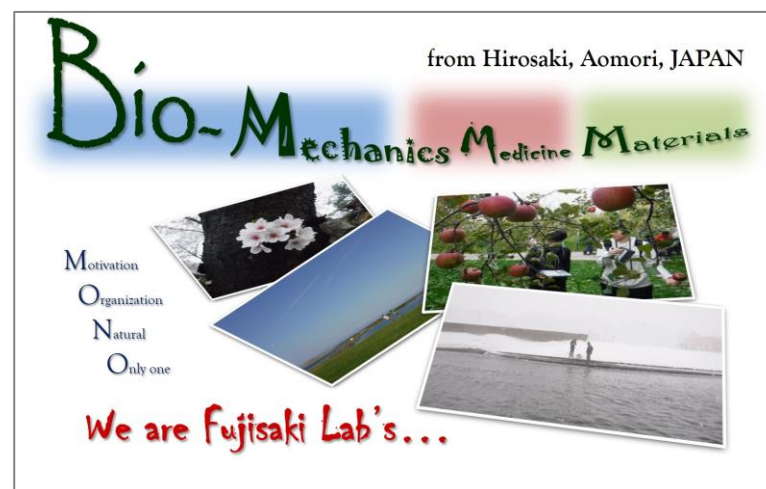
工藤重光、山科則之、渡部雄太（東京事務所在席）

産学官連携コーディネーター：三上夫美加

TEL 0172-39 - 3176

FAX 0172-39 - 3921

e-mail ura@hirosaki-u.ac.jp



藤崎研究室HPもよろしくお願ひします

<http://www.mech.hirosaki-u.ac.jp/~fujiwax/>