



**生活環境下で装着感なく連続計測が可能な
爪装着型ウェアラブルデバイスの開発**

**香川高等専門学校 機械電子工学科
石井 耕平**

身近なウェアラブルデバイスとそれらの有する課題

例

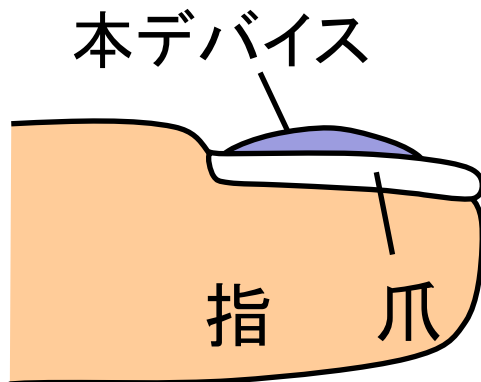
- ・時計式、リストバンド式
- ・イヤークリップ式
- ・胸部貼付け式

課題

装着感
動作の制約
清潔の維持
発汗

常時計測可能とするには、さらに工夫が必要??

従来技術 ～爪装着型ウェアラブルデバイスの特徴～



① 不快な装着感がない

- ・爪には感覚神経や汗腺がないため
→ 24時間常時装着可能！

② 強固な固定が長期間確保可能

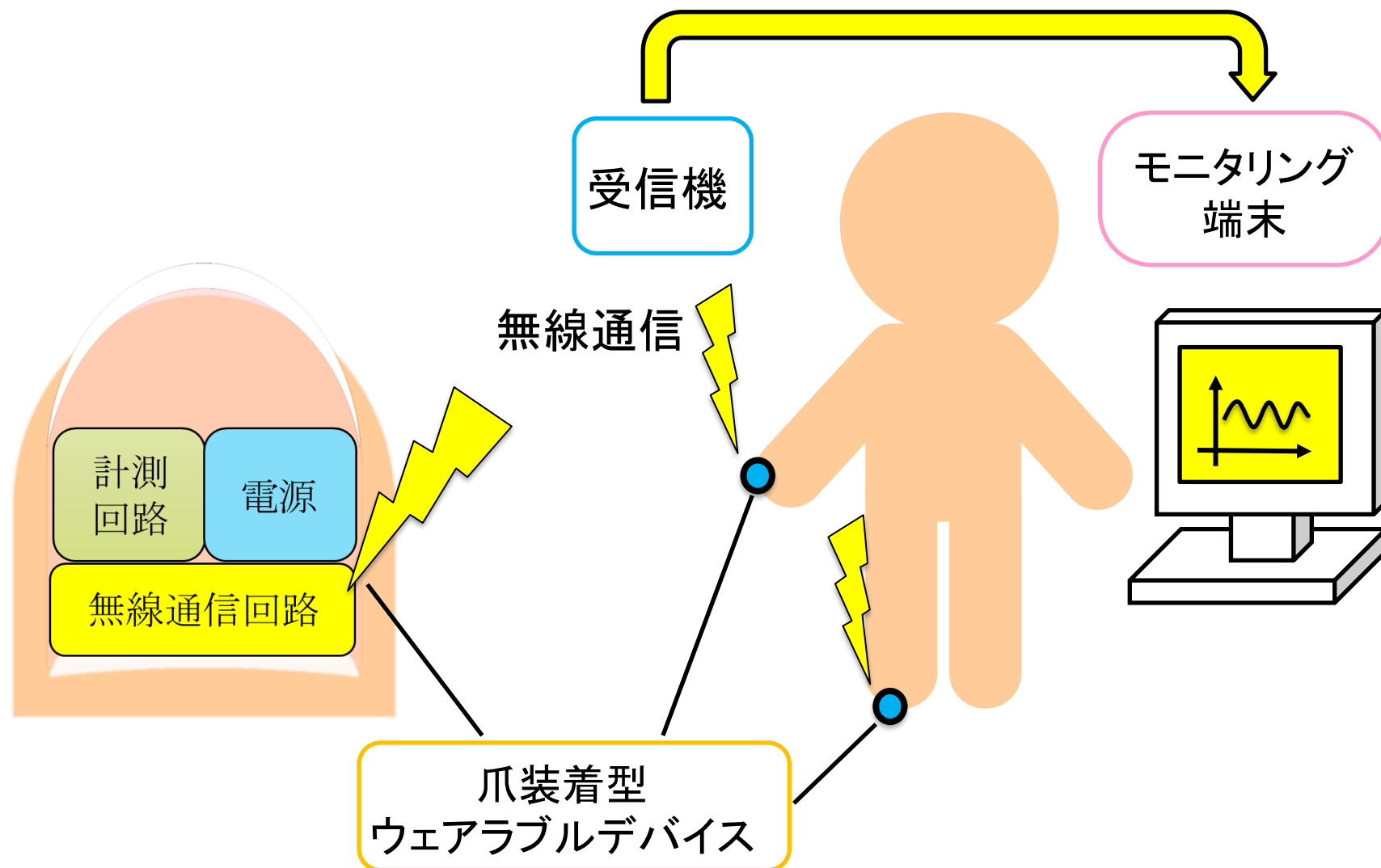
- ・爪の組織は硬く、強固な固定ができるため
→ 診察時に取り付け、
次回の診察まで外す必要なし！

③ 多点同時計測が可能

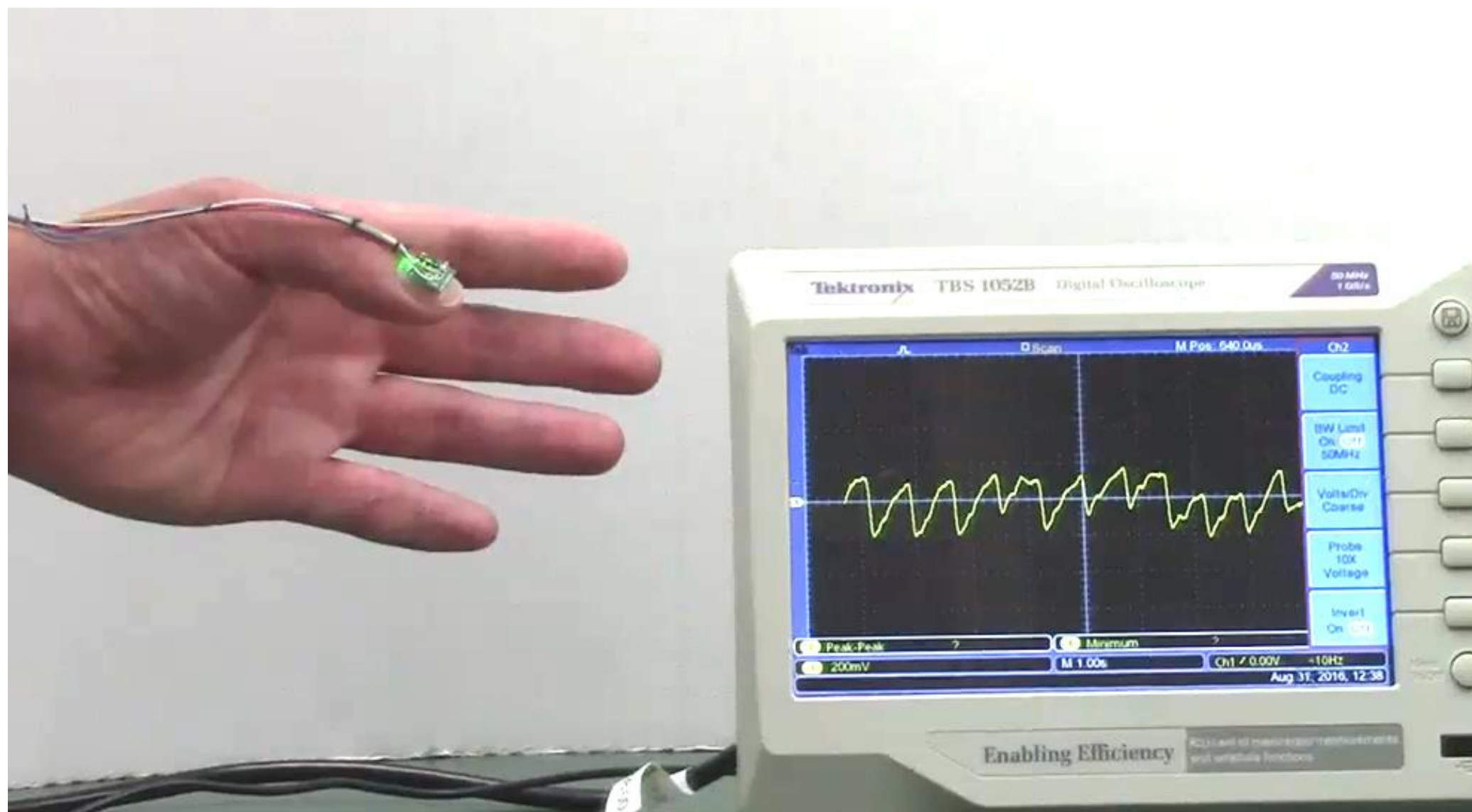
- ・人体には20枚の爪が存在するため
→ 計測の冗長性確保、
異なる部位の脈波を比較可能！

従来技術 ~爪装着型ウェアラブルデバイスの構想~

インターネット回線



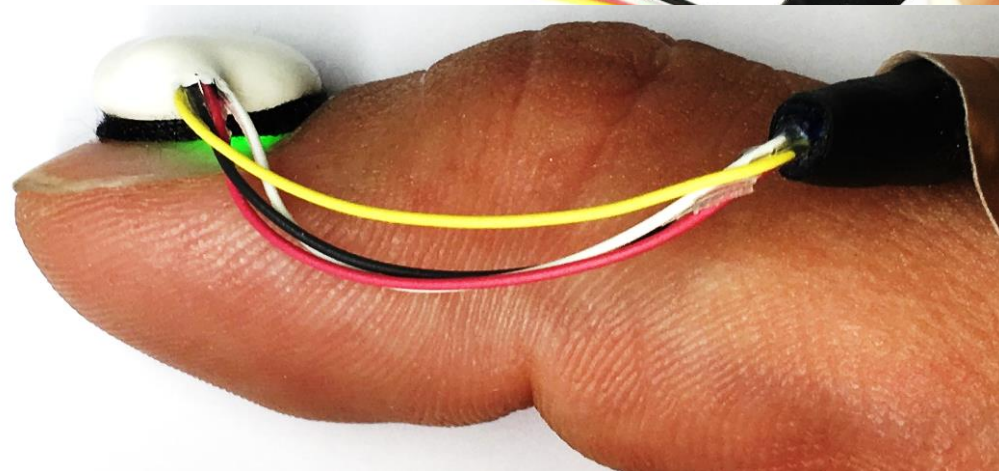
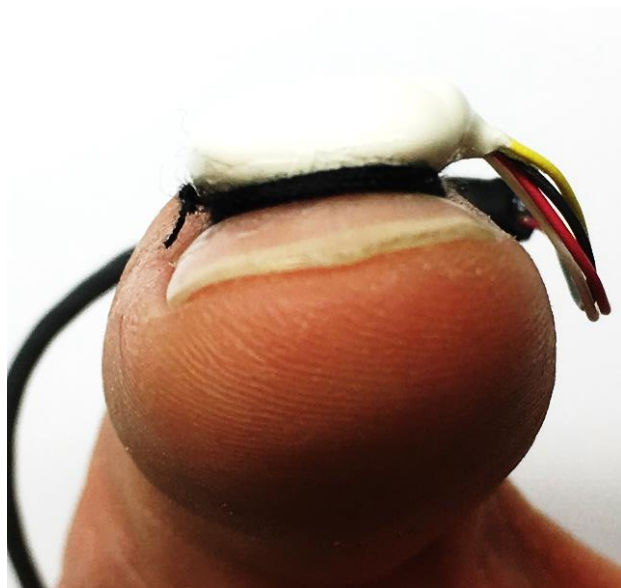
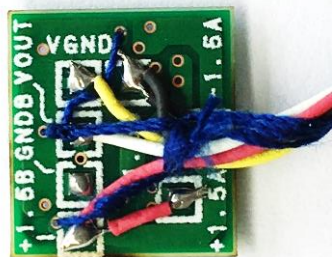
爪表面からの脈波計測実験



生活環境下における爪表面からの脈波計測実験

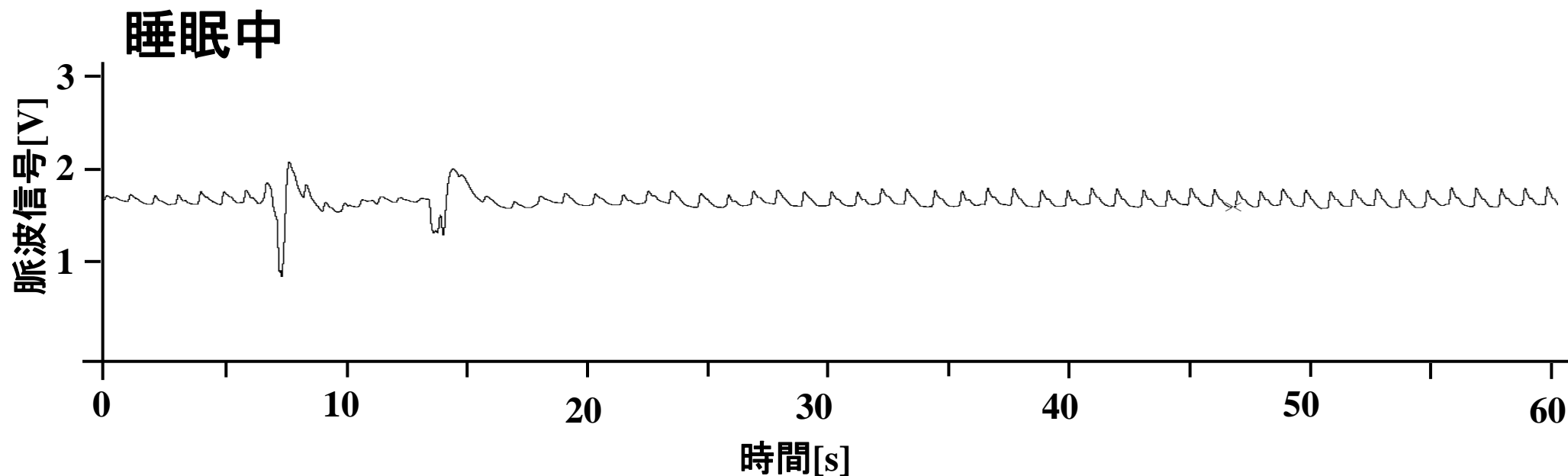
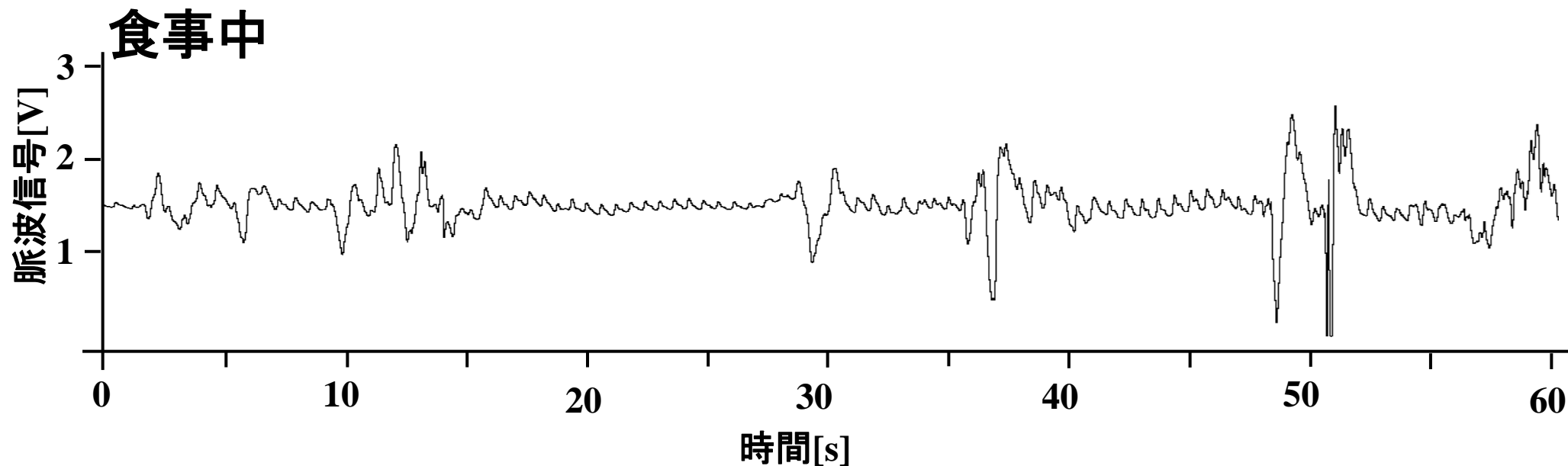
回路製作 → 樹脂包埋 →

塗装後、爪に固定



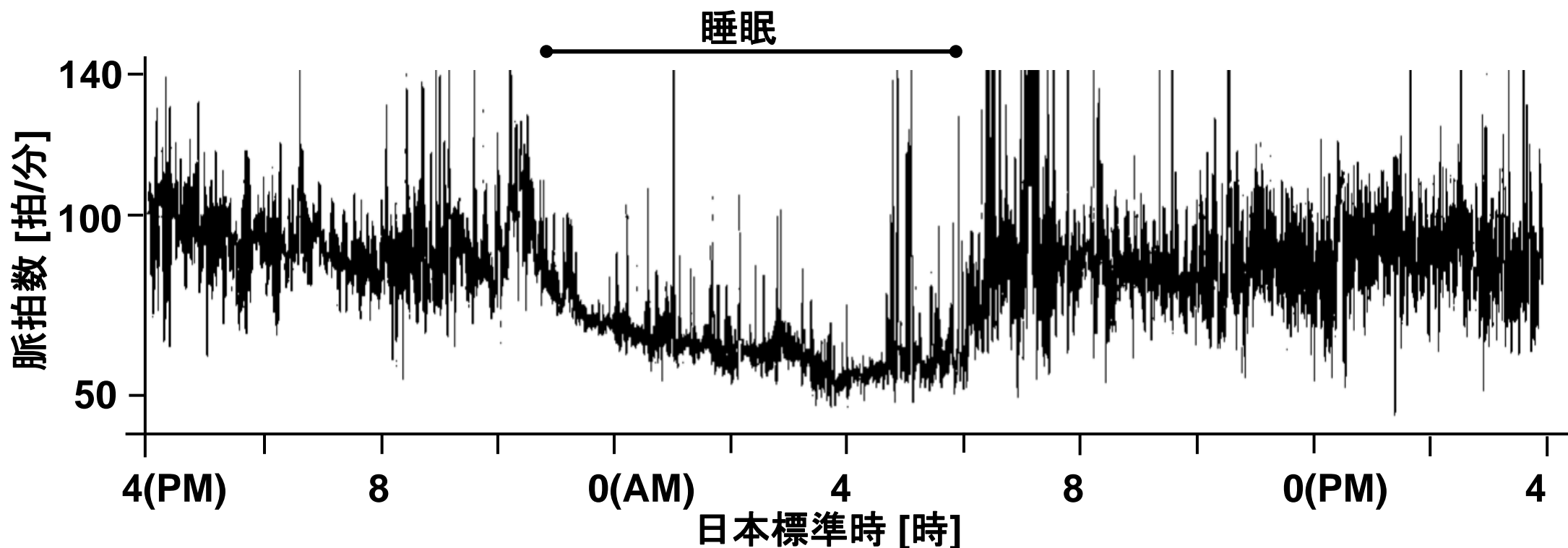
生活環境下における爪表面からの脈波計測実験

～ 脈波波形 ～



生活環境下における爪表面からの脈波計測実験

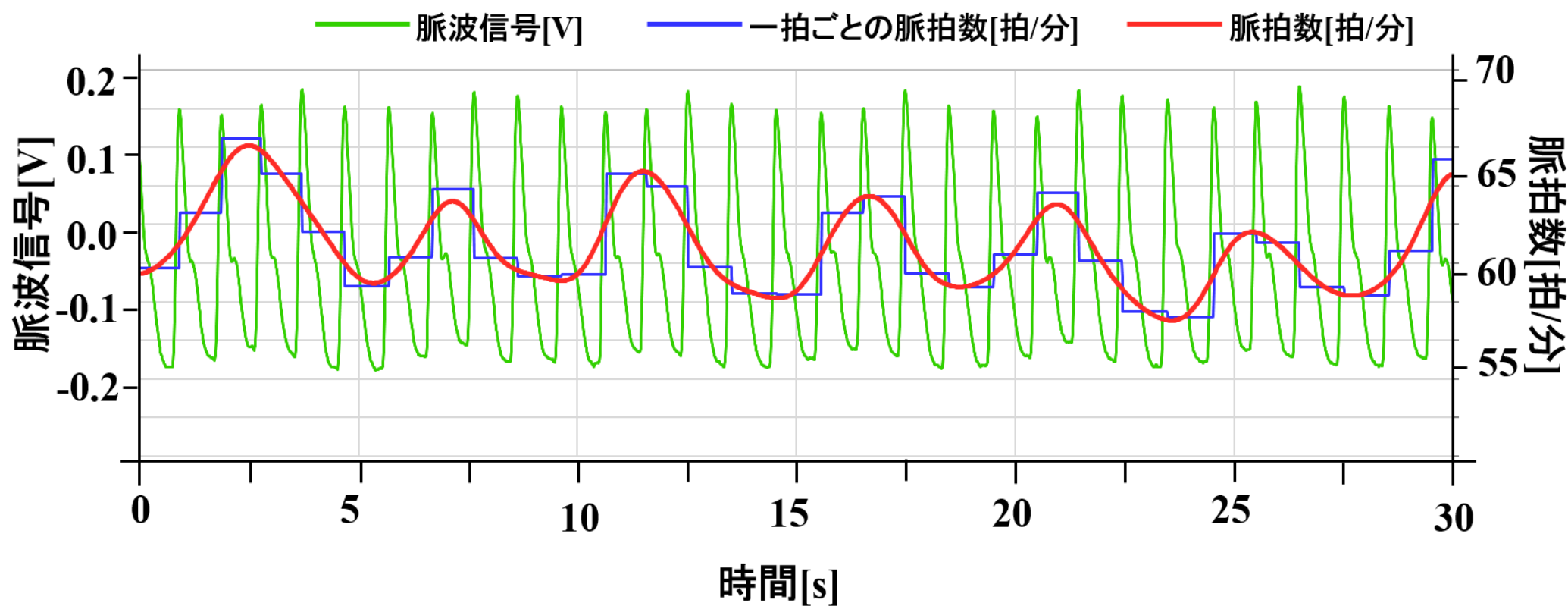
～ 脈拍数の変動 ～



爪に取り付けたセンサにて脈拍数の日内変動の観測に成功

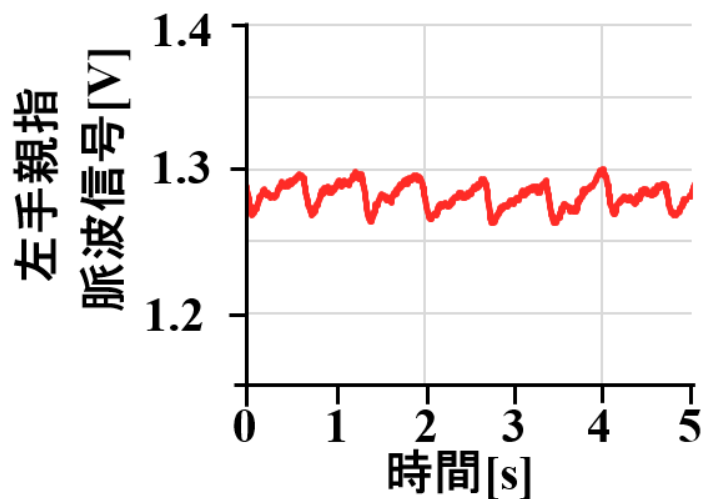
生活環境下における爪表面からの脈波計測実験

~脈拍の呼吸性変動~

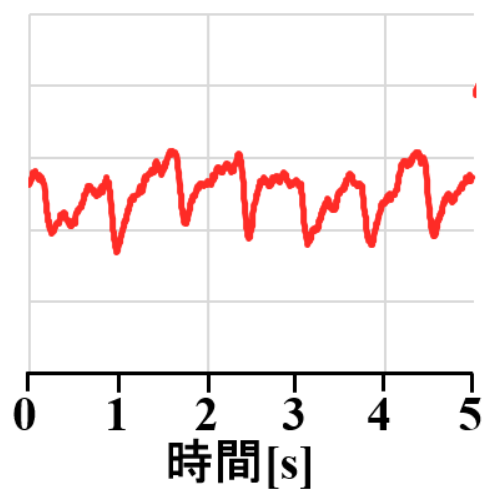


手足の爪からの多点脈波計測

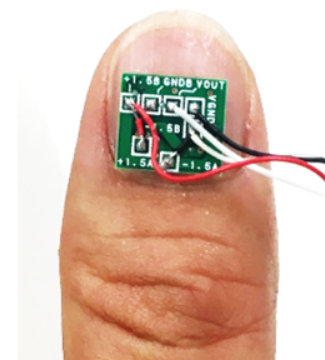
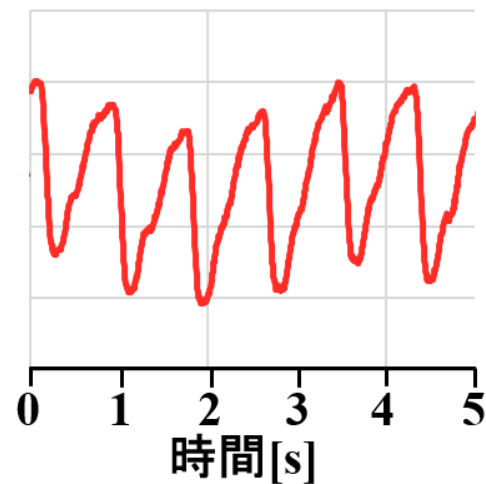
立位



座位

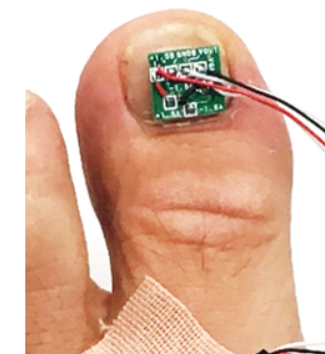
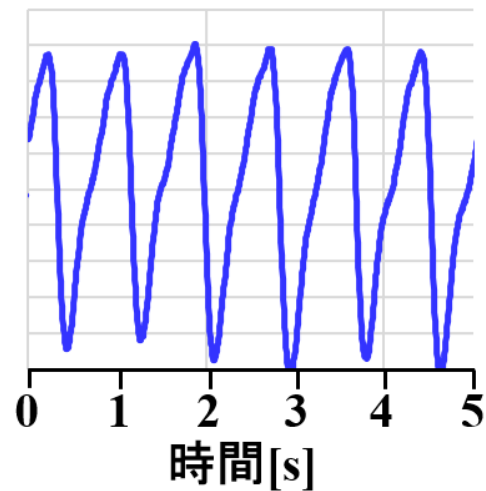
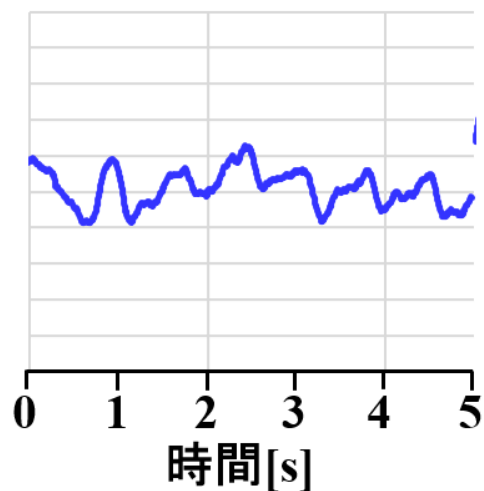
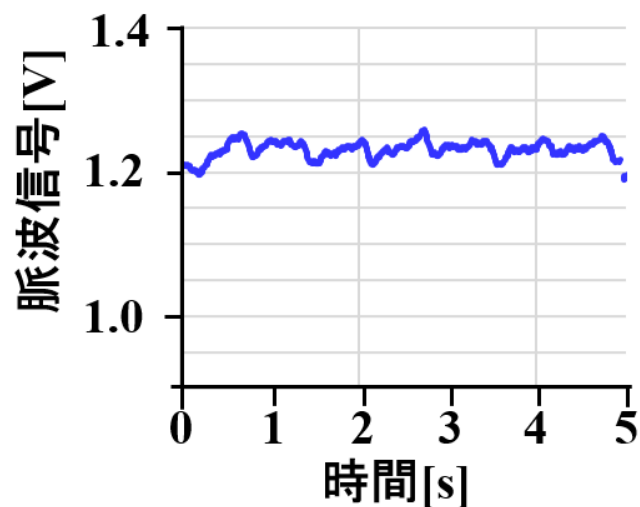


仰臥位



左手親指

左足親指



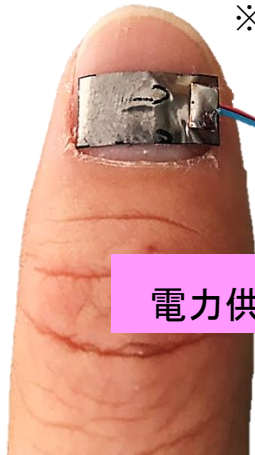
左足親指

世界初!

爪の微小ひずみを利用することで省電力な脈波計測法を実現

《開発した脈波計測法》

※特許6774108



- ・ Piezofilm
- ・ 爪の微小なひずみの変動を計測

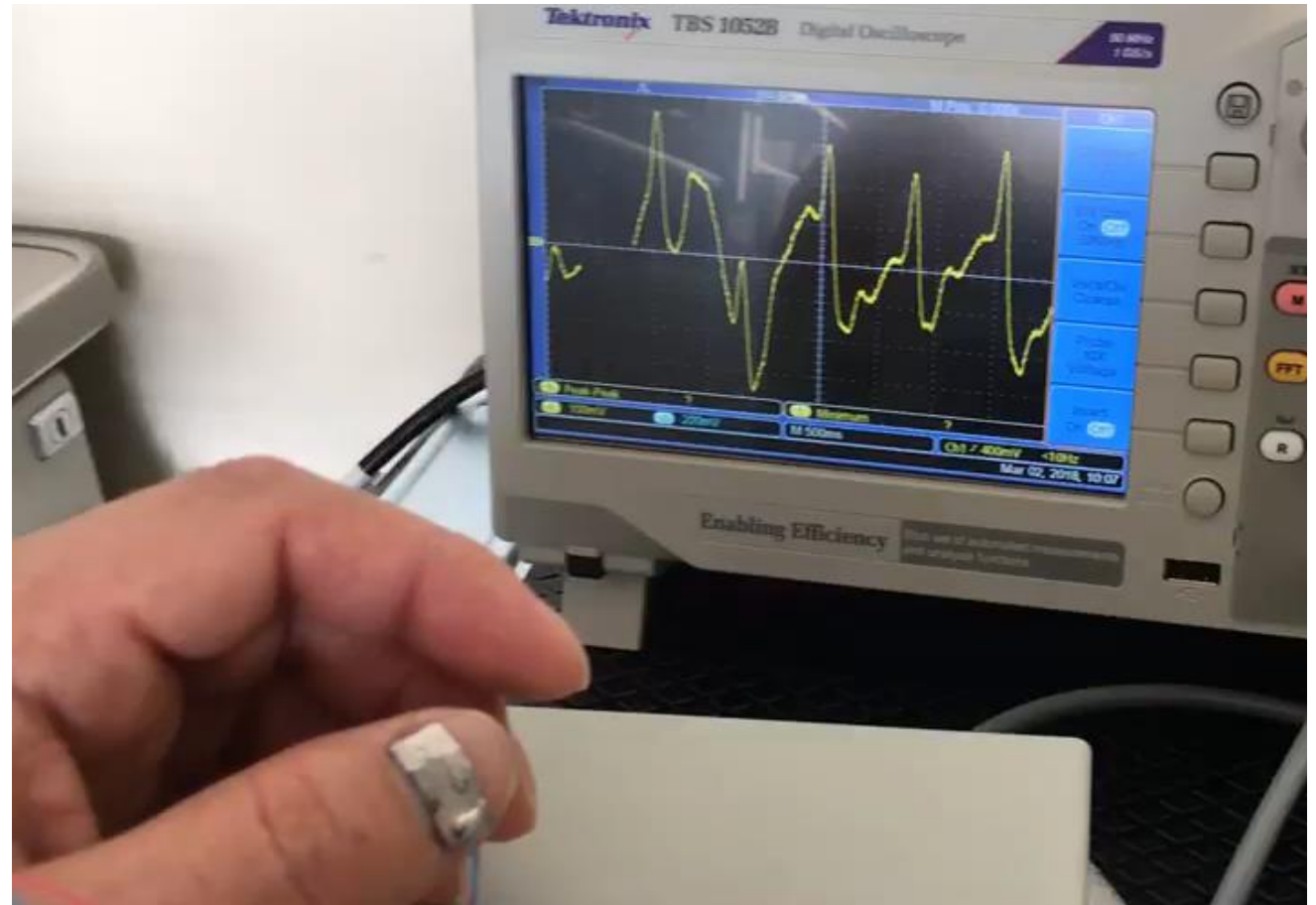
電力供給不要、薄型

《既存の脈波計測法》

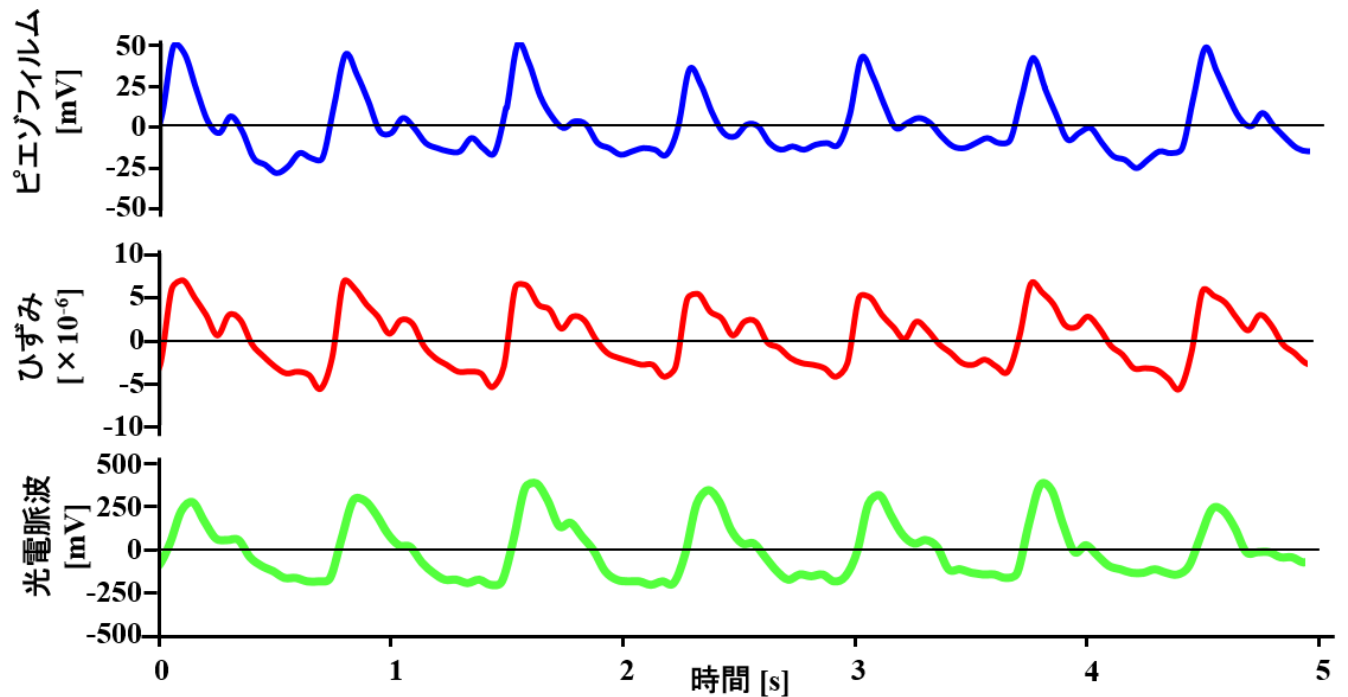
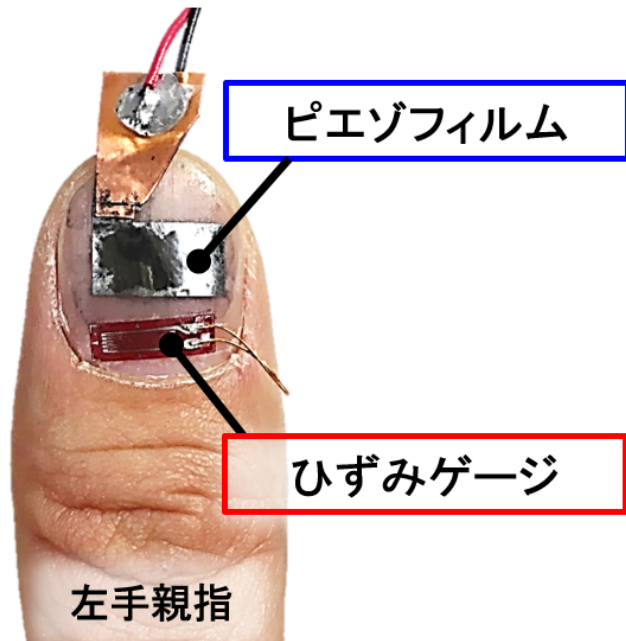
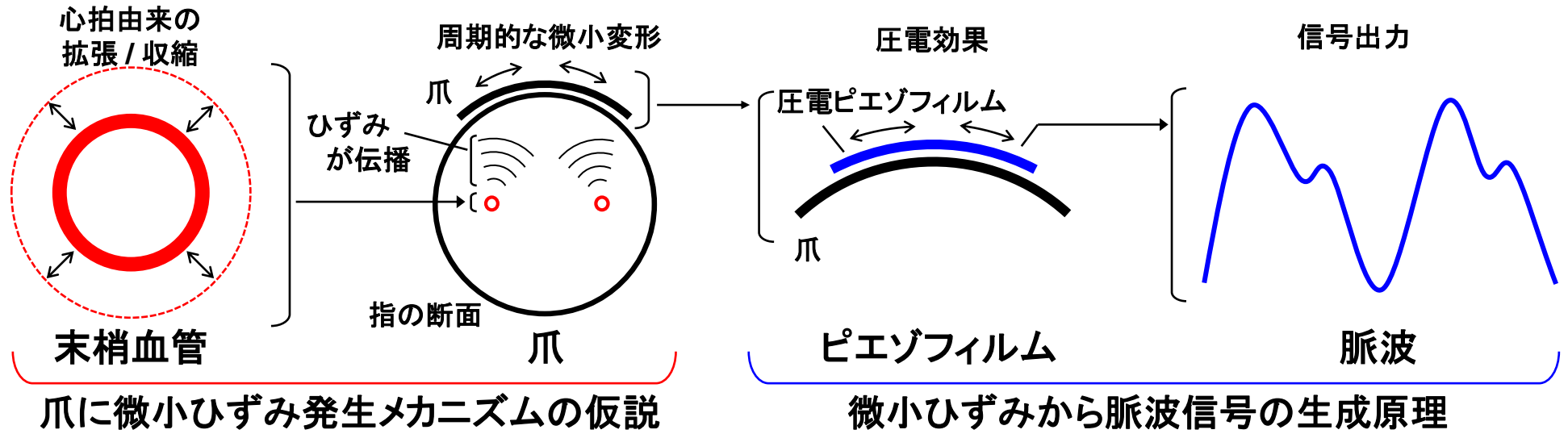


- ・ LED & 光センサ
- ・ 反射光の強さの変動を計測

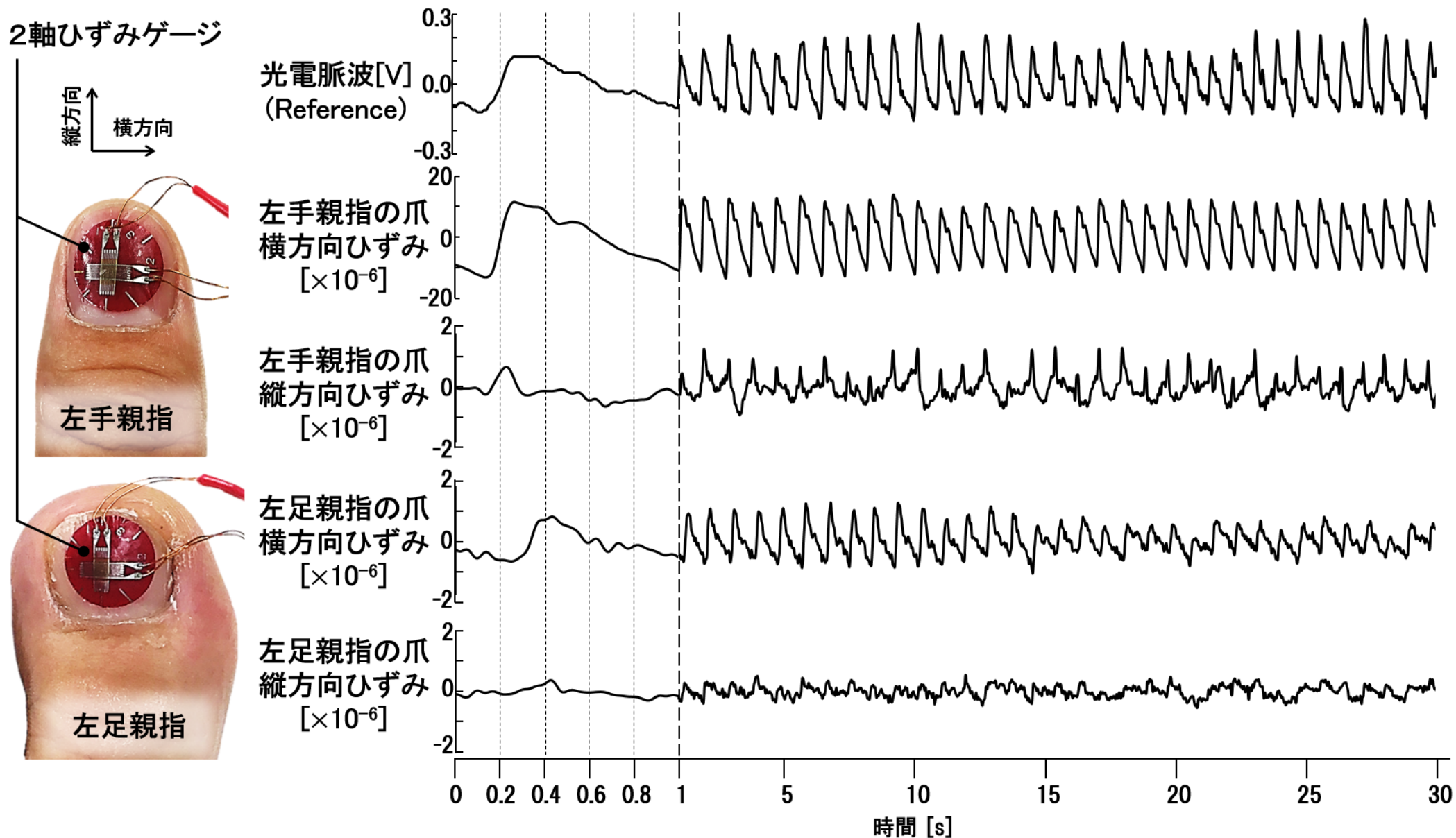
電流(15mA程度)が必要



爪の微小ひずみを利用した脈波計測

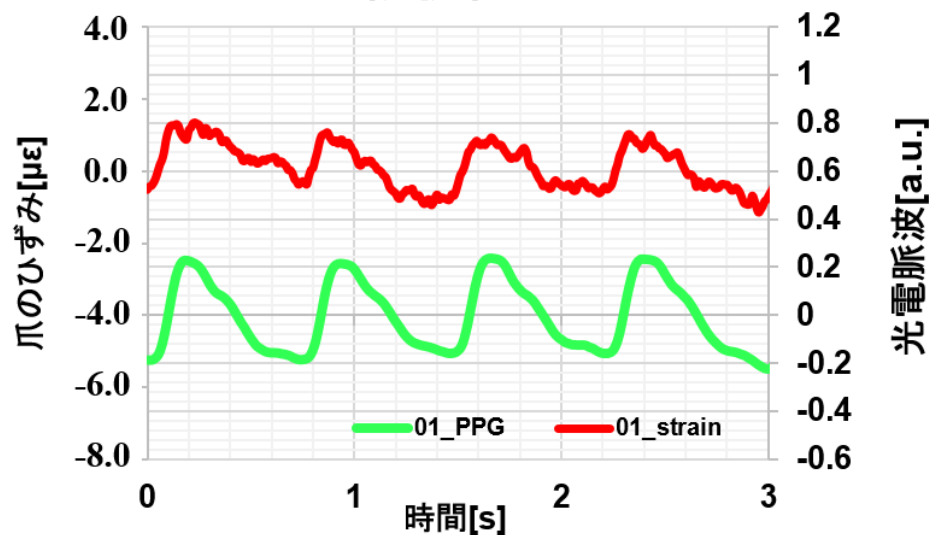


心拍由来の爪のひずみ計測実験

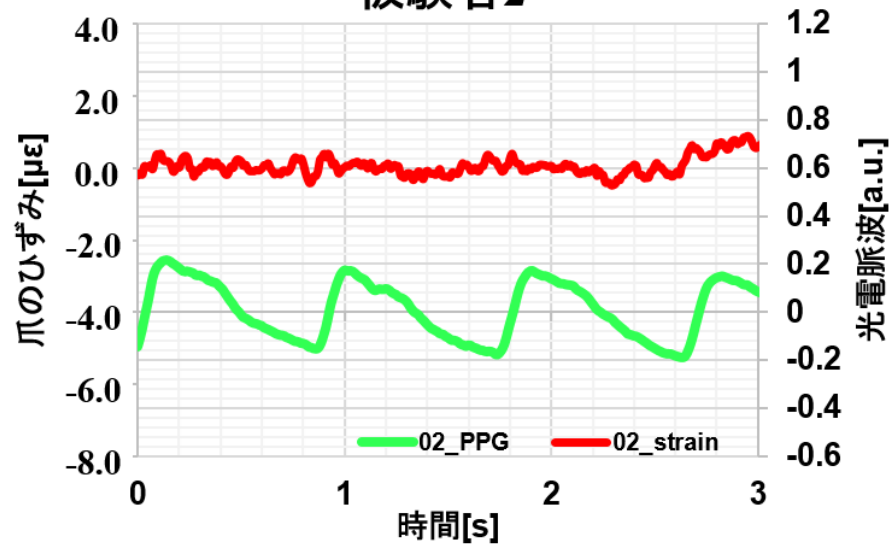


心拍由来の爪のひずみ計測実験 ~ 複数の被験者での実験 ~

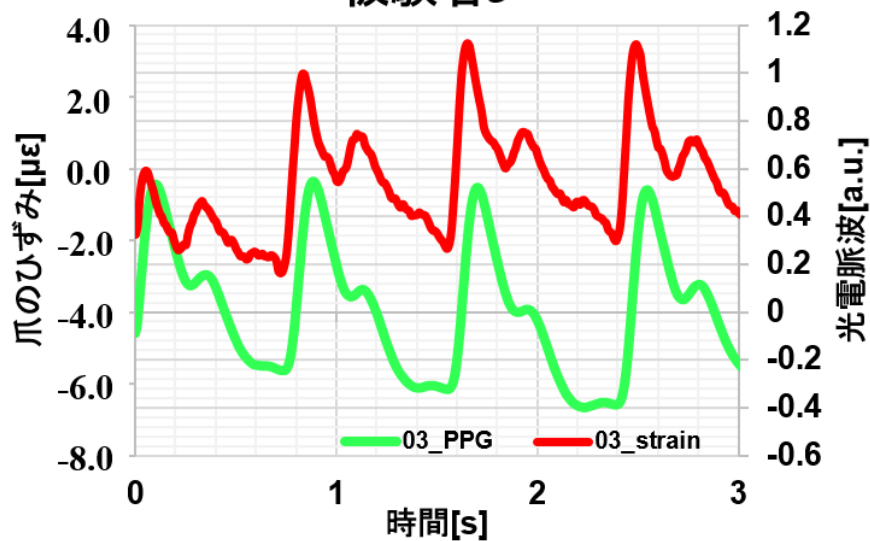
被験者1



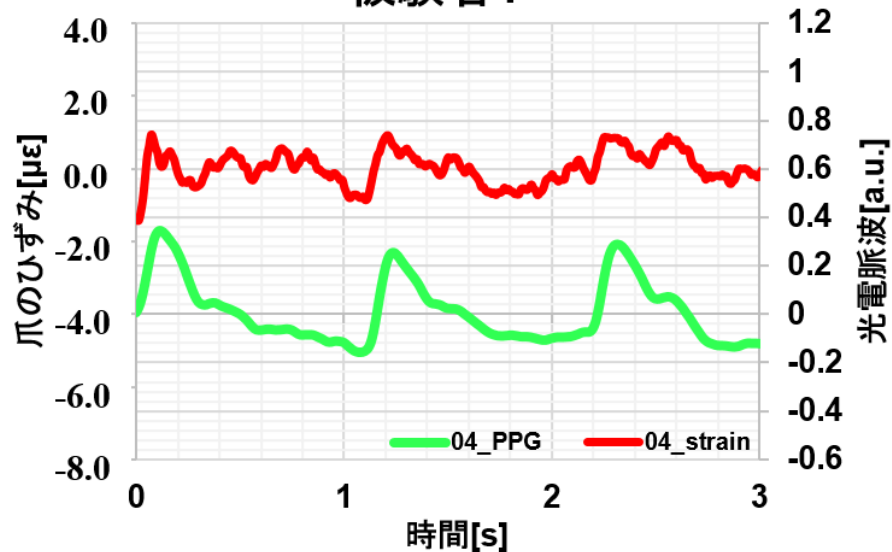
被験者2



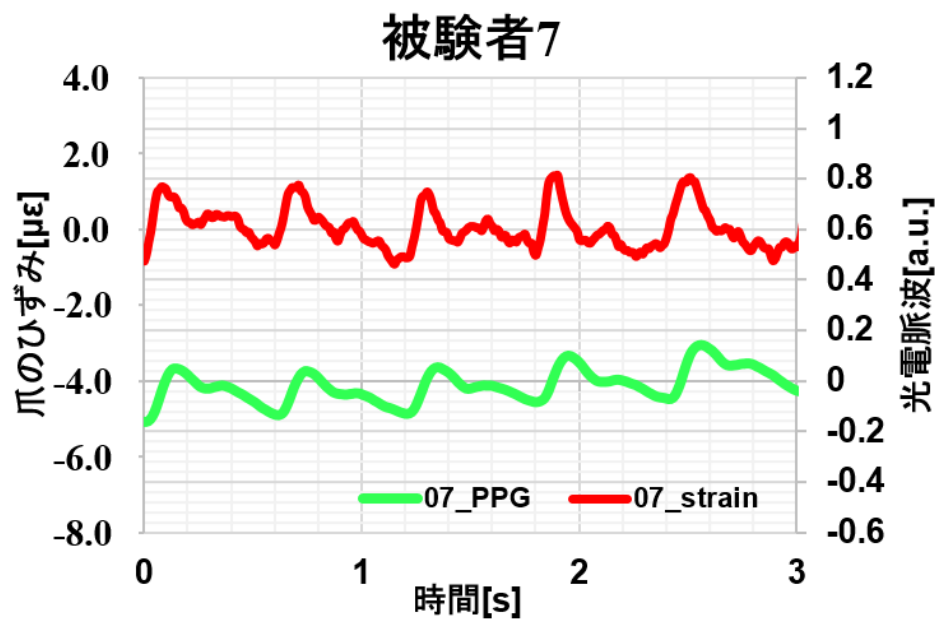
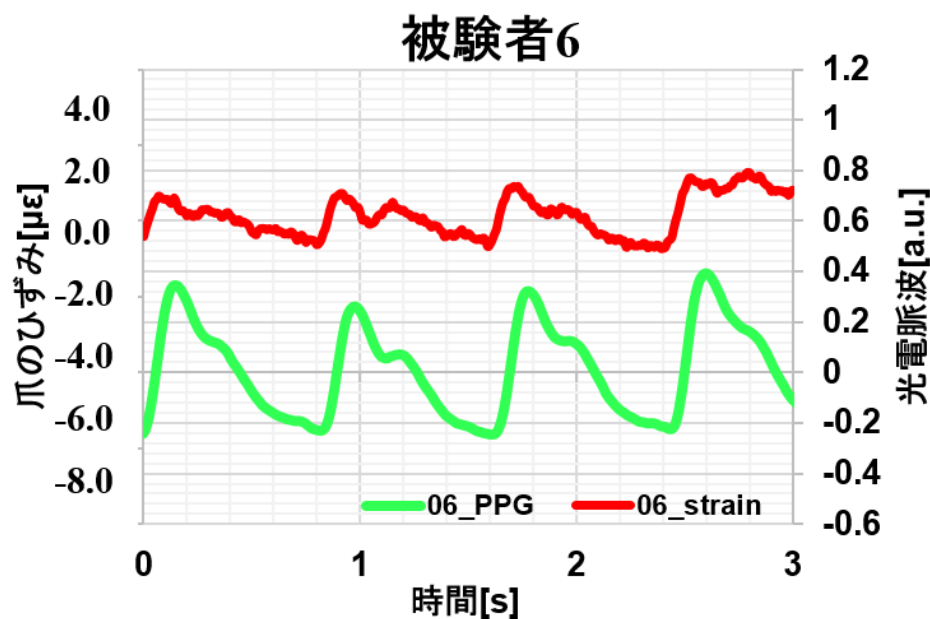
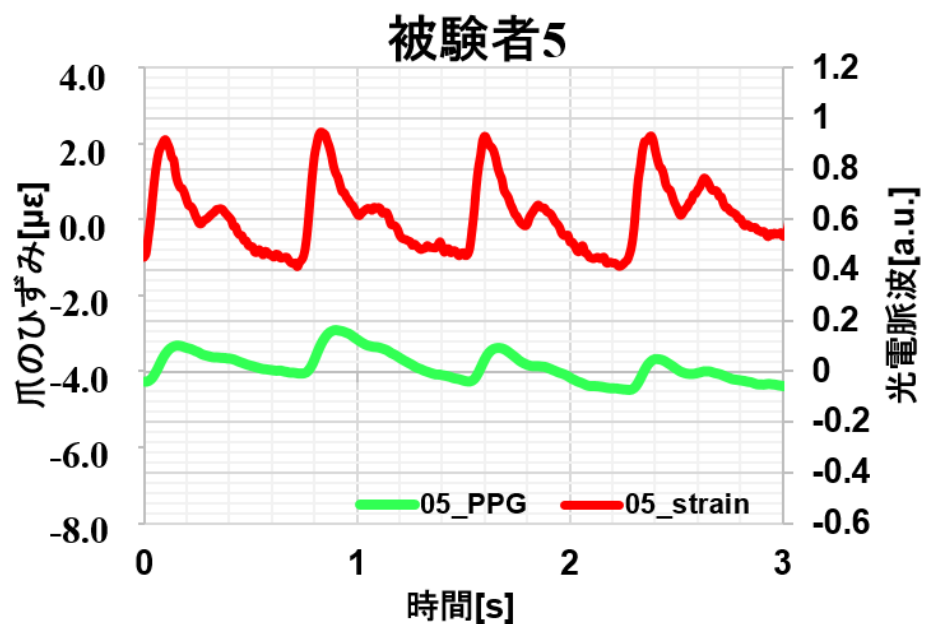
被験者3



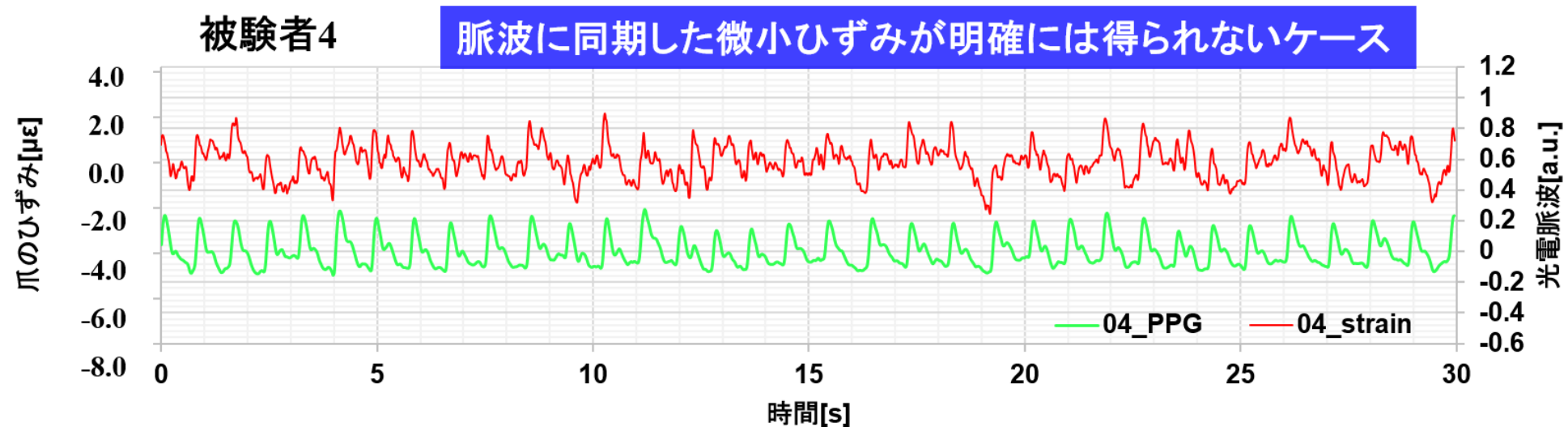
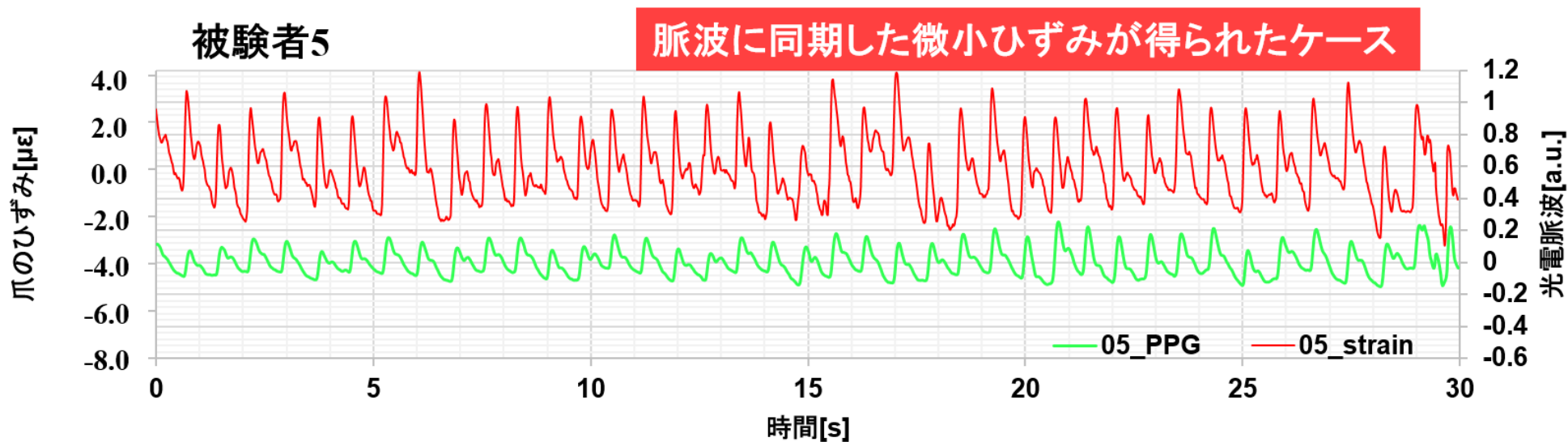
被験者4



心拍由来の爪のひずみ計測実験 ~ 複数の被験者での実験 ~



心拍由来の爪のひずみ計測実験 ~ 複数の被験者での実験 ~



心拍由来の爪のひずみ計測実験 ~ 複数の被験者での実験 ~

被験者	性別	年齢	幅[mm]	長さ[mm]	厚さ[mm]	表面温度[°C]	微小ひずみ波形
1	男性	38	15.0	17.0	0.538	22.4	○
2	男性	22	12.8	15.4	0.642	34.0	※1
3	男性	22	13.8	13.2	0.515	30.1	○
4	男性	22	16.2	14.0	0.655	27.3	※2
5	男性	20	11.1	11.3		28.7	○
6	男性	20	13.3	15.9	0.453	28.9	○
7	男性	21	12.6	13.8	0.329	32.7	○

※1: 右手親指の実験では、脈波に同期した微小ひずみを得られた。

※2: 右手親指の実験においても、脈波に同期した微小ひずみは明確には得られなかった。

爪装着型ウェアラブルデバイスの社会実装とウェルビーイング社会の実現



■ ウェルビーイング社会の実現に資する 多用途展開可能なウェアラブルデバイス

- 体調の変化をいち早く検出：COVID19
- 睡眠の質をチェック：スリープテック
- ストレス / リラックス：メンタルヘルス

■ 不快な装着感なく①長期間、②継続的 ③安定的に多点同時測定が可能な ウェアラブルデバイス

- 清潔の維持、入浴時、睡眠時の
脱着、発汗等の課題を克服

付け爪 (ジェルネイル)

- ・生活環境下にて4週間連続装着可
- ・20枚すべての爪に装着可

新たなウェアラブルデバイスとなる?!

爪装着型ウェアラブルデバイスの社会実装とウェルビーイング社会の実現



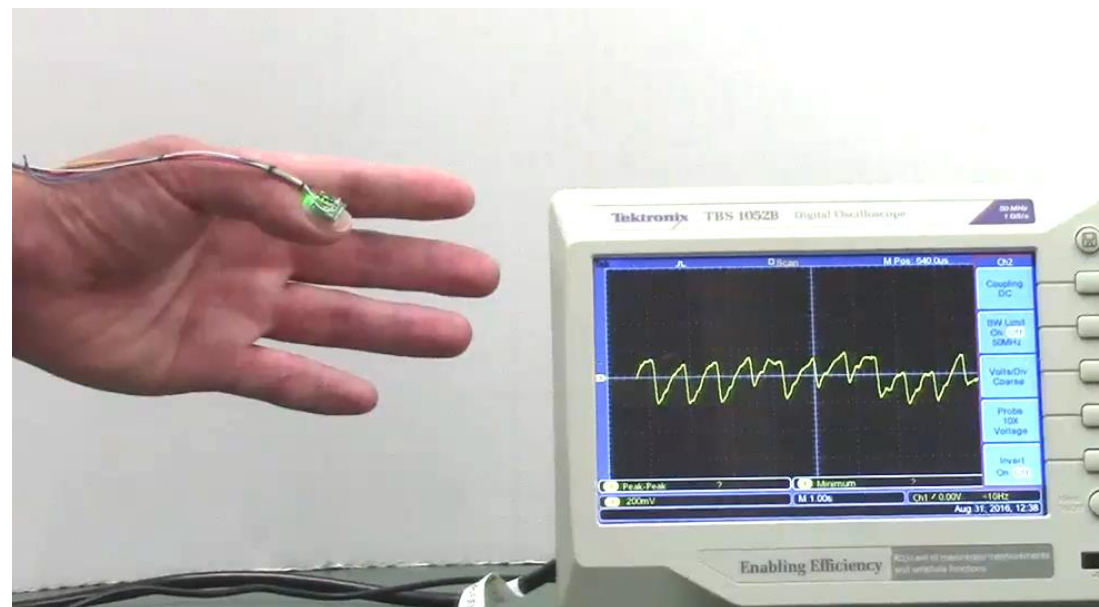
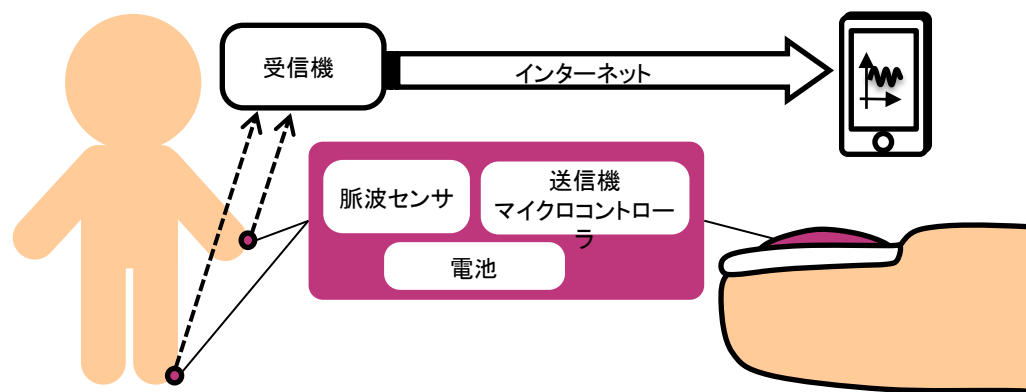
①不快な装着感がない ②安定した固定を長期間

- ・爪には感覚神経や汗腺がないため
→ 装着感や発汗による皮膚トラブルがない
→ 24時間常時装着可能！

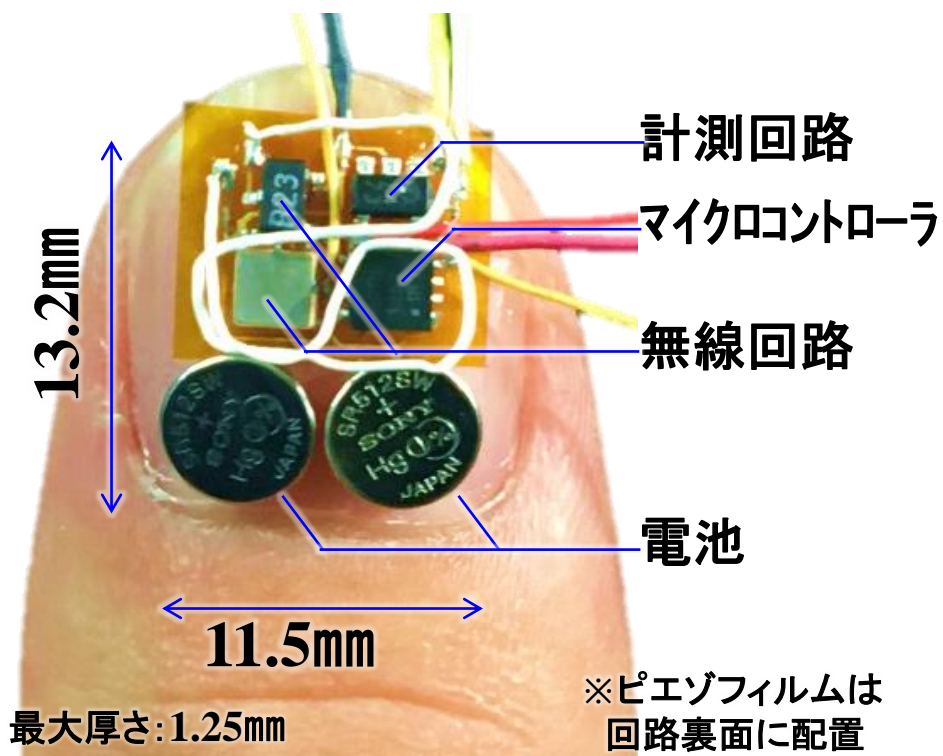
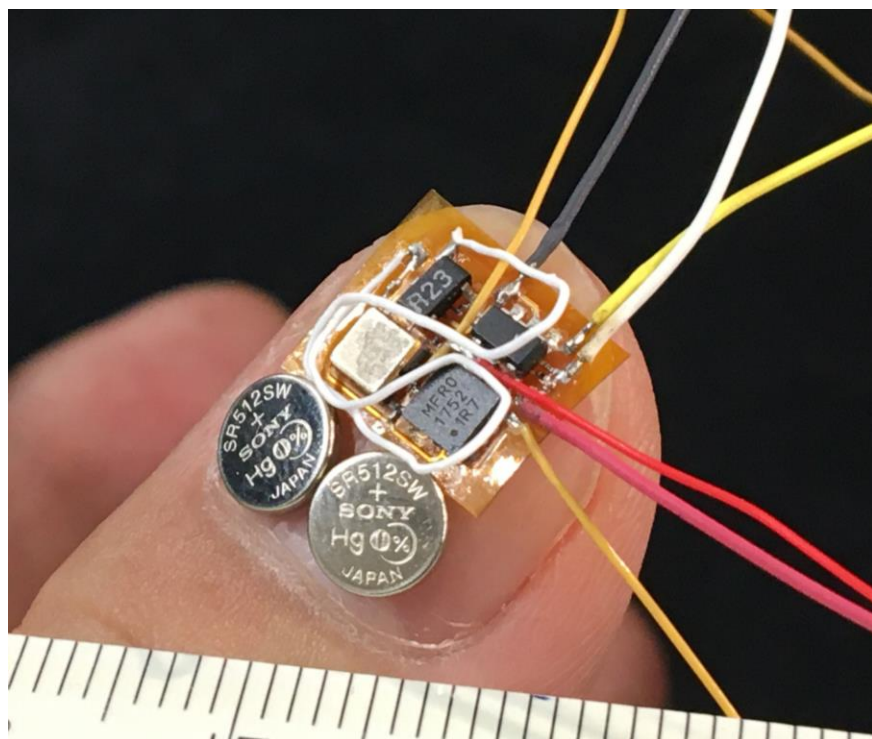
- ・爪の組織は硬く、強固な固定ができるため
→ 日々の体調の変化を継続的にモニタリング

③多点計測を実現

- ・人体には20枚の爪が存在するため
→ 計測の冗長性を確保
→ 異なる部位の脈波を比較可能！



爪装着型ウェアラブルデバイスのプロトタイプ開発状況



男性親指サイズのプロトタイプ

企業連携への期待

【ビジネス】

- ・利用者、場面のターゲットの検討、絞り込み
 - ※ビジネスとして成立する見込みのあるアプローチ

【爪センサ】

- ・防水構造の実現
- ・外観の工夫
- ・小型化: 女性の爪に取り付けられるほどまで
- ・薄型化: 装着時に気にならない程度まで(電池が律速)
- ・多様な爪形状にフィットさせられる構造の実現
- ・爪への固定方法の検討
- ・部品実装、配線等の完成度の向上
- ・受信機の改良・製作
- ・爪だからこそ得られる生体情報

企業連携への期待

【計測系】

- ◆ピエゾ計測
 - ・個人差の評価
 - ・高感度なピエゾフィルム
 - ・爪へのフィルム固定

- ◆光電脈波
 - ・SPO2へ展開
 - ・省電力なLED制御

- ◆その他のデータ
 - ・体温
 - ・体動

【通信系】

- ・汎用通信規格へ移行
(BluetoothLowEnergy 他)
- ・長期連続計測に関する性能評価

【電源系】

- ・現行のボタン電池以外の電源の検討(あれば)
- ・エネルギーロスの少ない電源制御(あれば)

【信号処理】

- ・体動によるノイズが含まれる信号からの各種生体情報の分離、抽出

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ウェアラブル脈波センサ
- 公開番号 : 特開2018-121704
- 出願人 : 高専機構
- 発明者 : 石井耕平

- 発明の名称 : ウェアラブル脈波センサ
- 特許番号 : 特許6774108
- 出願人 : 高専機構
- 発明者 : 石井耕平 他2名

お問い合わせ先

香川高等専門学校 機械電子工学科

石井耕平

087-869-3890

e-mail ishii@t.kagawa-nct.ac.jp