

温度センサ・圧力センサ・オペアンプ内蔵 1チップ脈波センサ

林田優馬, 工藤歩, 中島文弥, 山田隼士, 飯島祥, 木原孝

九州大学大学院システム生命科学府
ナノ・マイクロ医工学研究室

1. 研究背景
2. 脈波センサのコンセプト
3. 作製したチップ
4. 評価実験
5. まとめ

高齢社会



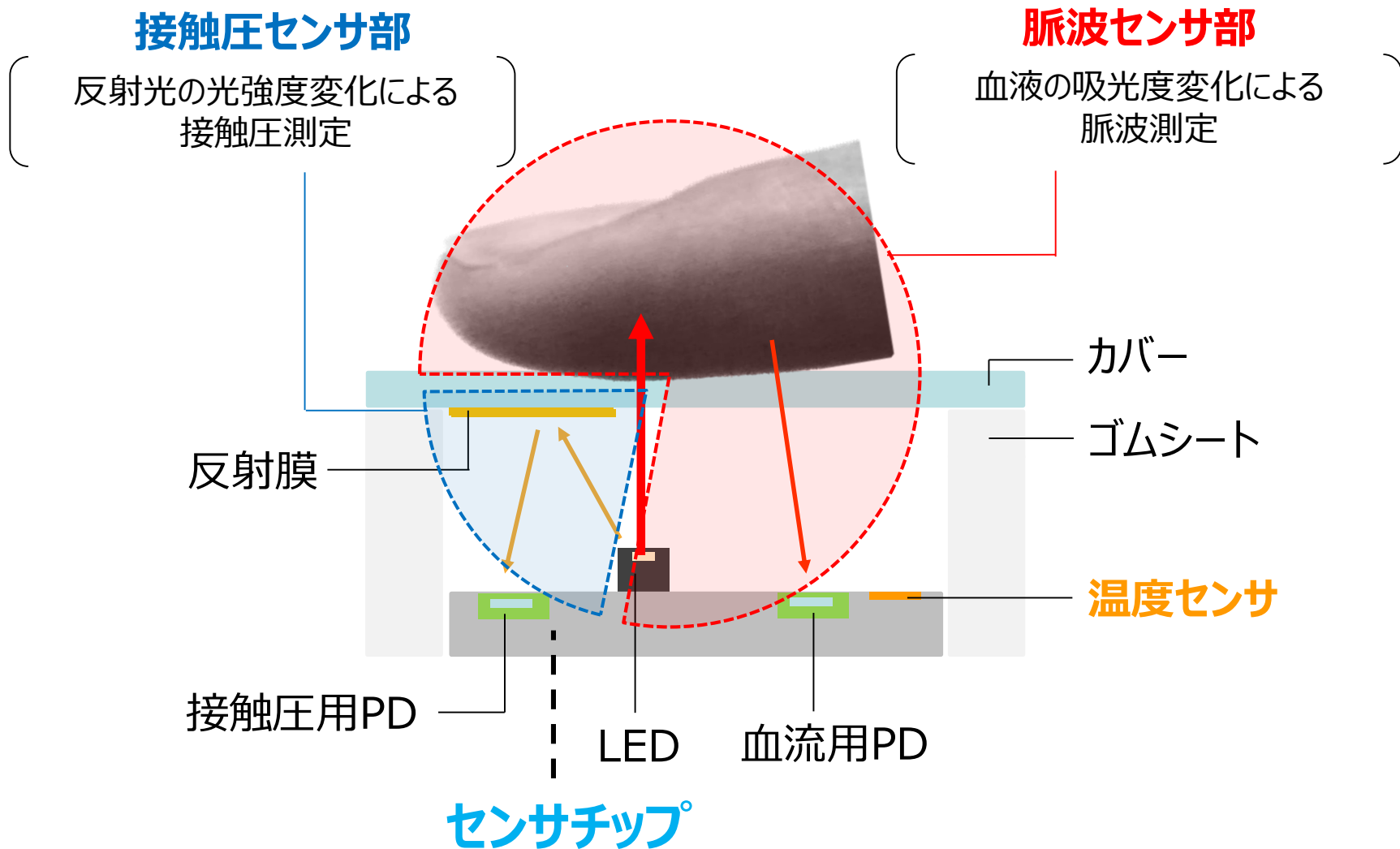
労働者不足

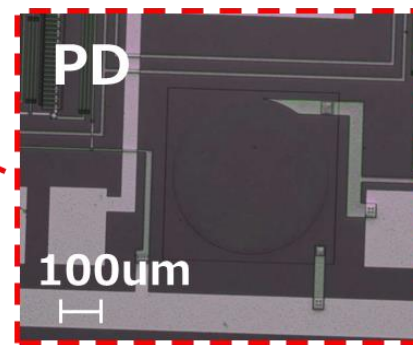
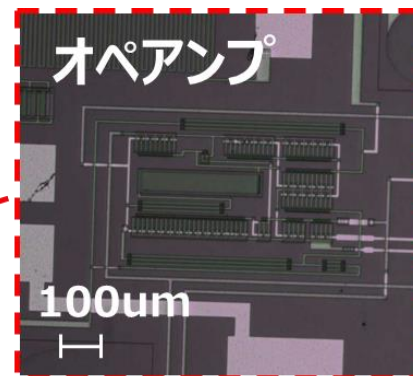
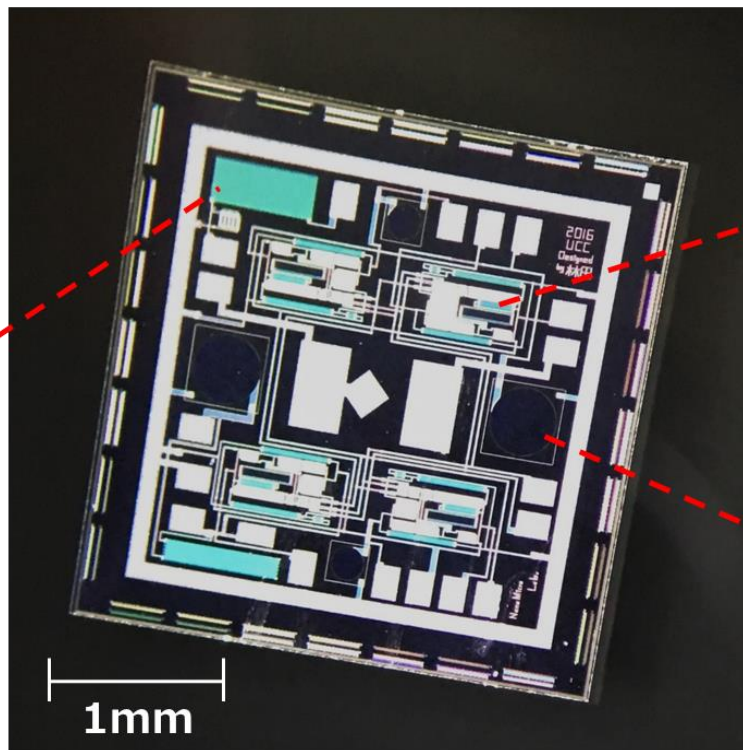
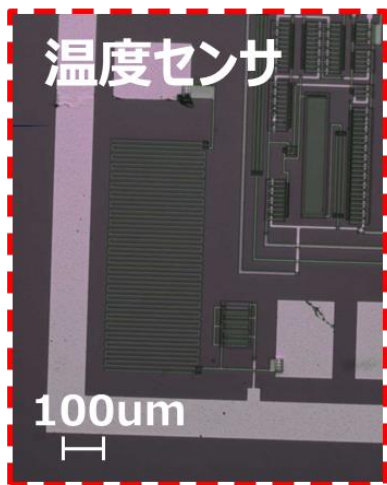


患者数増加



ウェアラブルデバイスを用いた健康管理による問題解決を目指す！





(1) アンプ回路性能評価

実験方法

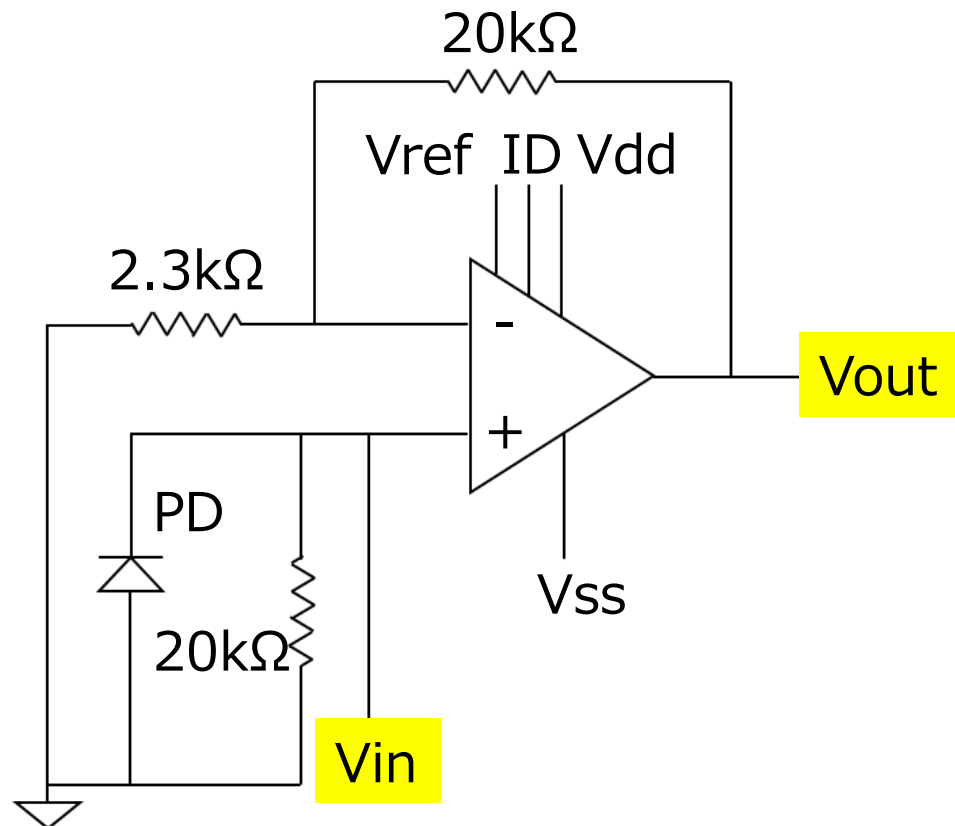
V_{in} に直接電源をつなぎ、
0~400mVまで50mVずつ
変化させたときの V_{out} を測定

増幅率設計値：9.7倍

駆動条件：

$I_D = -0.8V$, $V_{ref} = 1.8V$,
 $V_{dd} = 4.0V$, $V_{ss} = -1.0V$

アンプ回路の増幅率を確認



(2) PD信号増幅実験

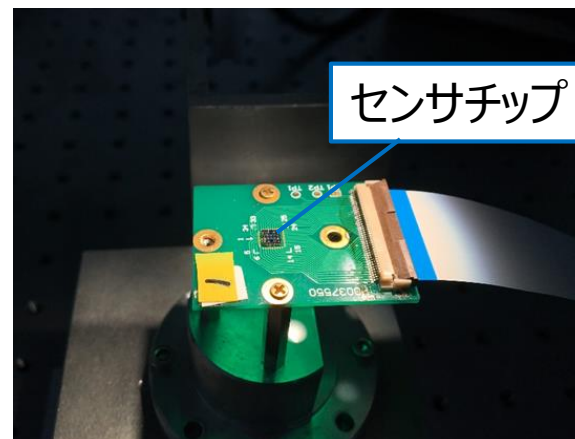
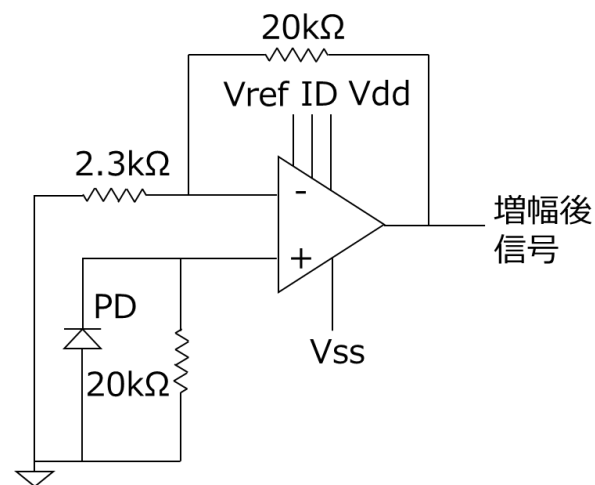
実験方法

センサチップに光を当てたときの、PD生信号と増幅後信号を測定

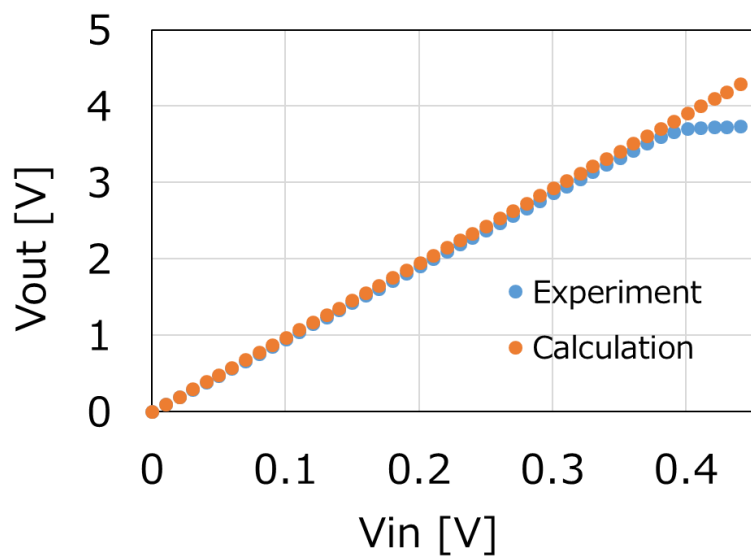
増幅率設計値：9.7倍

駆動条件：

$I_D = -0.8V$, $V_{ref} = 1.8V$,
 $V_{dd} = 4.0V$, $V_{ss} = -1.0V$

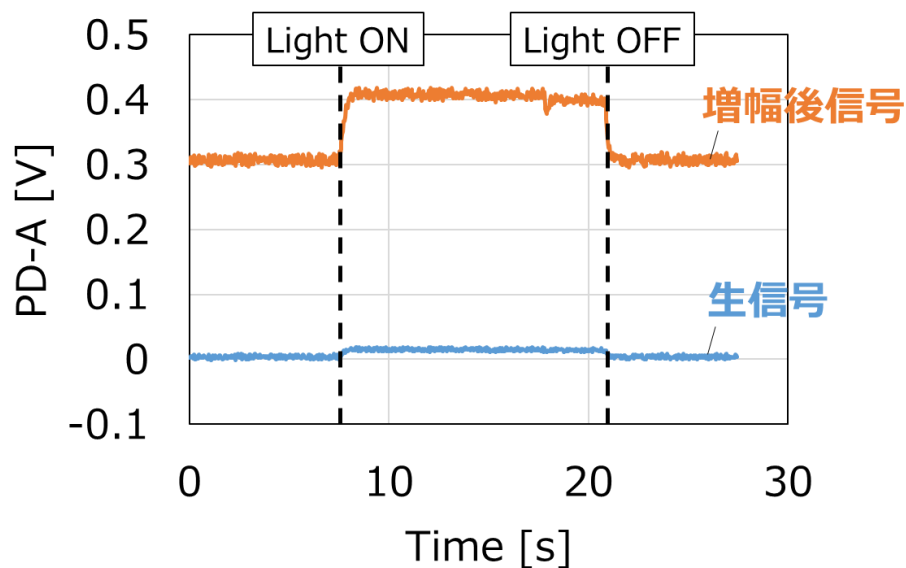


(1) アンプ回路性能評価 結果



増幅率 9.6倍

(2) PD信号増幅実験 結果



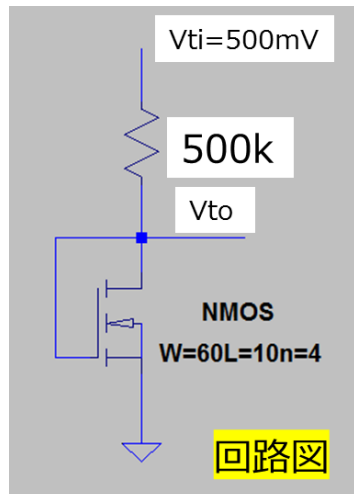
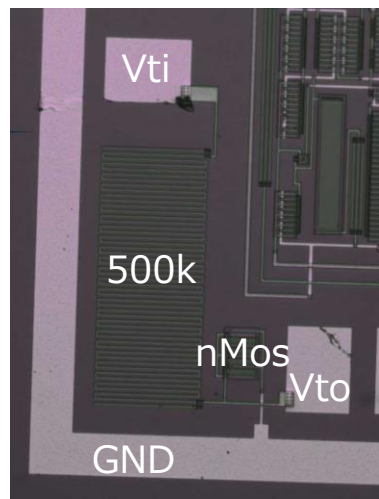
増幅率 8.7倍

ほぼ設計通りにオペアンプ増幅回路を駆動させることに成功

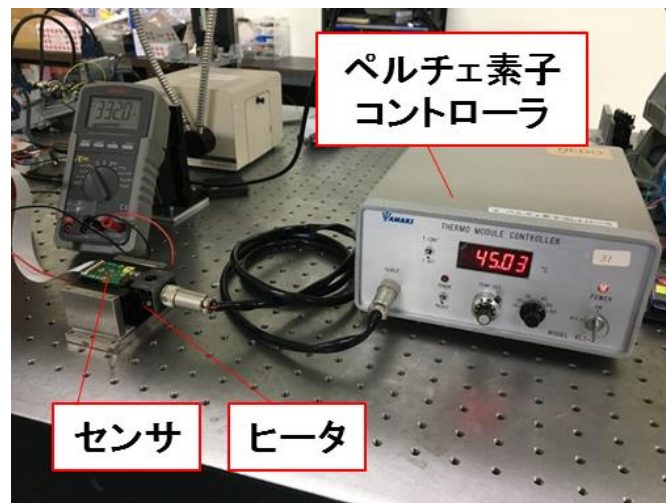
実験方法

V_{ti} に500mVの電圧を負荷し, ペルチェ素子を用いてチップの温度を $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ まで 5°C ごとに变化させたときの, V_{to} の出力値を測定

(UCC2014の温度センサから抵抗値を変えることで, センサ感度向上を目指した。)

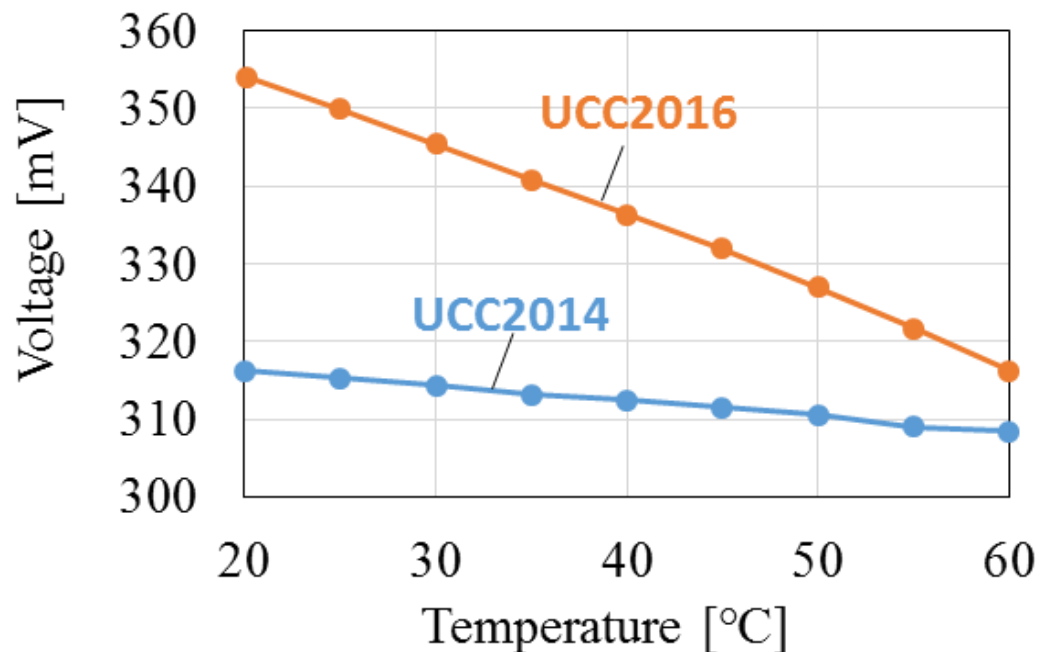


チップ上の温度センサ

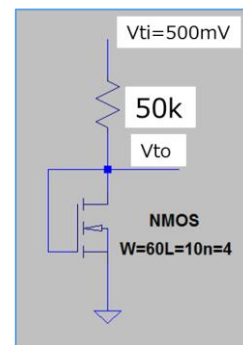


評価実験系

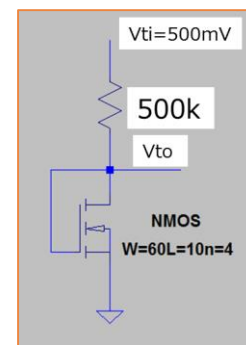
実験結果



UCC2014



UCC2016



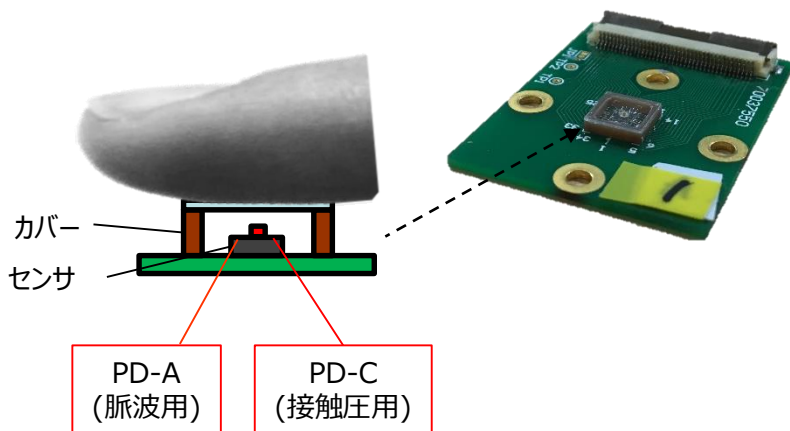
UCC2014の温度センサは、5°Cの変化に対して、出力変化は0.98mV
UCC2016の温度センサは、5°Cの変化に対して、出力変化は4.71mV

➡ **およそ4.8倍の性能向上を達成**

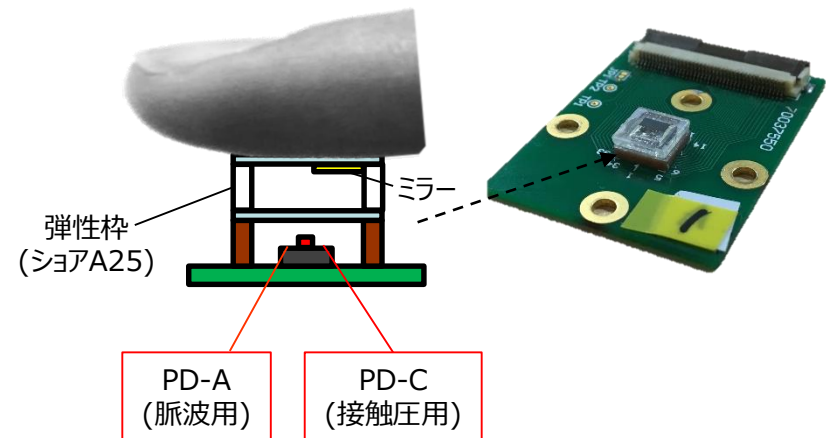
実験方法

①と②のセンサに右手人差し指をかぶせ, 0.5N, 1.5N, 2.5N, 3.0Nかけたときの, それぞれのセンサ出力(脈波用と接触圧用PDの出力)を測定

①脈波センサ



②脈波&接触圧センサ

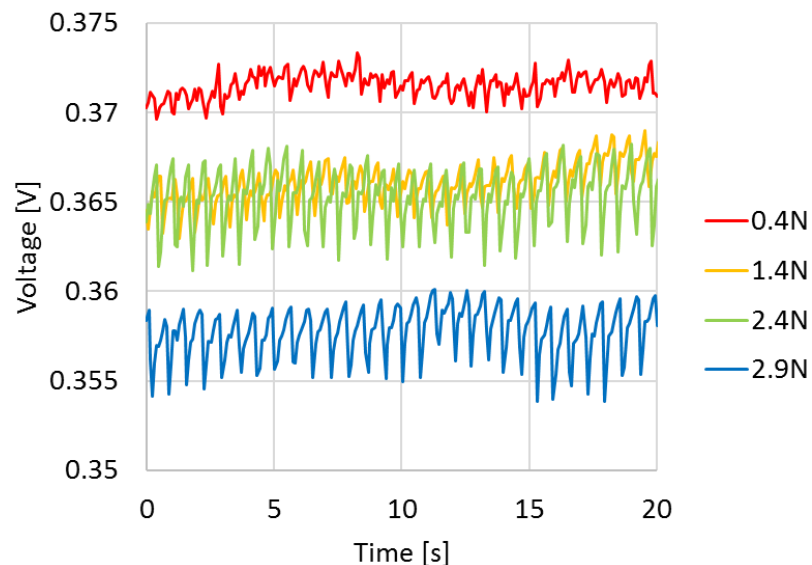


実験結果 0.5N, 1.5N, 2.5N, 3N負荷時のセンサ出力

① 脈波センサ



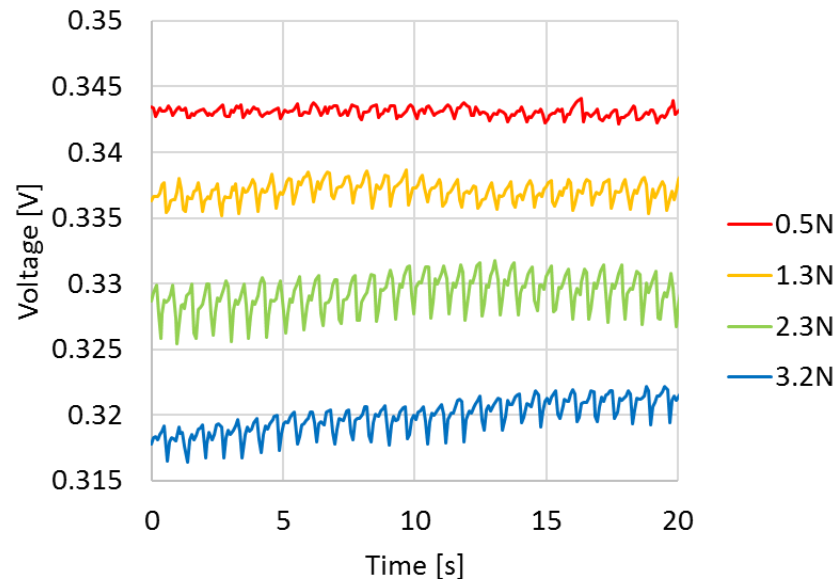
PD-A(脈波用)



② 脈波&接触圧センサ



PD-A(脈波用)



脈波用PDの出力結果において、荷重によるセンサ出力の変化を測定できた

➔ **脈波と接触圧の同時測定が可能**

- 温度センサ, 圧力センサ, オペアンプを一体化した脈波センサを作製した
- チップに集積化したオペアンプ増幅回路の駆動に成功した
- 抵抗値を変えることで温度センサの性能向上を達成した
- 脈波と接触圧の同時測定の実現可能性を示した
- 2つのPDを用いた脈波と接触圧の測定のためには, 遮光をするなどの工夫が必要である