

PLC通信を用いた 機器監視システムの考案

柄本 侑哉

山崎 大輔

依岡 翼

研究背景

近年は無線通信が注目されているが...

無線通信は

- ・ 遮蔽物に弱い
- ・ 電波が他の機器に影響を与え、誤作動の原因となるなどの弱点が...



医療現場では、重大な事故につながることも...

PLCを用いた有線通信により、弱点を克服できる！



PLCとは？
～PLCの基本原理～

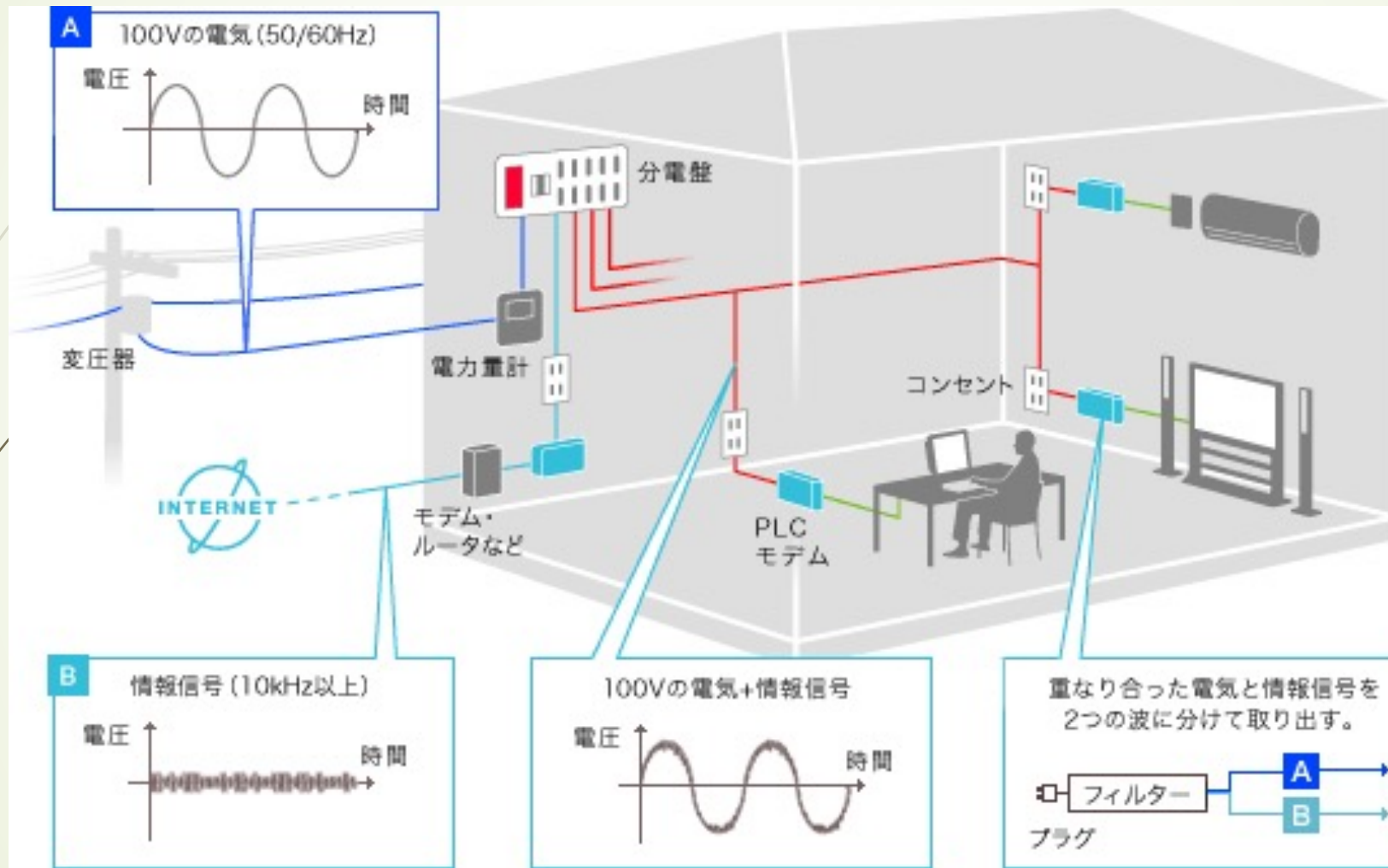
PLC (Power Line Communication)



電力線通信

もともと建物にある電力線を用い、
商用交流を搬送波とする通信方法

PLCとは？ ～PLCの基本原理～



※https://www.plc-j.org/about_plcsys1.htmlより画像引用

PLCのメリット、デメリット

メリット

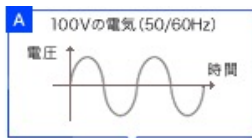
- ①コンセントがあればすぐに使うことが出来る
- ②既存の電力線を利用するため、工事などの必要がなく、導入が簡単
- ③無線LANのように、通信障害や遮蔽物での電波減衰が起こらない

デメリット

- ①無線通信に比べ通信速度は遅い
- ②コンセントにつながっている他の機器から出るノイズの影響を受ける

PLC通信を用いた機器監視システム

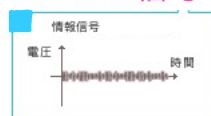
電力線



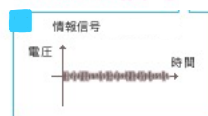
電流値を入力

電流値に応じた
信号を出力

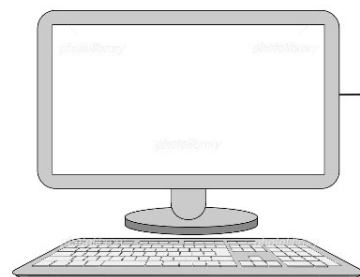
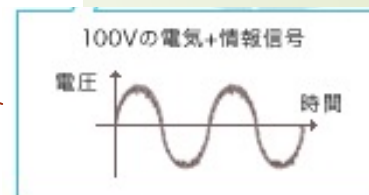
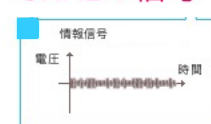
2KHzの信号



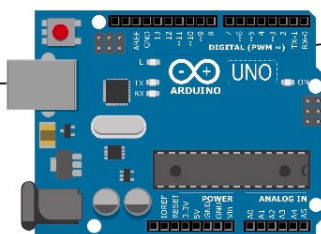
4KHzの信号



8KHzの信号



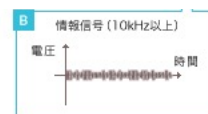
機器の状態を表示



2KHzのフィルタ

4KHzのフィルタ

8KHzのフィルタ



フィルタで特定の
周波数のみを濾波

機器監視システム作成に必要な検証

○商用交流への多数の信号の重畳、分離

- ①商用交流に多数の信号を重畳させても
周波数の変動は起こらないか
- ②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量
→そのために必要なフィルタの性能
- ③目的の周波数の信号をフィルタによって取り出した際の
信号の再現性
- ④機器に流れる電流の値をどのように送受信するのか

① 商用交流に多数の信号を重畳させても 周波数の変動は起こらないか

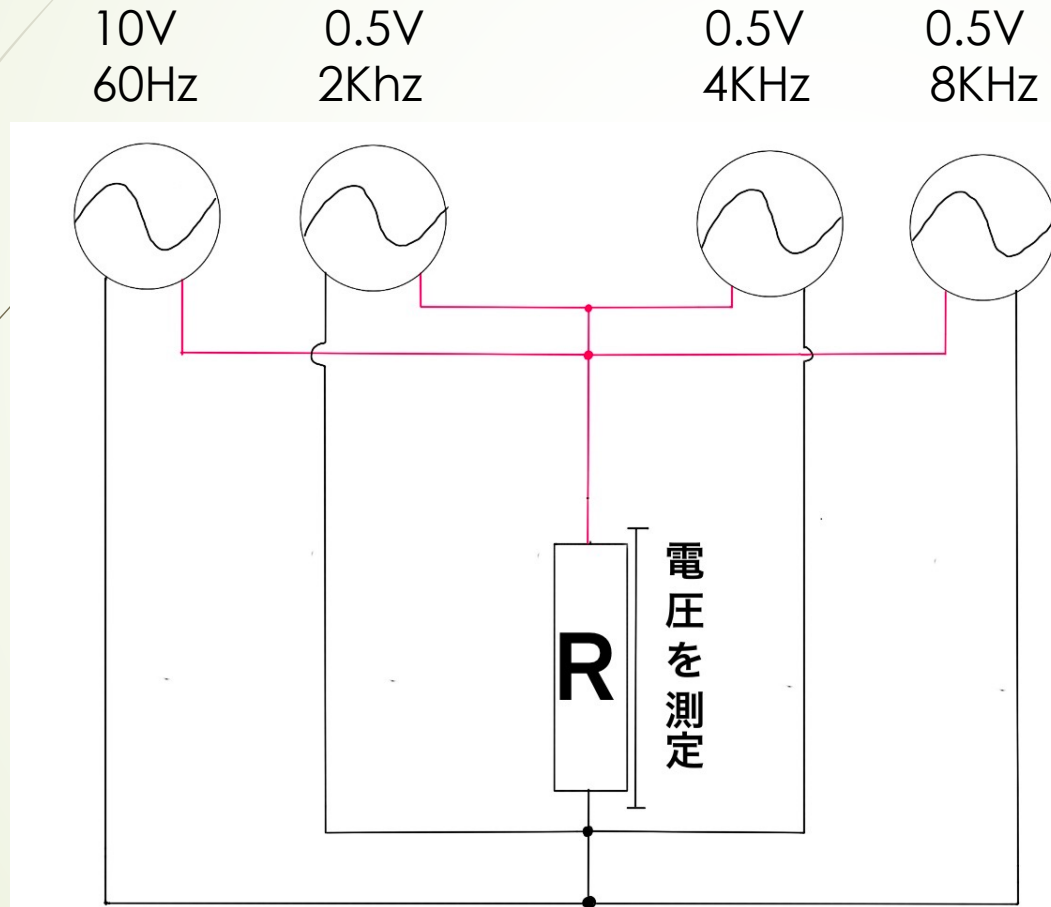


図 実験回路

- 商用交流の代わりに
ファンクションジェネレータを代用
(10V 60Hz)
- arduinoの代わりに
ファンクションジェネレータを代用
(0.5V 2KHz, 4KHz, 8KHz)

①商用交流に多数の信号を重畳させても 周波数の変動は起こらないか



図 実際の回路

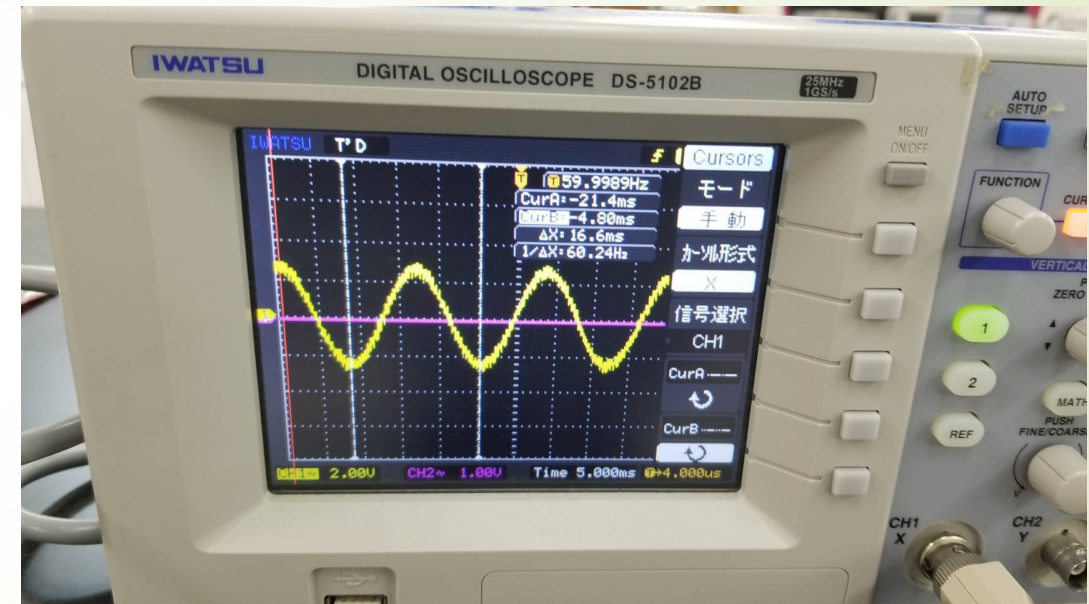


図 実測した電圧

② 目的の周波数の信号以外の信号の減衰量 → そのために必要なフィルタの性能

目的の周波数の信号が5Vで出力されたとき、
それ以外の信号は何Vまで減衰している必要があるか
(信号の波形がきれいな矩形波になるには?)

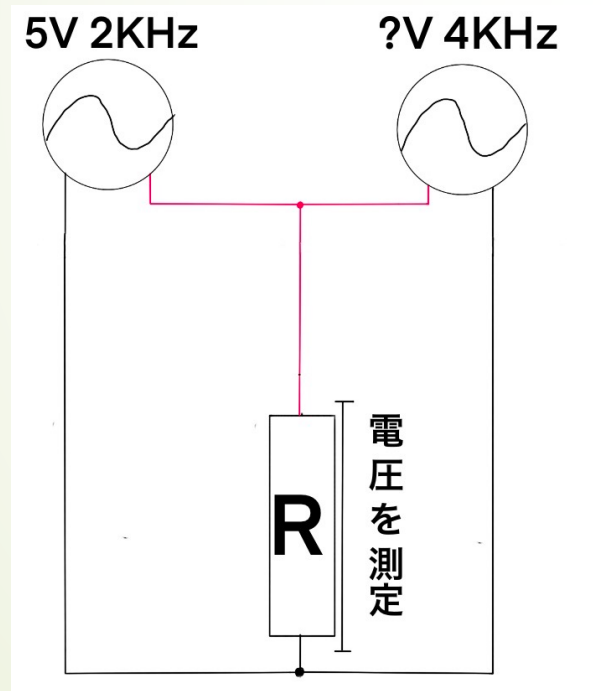


図 実験回路

②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量 →そのために必要なフィルタの性能

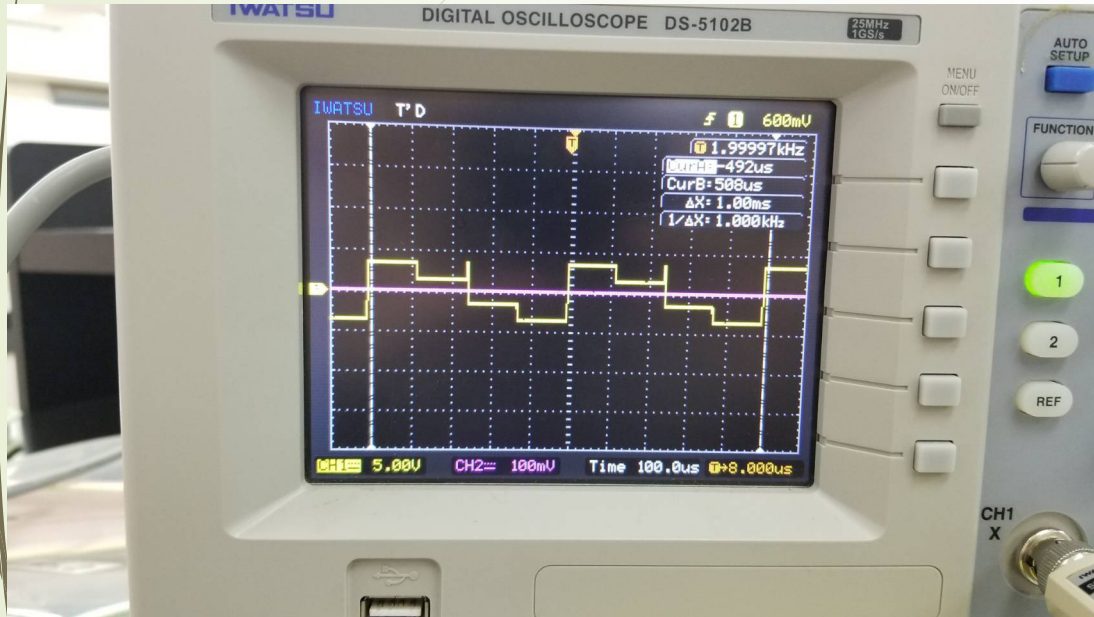


図 歪んだ矩形波

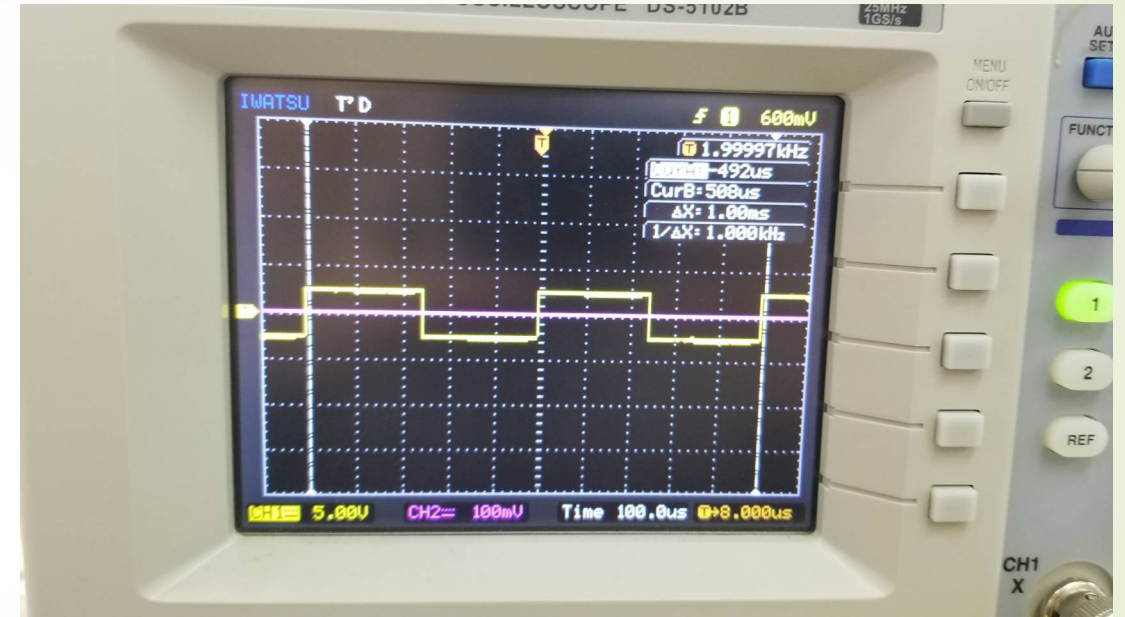


図 綺麗な矩形波



目的の周波数5Vに対し、200mV
すなわち、25分の1までの電圧ならかかって問題ない！

②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量

→そのために必要なフィルタの性能

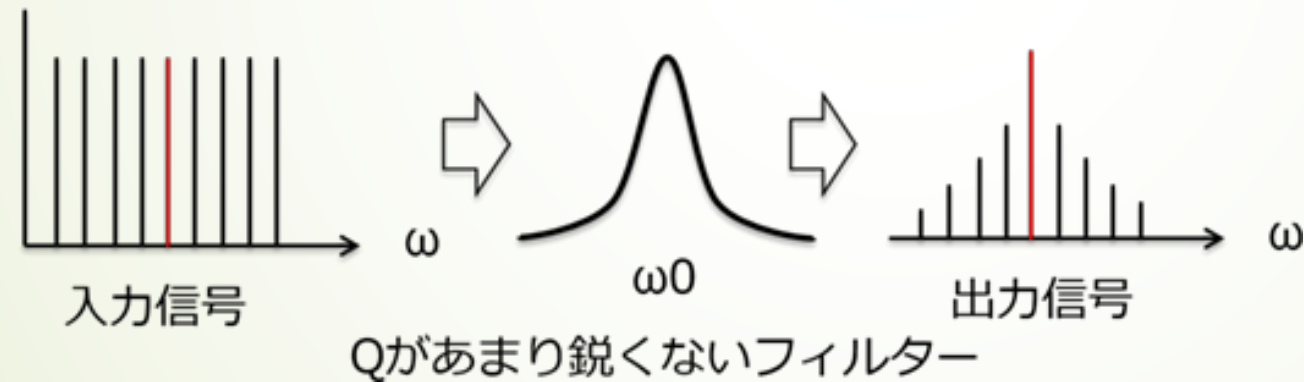
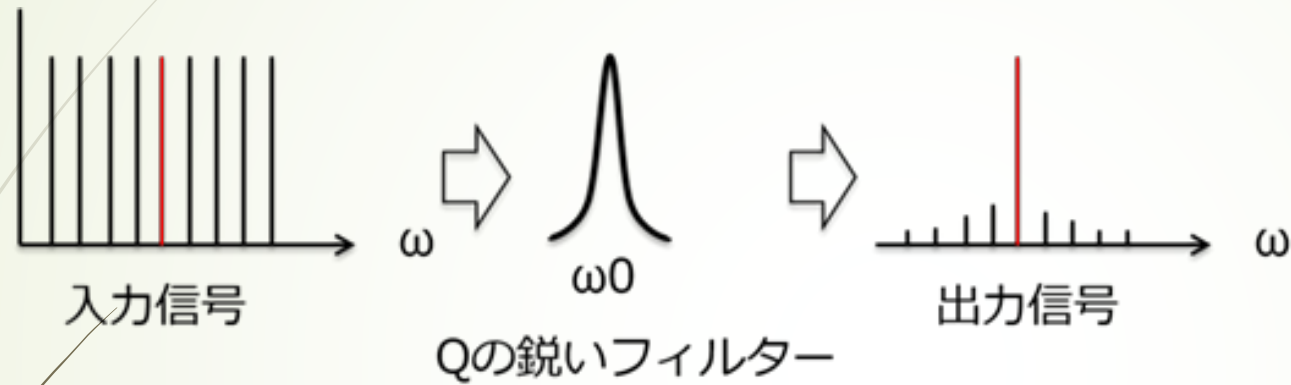
では、目的の信号以外の電圧を25分の1にするために必要なフィルタの性能は？



フィルタの性能の指標の一つに
Q値 (quality factor) という要素がある

②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量
→そのために必要なフィルタの性能

Q値(quality factor)とは

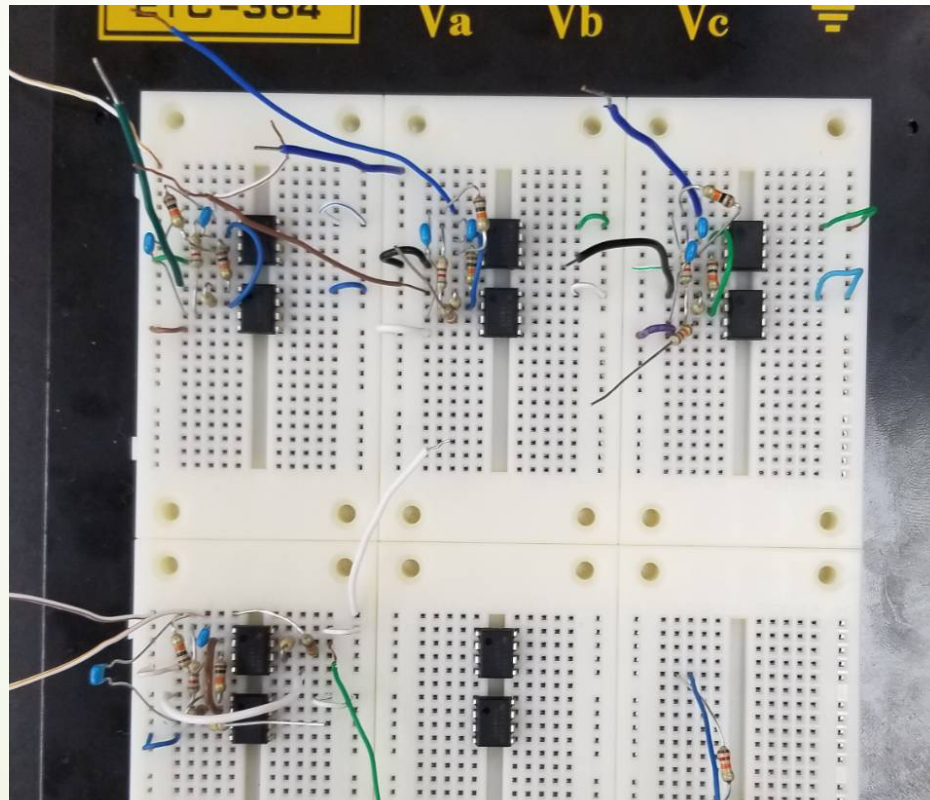


Q値は高いほど良い！！

- ②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量
→そのために必要なフィルタの性能

とはいえ、出せるQ値には限界がある...

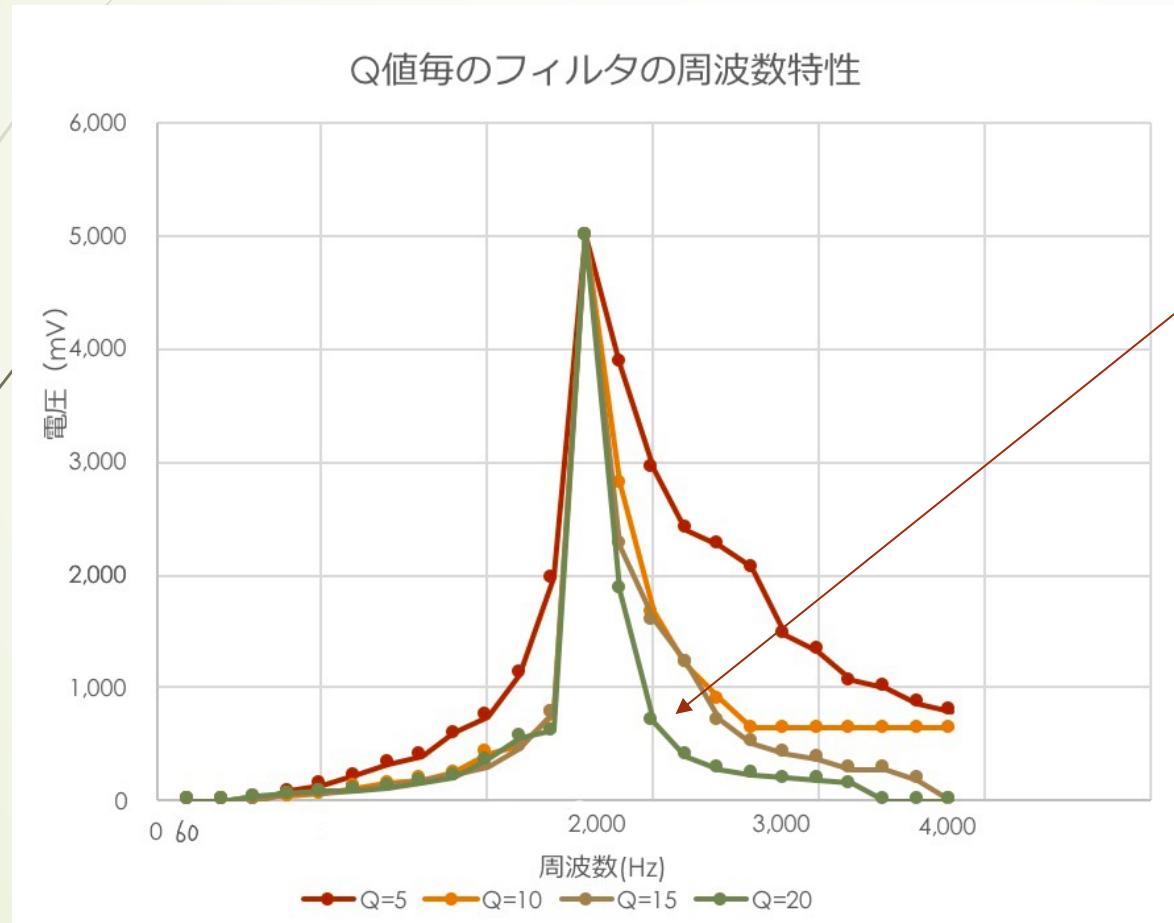
→実際にQ値の異なるフィルタを複数作り、
本研究に必要なQ値を検証した



②目的の周波数の信号以外の信号の減衰量
→そのために必要なフィルタの性能

実験結果

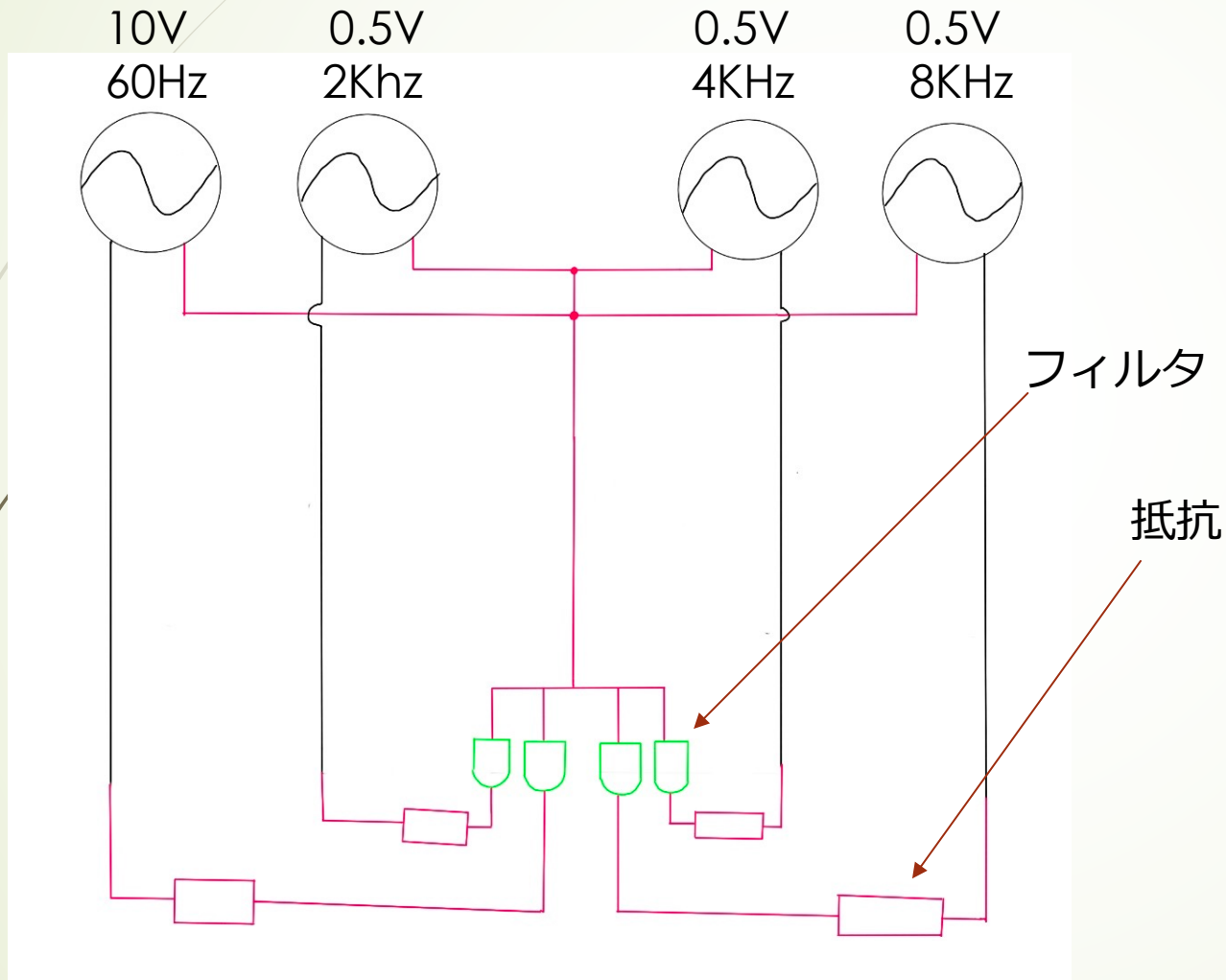
Q値毎のフィルタの電圧減衰量



Q値=20のフィルタでは
無入力時 電圧=2mV
60Hzの時 電圧=2mV
2KHzの時 電圧=5000mV
4KHzの時 電圧=180mV
8KHzの時 電圧=4mV

2KHzの信号には、
200mVのノイズが入る！

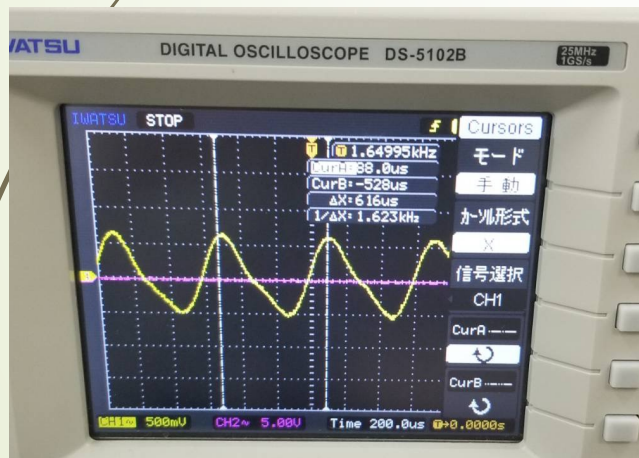
③ 目的の周波数の信号をフィルタによって 取り出した際の信号の再現性



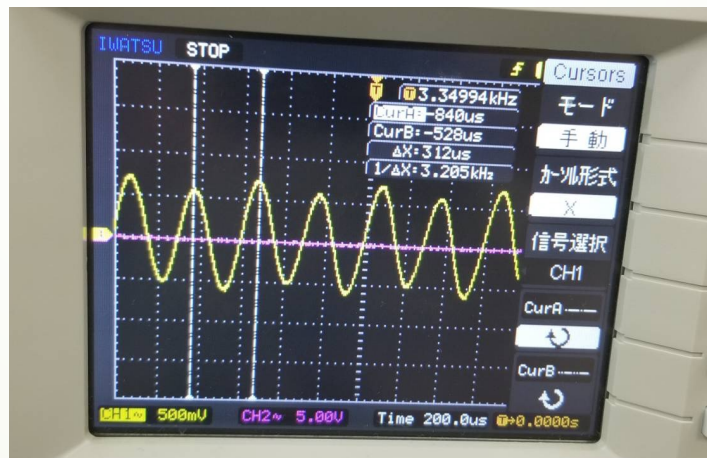
結果



A 3つの高周波信号が重畳した電流



B 中央周波数1.65Khzのフィルタを通過した電流

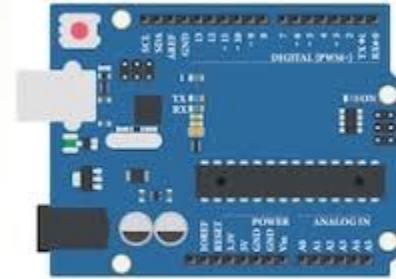
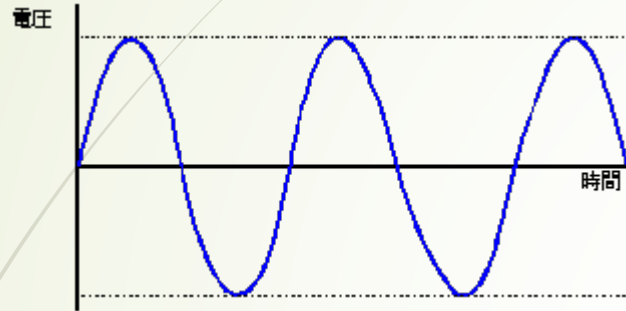


C 中央周波数3.35Khzのフィルタを通過した電流



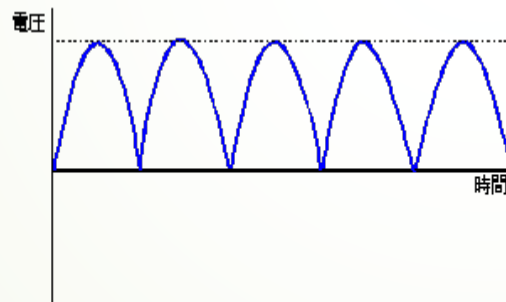
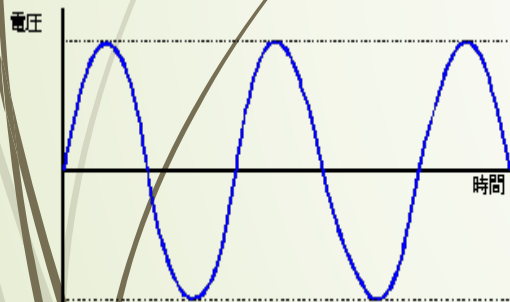
D 中央周波数8Khzのフィルタを通過した電流

受け取った信号を全波整流し直流にする

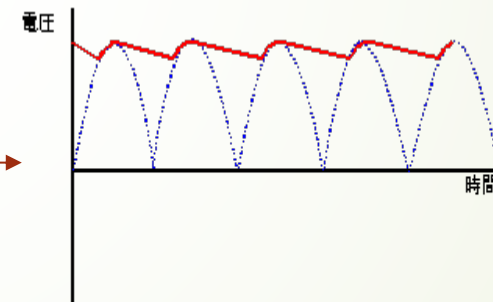


Arduinoでは
読み取れない...

shutterstock.com • 1386000434



全波整流回路



平滑化



shutterstock.com • 1386000434

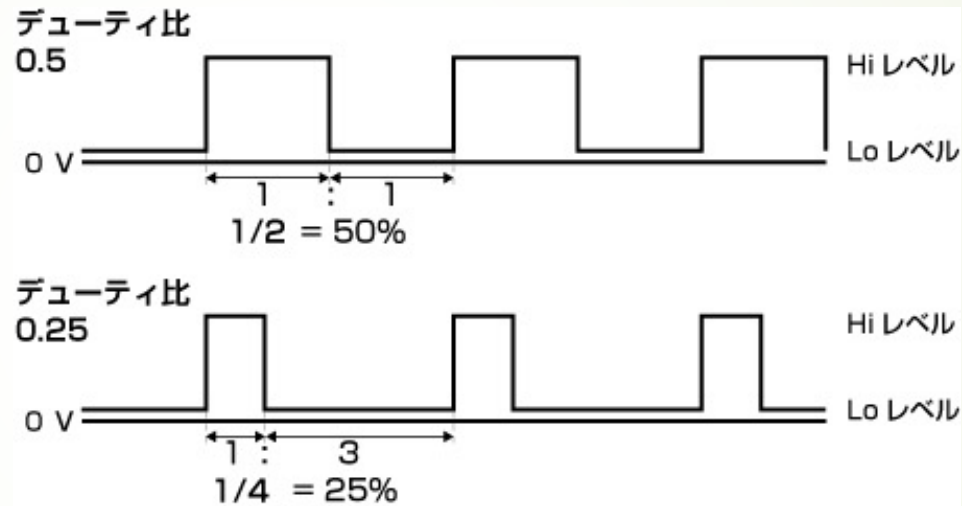
Arduinoで読み取れる！

④機器に流れる電流の値をどのように送受信するのか

- ①センサーが検知した電流の大きさに応じて、送信信号のデューティ比を変える
- ②受け取った信号を整流して平滑化する
- ③平滑化された信号の電圧から機器の電流の大きさを読み取る

①センサーが検知した電流の大きさに応じて、送信信号のデューティ比を変える

デューティ比とは...



※https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/faq/mp/mp_duty.htmより画像引用

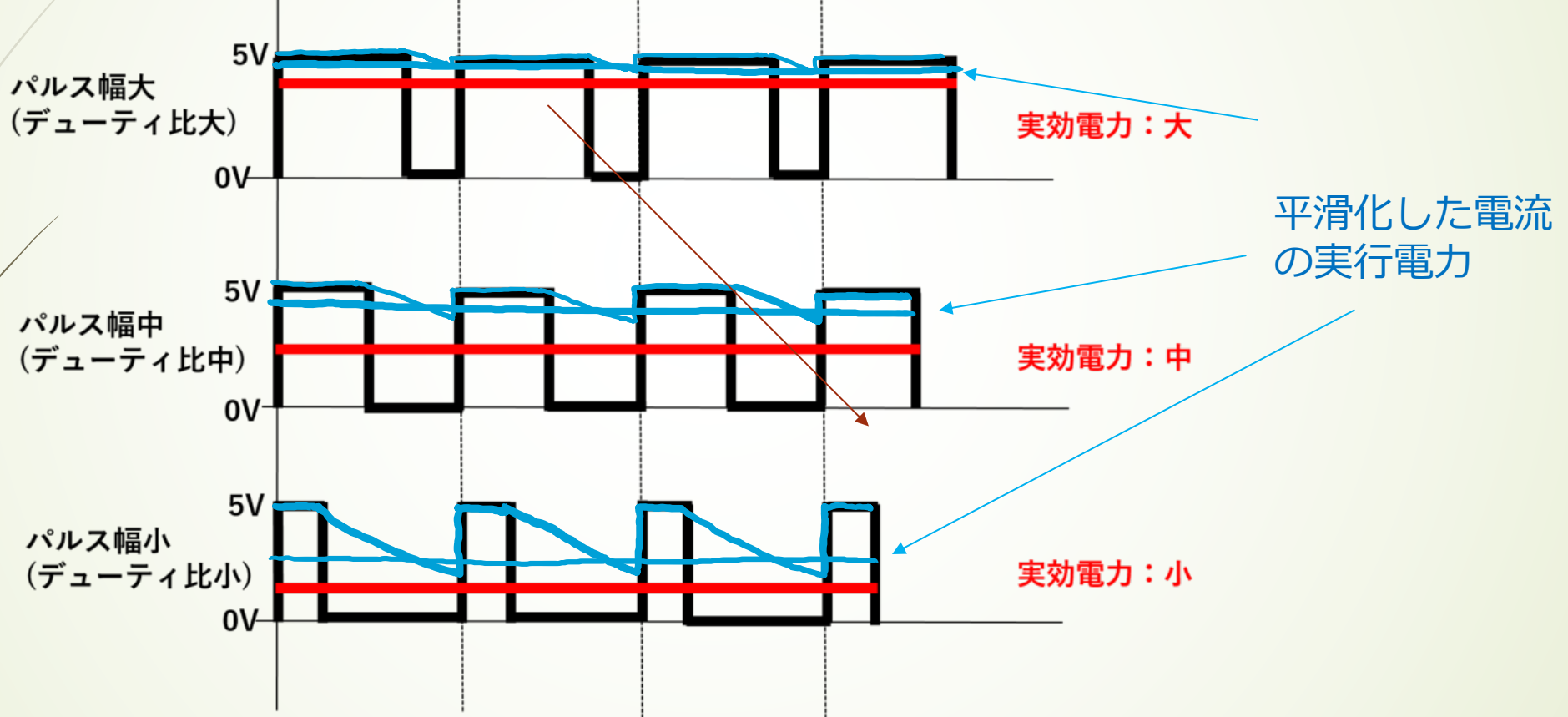
例えば...

センサーが1Aの電流を感知したとき→デューティ比が50%の信号を流す

センサーが2Aの電流を感知したとき→デューティ比が60%の信号を流す

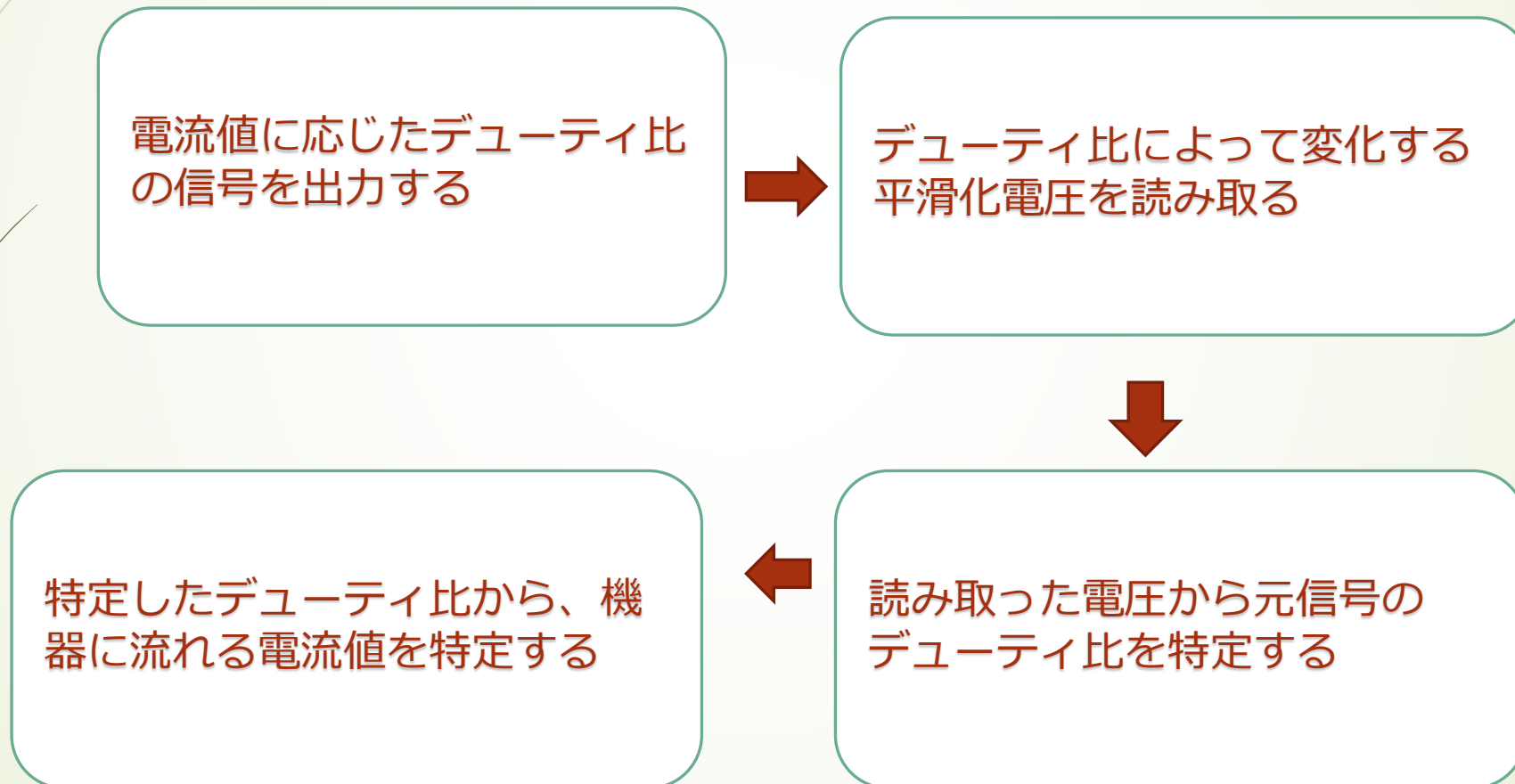
①センサーが検知した電流の大きさに応じて、送信信号のデューティ比を変える

○デューティ比を変えることでなにが起こるのか

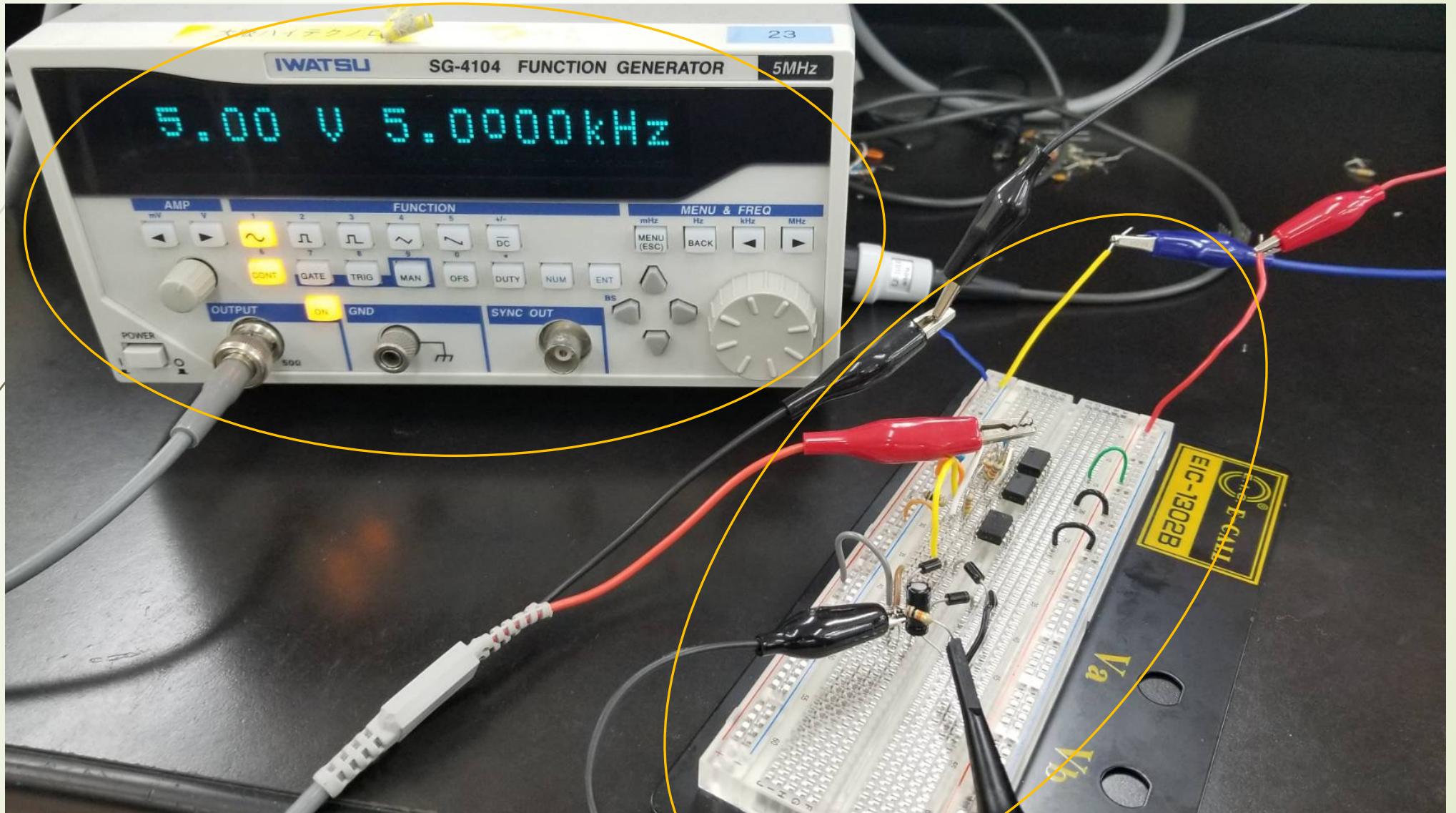


①センサーが検知した電流の大きさに応じて、送信信号のデューティ比を変える

○通信の具体的な道順



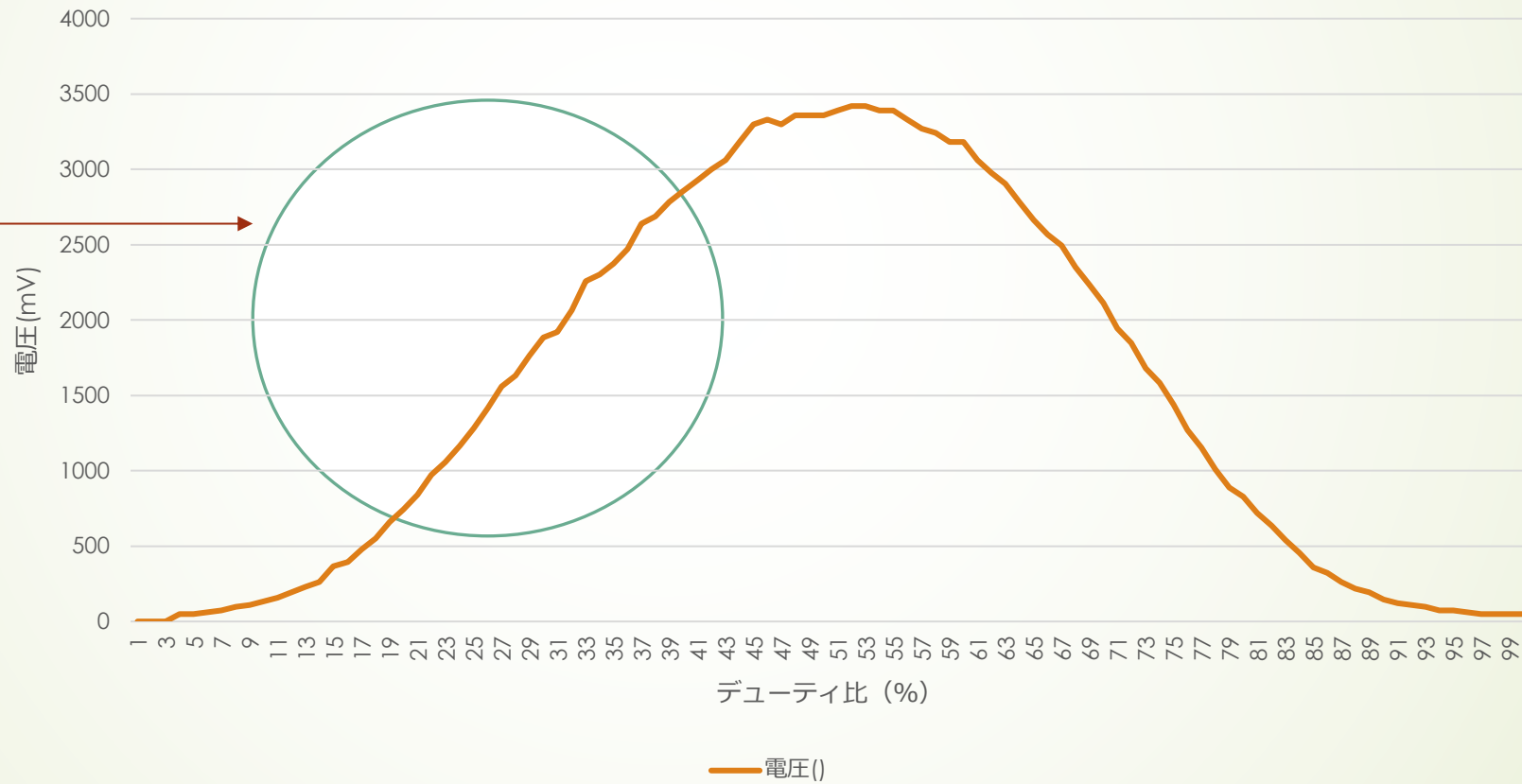
実験：デューティ比による電圧の変化



結果

デューティ比による電圧の変化
(入力電圧 = 5 V フィルタの中央周波数5Khz)

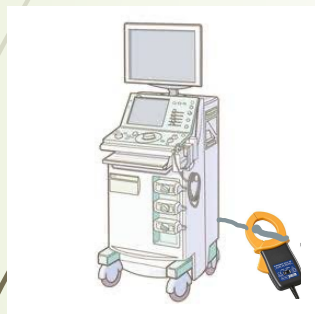
40~150mV
の変動



機器監視システム



送信信号 5V 2Khz



送信信号 5V 4Khz



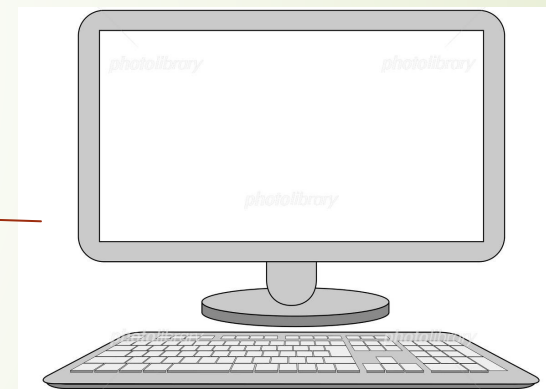
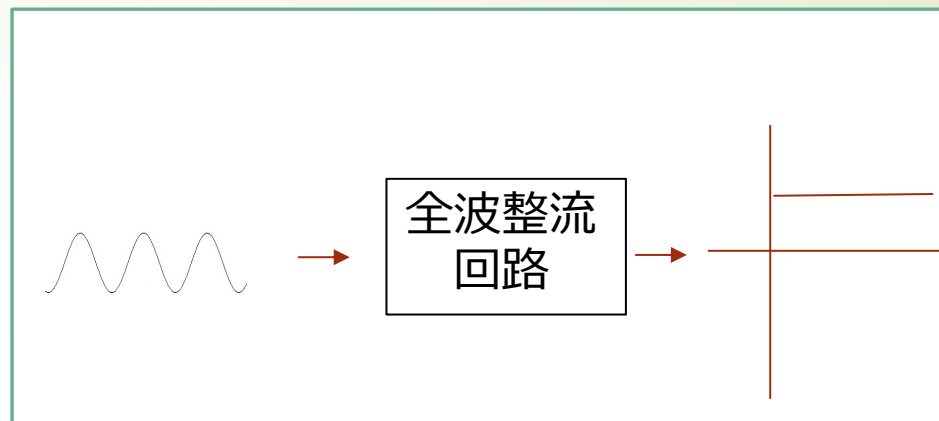
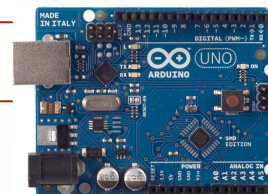
送信信号 5V 8Khz



受信信号
2khz

4Khz

8Khz



電力線
100V 60Hz



残る課題

- ①想定外の電力が電力線に加わることで起こる事象の検証
- ②より多数の信号を混信した際の分波精度や電圧読取りの検証