

人工心肺装置における 灌流量自動調整システムの 作成

臨床工学技士科

清瀬 佑二, 嵯峨 諒真, 塩崎 智弥,
箕輪 武輝, 森本 直樹

人工心肺装置の概要①

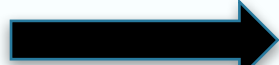
人工心肺装置とは心臓と肺の機能を代行する装置。

心臓



全身へ血液を送り出す

肺



血液の酸素と二酸化炭素を交換
(ガス交換)

心臓、大動脈の手術の際は心臓を止める。



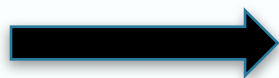
- ・全身への血液循環
- ・肺でのガス交換

ができなくなる。

人工心肺装置の概要①

人工心肺装置とは心臓と肺の機能を代行する装置。

心臓



全身へ血液を送り出す

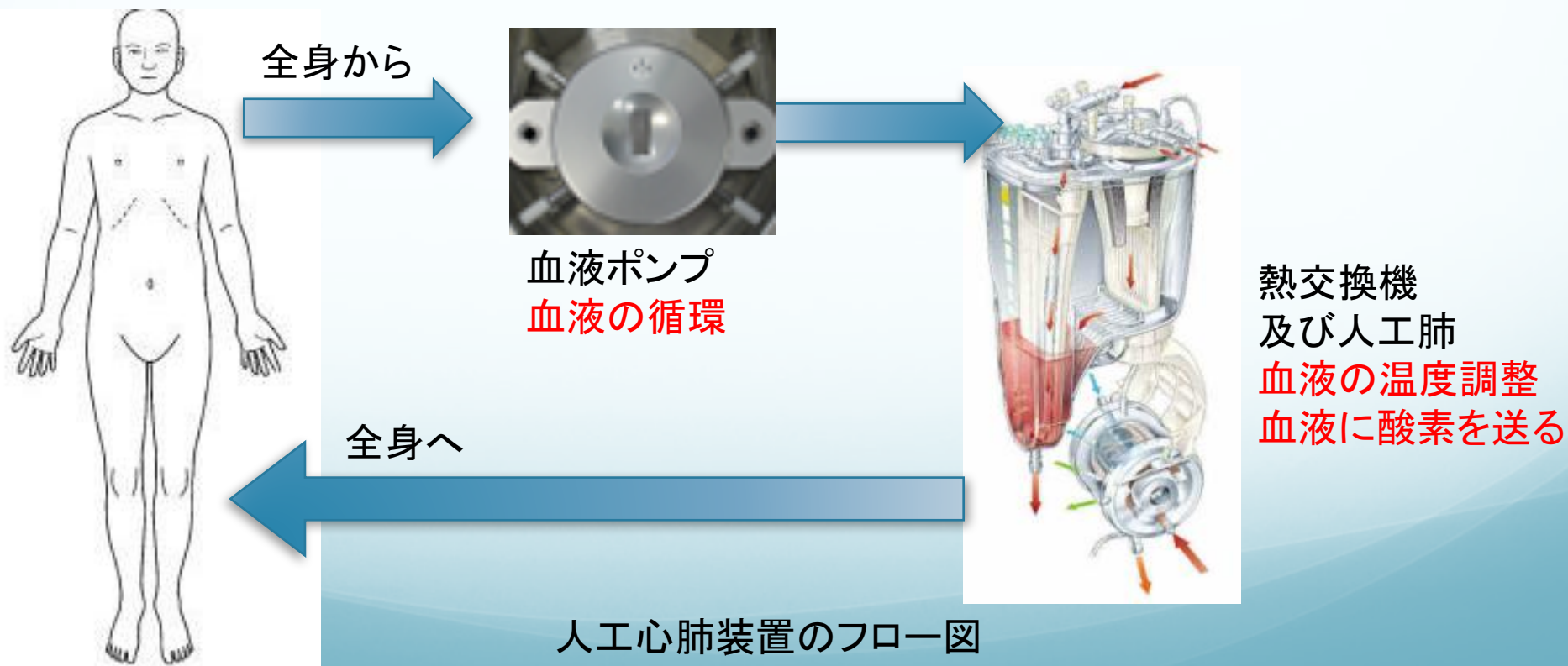
人工心肺装置を用いて
心臓と肺の機能を代行する

- ・全身への血液循環
 - ・肺でのガス交換
- } ができなくなる。

人工心肺装置の概要②

灌流量……血液流量のこと。

人工心肺操作において、術中に調整する、基本的な値の一つ。
灌流量の調整は血圧や体温の調整にも繋がる。



人工心肺装置の概要②

灌流量……血液流量のこと。

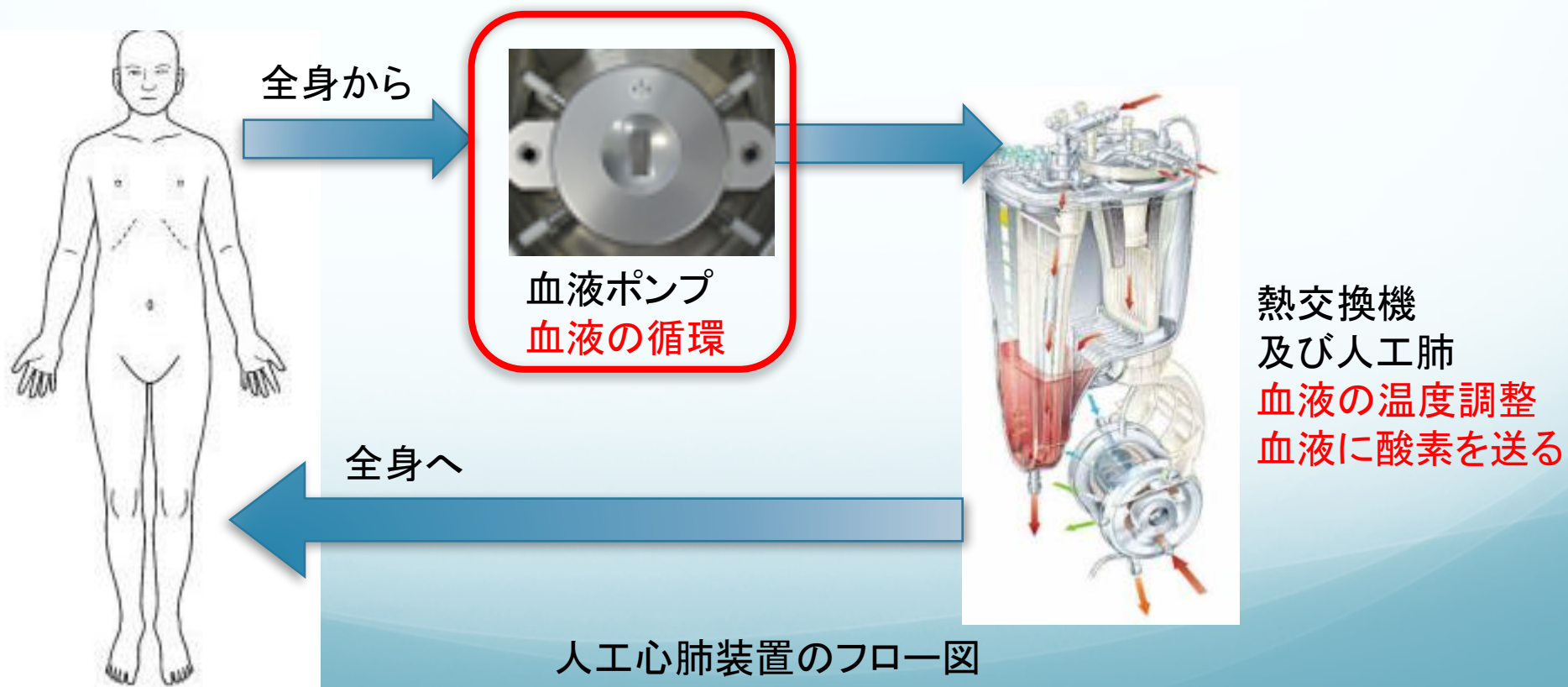
人工心肺操作において、術中に調整する、基本的な値の一つ。
灌流量の調整は血圧や体温の調整にも繋がる。



人工心肺装置の概要②

灌流量……血液流量のこと。

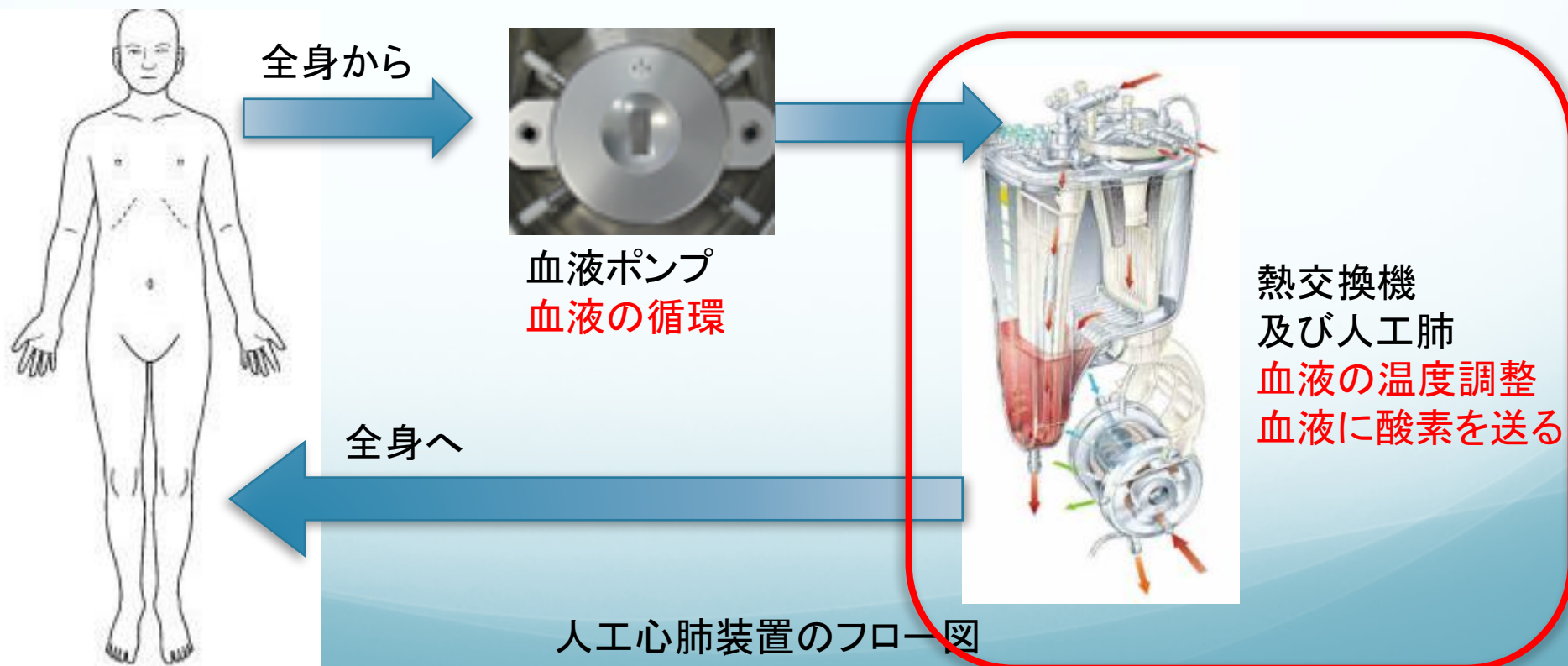
人工心肺操作において、術中に調整する、基本的な値の一つ。
灌流量の調整は血圧や体温の調整にも繋がる。



人工心肺装置の概要②

灌流量……血液流量のこと。

人工心肺操作において、術中に調整する、基本的な値の一つ。
灌流量の調整は血圧や体温の調整にも繋がる。



人工心肺装置の概要②

灌流量……血液流量のこと。

人工心肺操作において、術中に調整する、基本的な値の一つ。
灌流量の調整は血圧や体温の調整にも繋がる。



研究背景

- 人工心肺を用いる手術は、長時間になることが多く、
医師は術中に担当を交代をすることもある。
人工心肺を操作している臨床工学技士は、
開始から終了まで専属で担当することも多い。

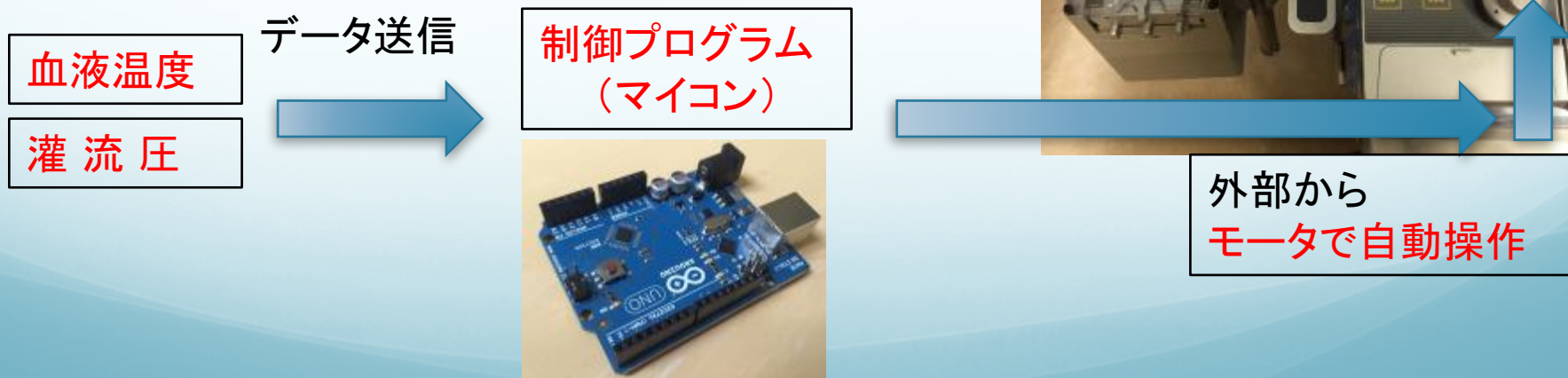


(研究目的)

このような環境の改善のために、
状態安定時における、
灌流量(血液の流量)自動操作システム
の作成をおこなう。

全体システム案

本研究では、**流量調節において基本となる。**
灌流圧(血圧)や血液温度のモニタリングを行い、
その値から、灌流量(血液流量)の調整つまみを
モータにより自動操作するシステムの作成をおこなった



灌流量調整の目安

灌流圧

60mmHg 以下 → 流量増やす

60～80mmHg → 流量の維持

80mmHg 以上 → 流量減らす

血液温

20℃ 以下 → 流量減らす

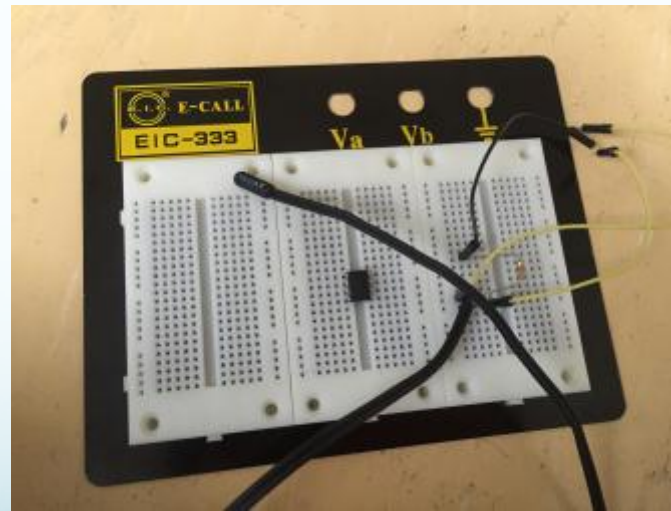
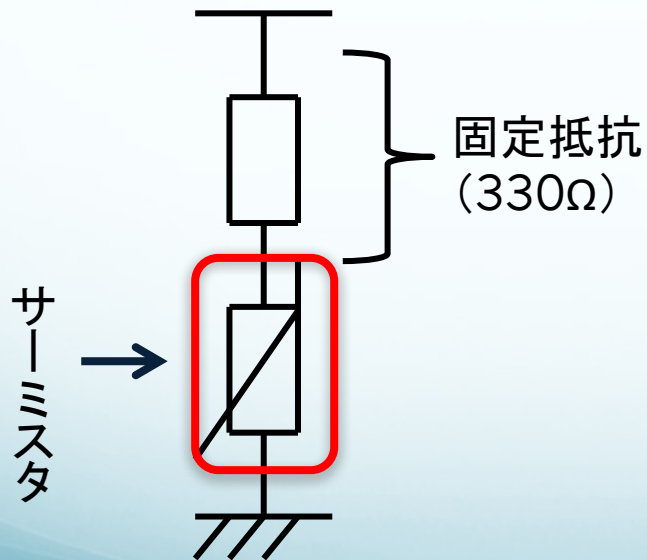
20～30℃ → 流量の維持

30℃ 以上 → 流量増やす

温度測定回路

- 温度センサ: **サーミスタ** (103AT) /

温度によって電気抵抗が変化するセンサ。
電圧信号を制御器(Arduino)にデータ送信し
それによりデータから、温度を算出する



温度測定回路図

温度測定実験結果

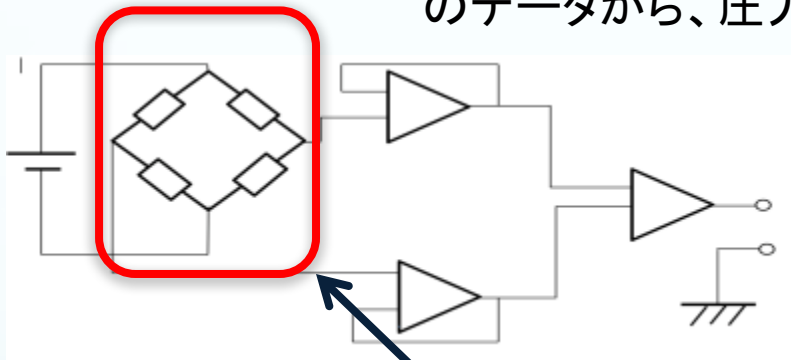
- 温度差の検証を行った。
- 水の温度を今回用いた回路での温度測定値と、市販で売られている温度計の温度測定値の差を確認した。

測定値(°C)	実験値(°C)	誤差(°C)
13.1	13.1	0
17.3	17.3	0
21.5	21.4	-0.1
23.7	23.8	0.1
26.9	26.8	-0.1

圧測定回路

- 圧センサ: ストレインゲージ (PFプレッシャーセンサADP4) /

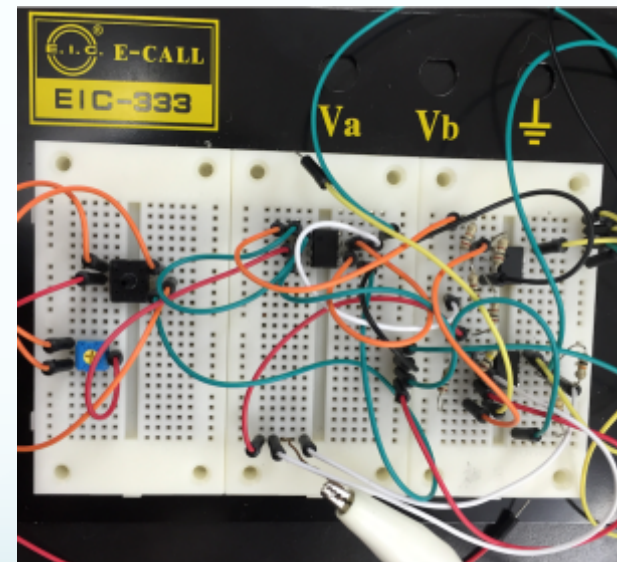
押された力によって電気抵抗が変化するセンサ
電圧信号を制御器にデータ送信をArduinoに送り、そのデータから、圧力を算出する



固定抵抗



オペアンプ
(TL08)

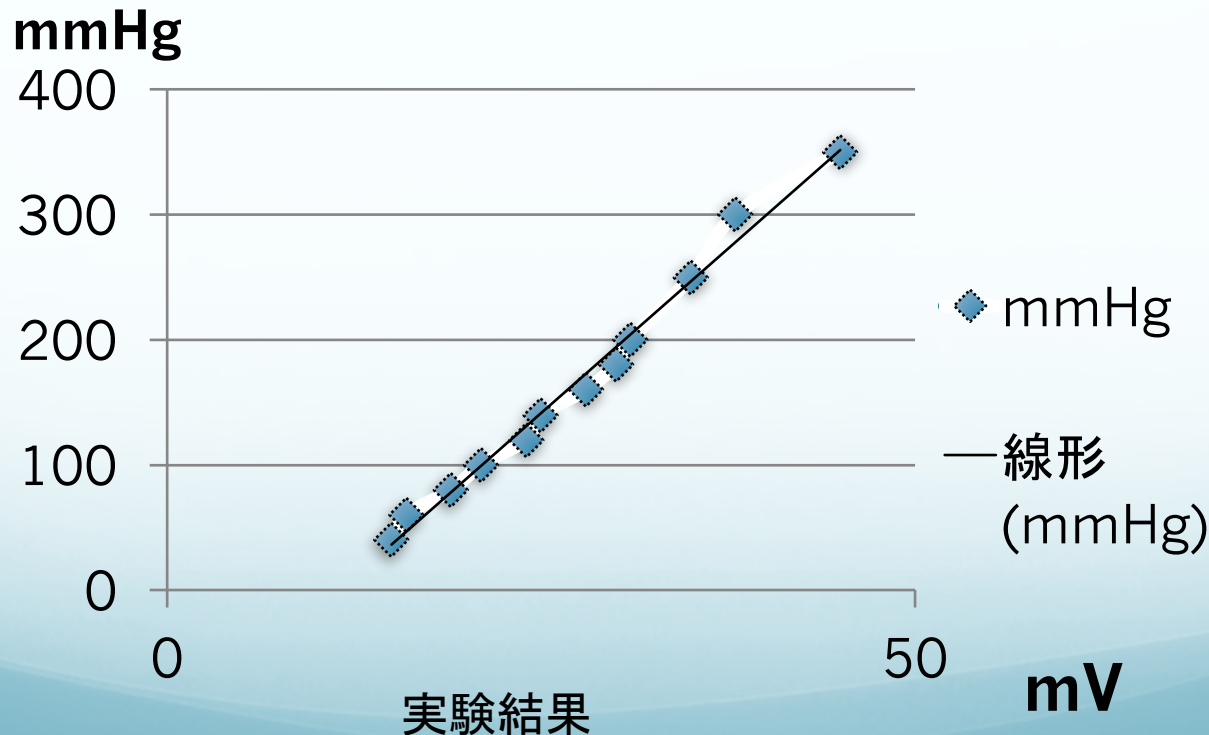


灌流圧測定回路

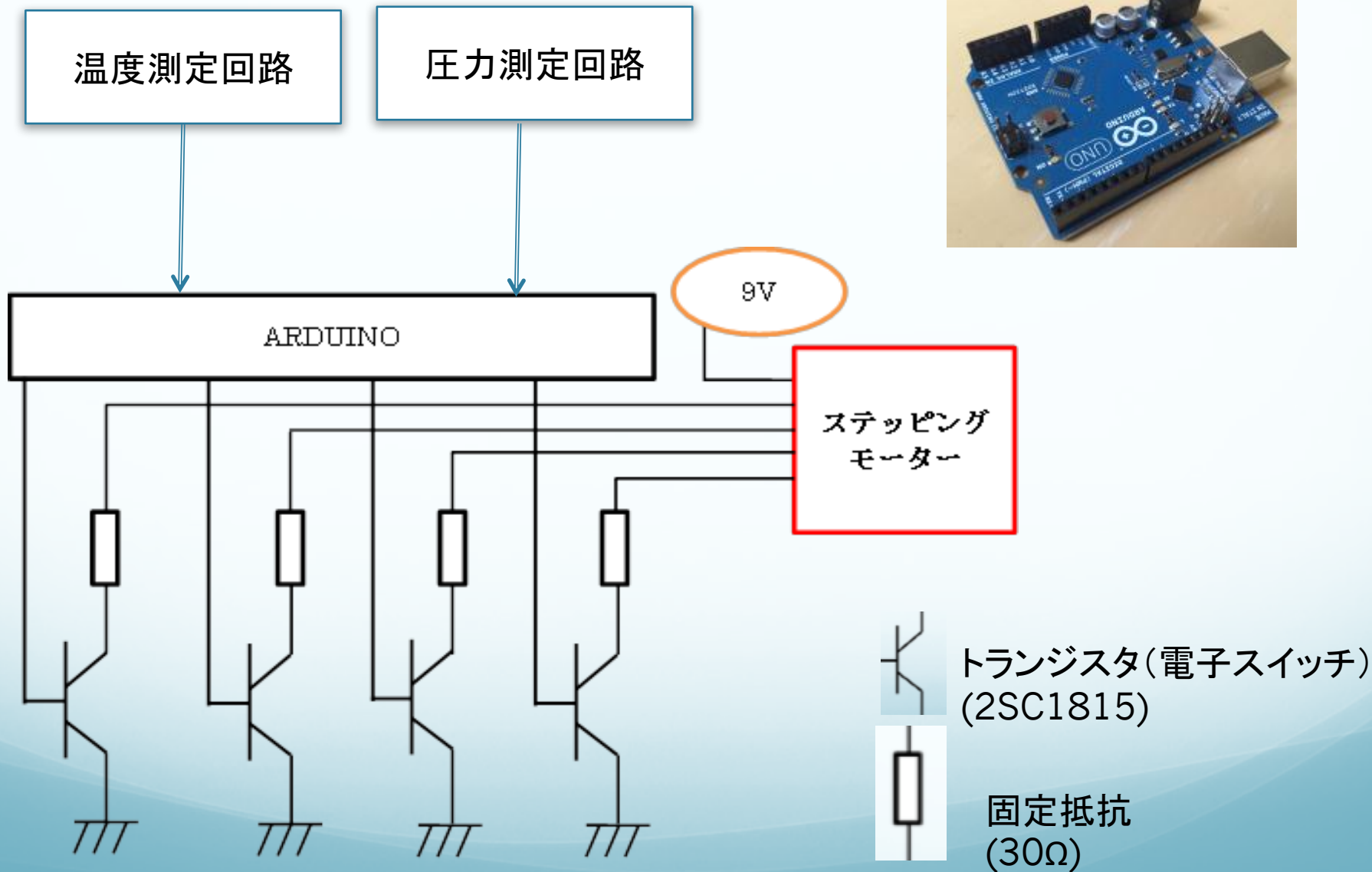
ストレインゲージ特性

確認実験結果

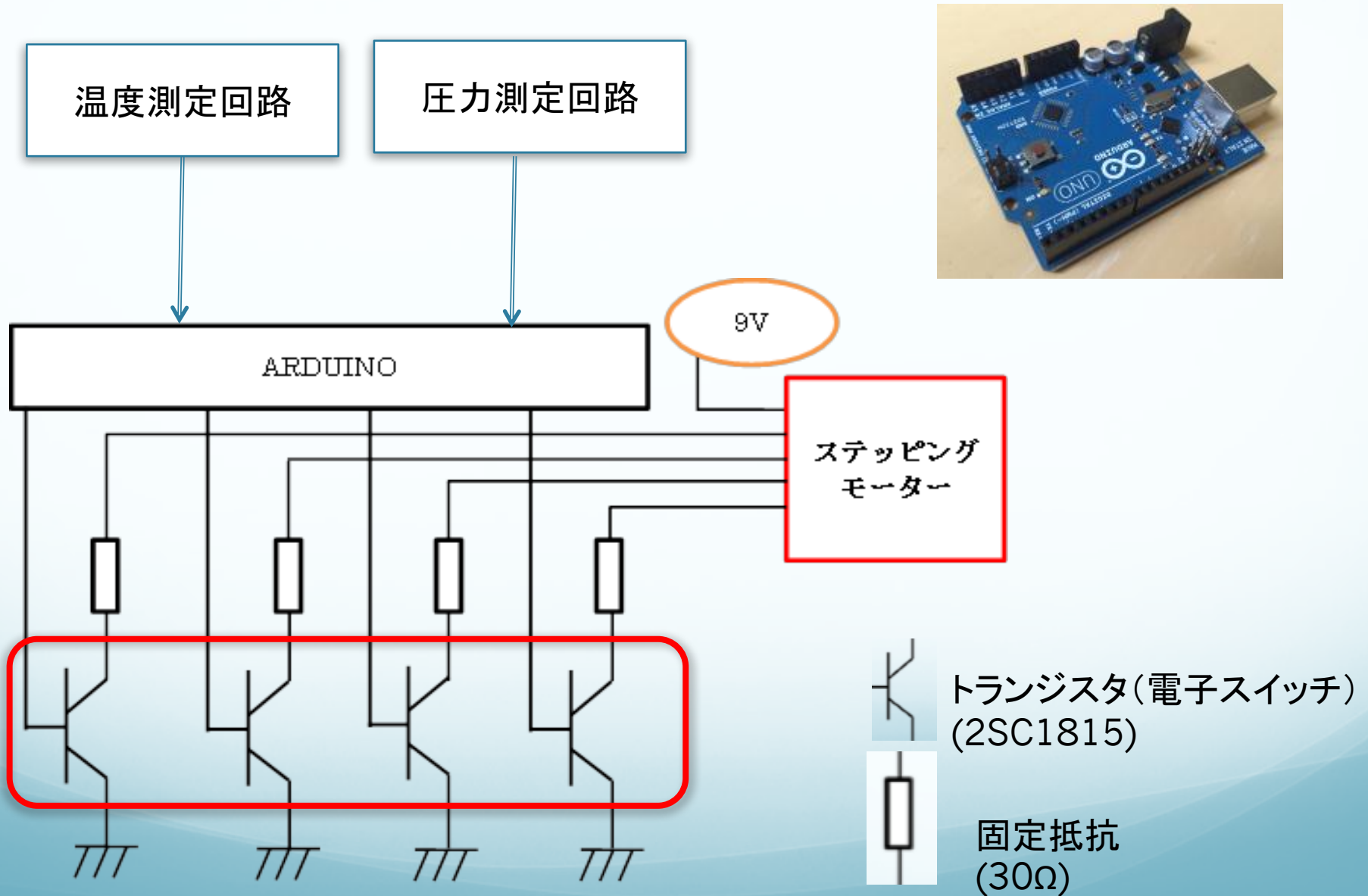
- ストレインゲージに圧力を加え、そのときのストレインゲージにかかってある電圧を記録する。
- ストレインゲージに加えた圧は市販の測定器で測定した。



制御部

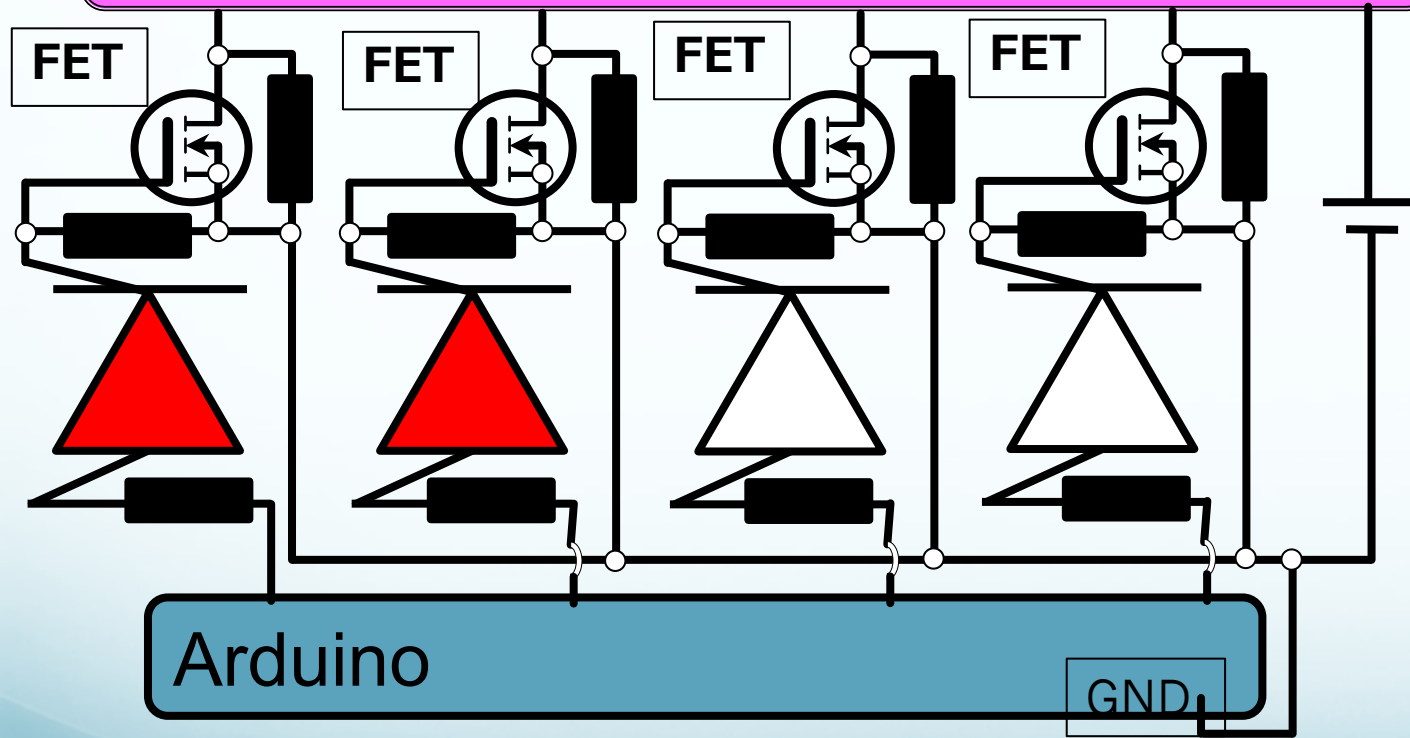


制御部



ステッピングモーター回路

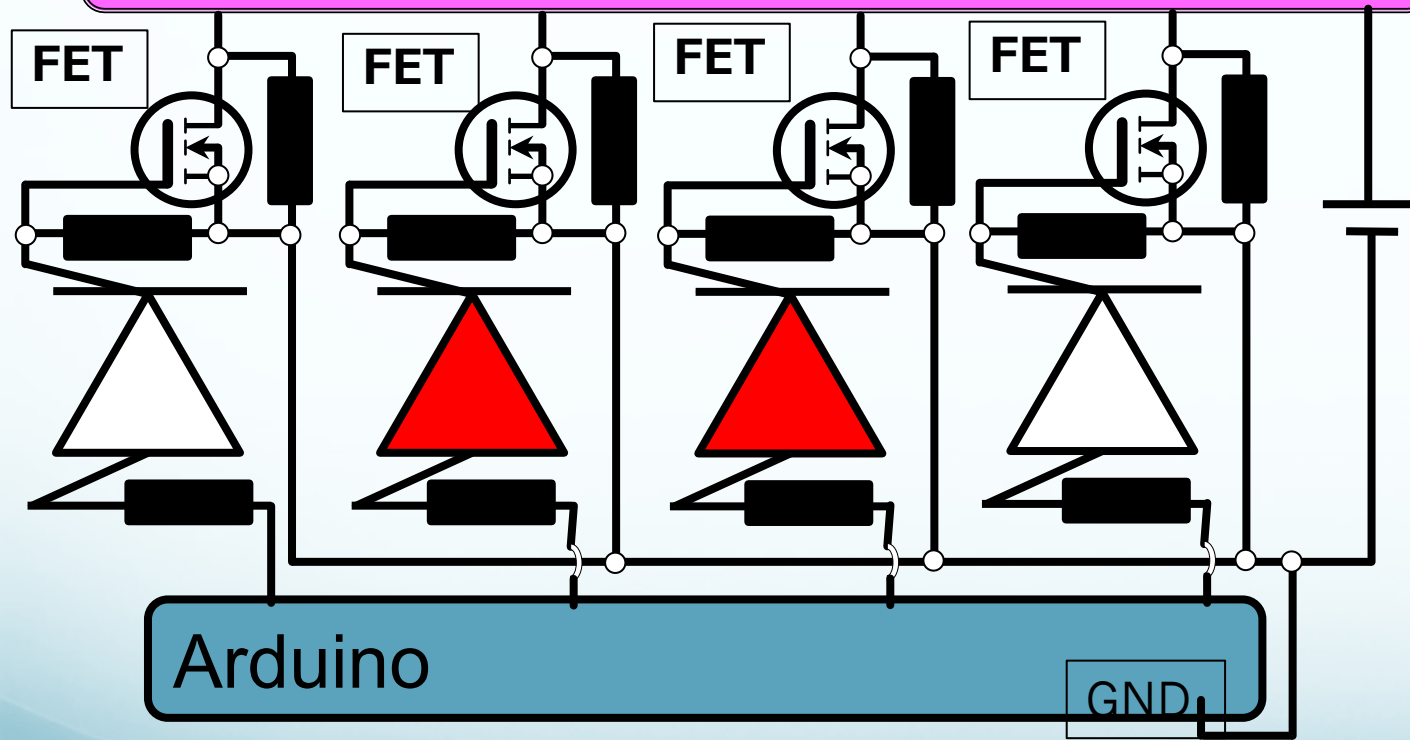
ステッピングモーター



1

ステッピングモーター回路

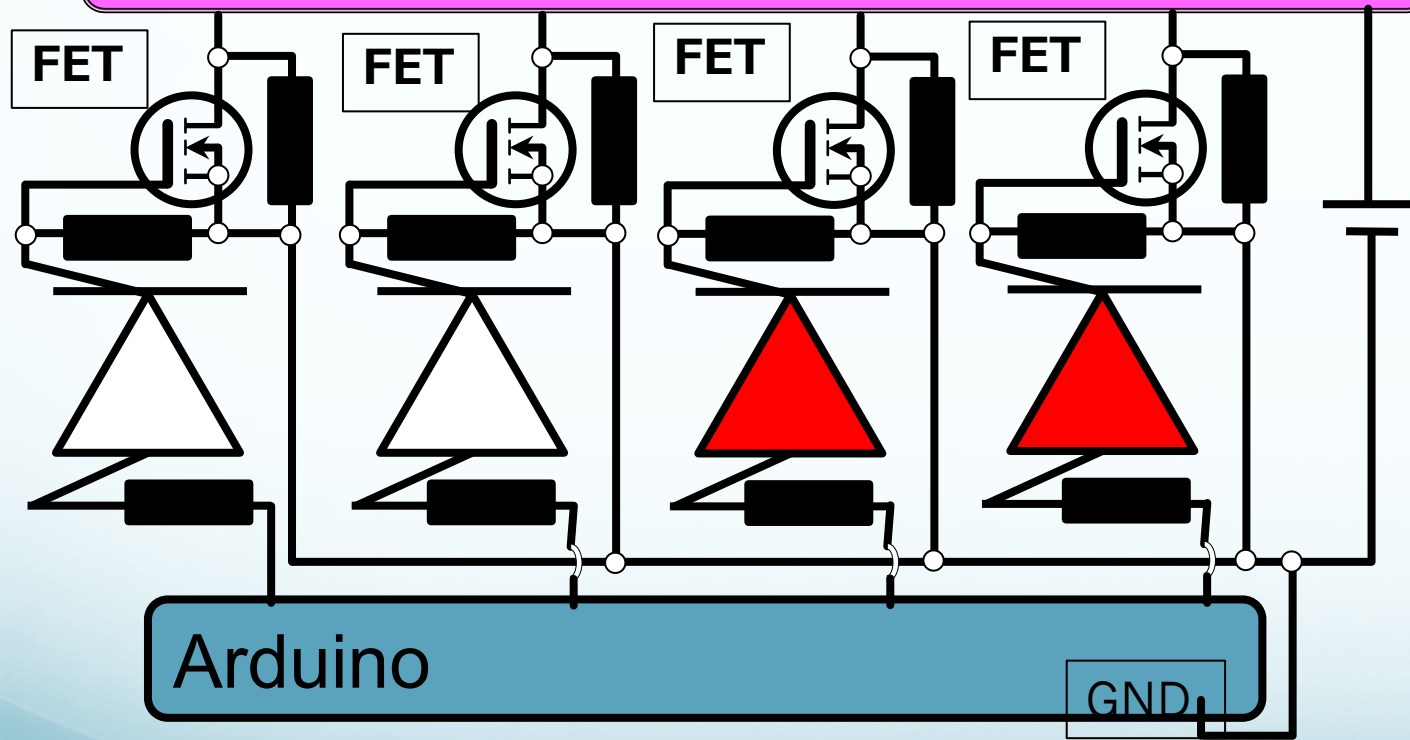
ステッピングモーター



2

ステッピングモーター回路

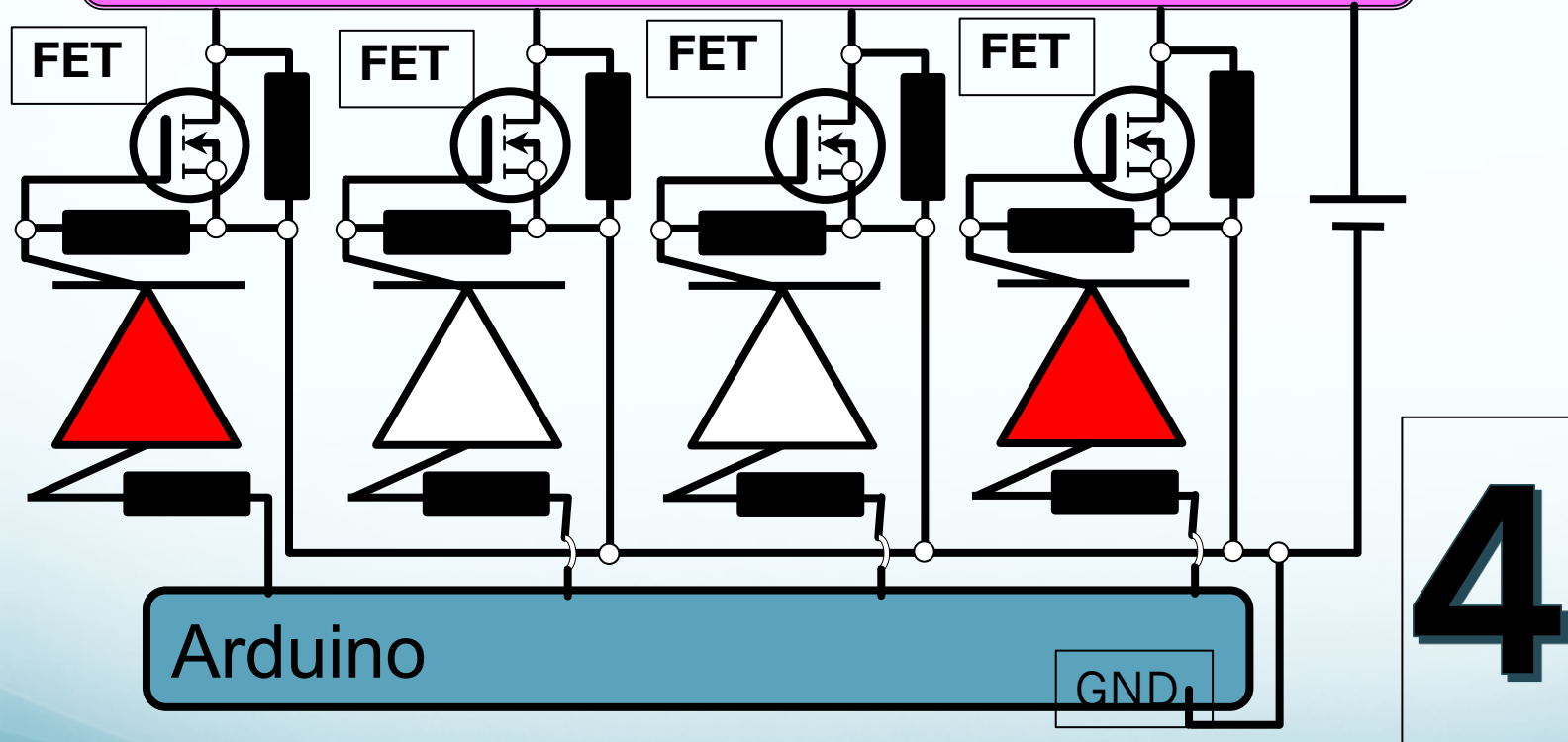
ステッピングモーター



3

ステッピングモーター回路

ステッピングモーター



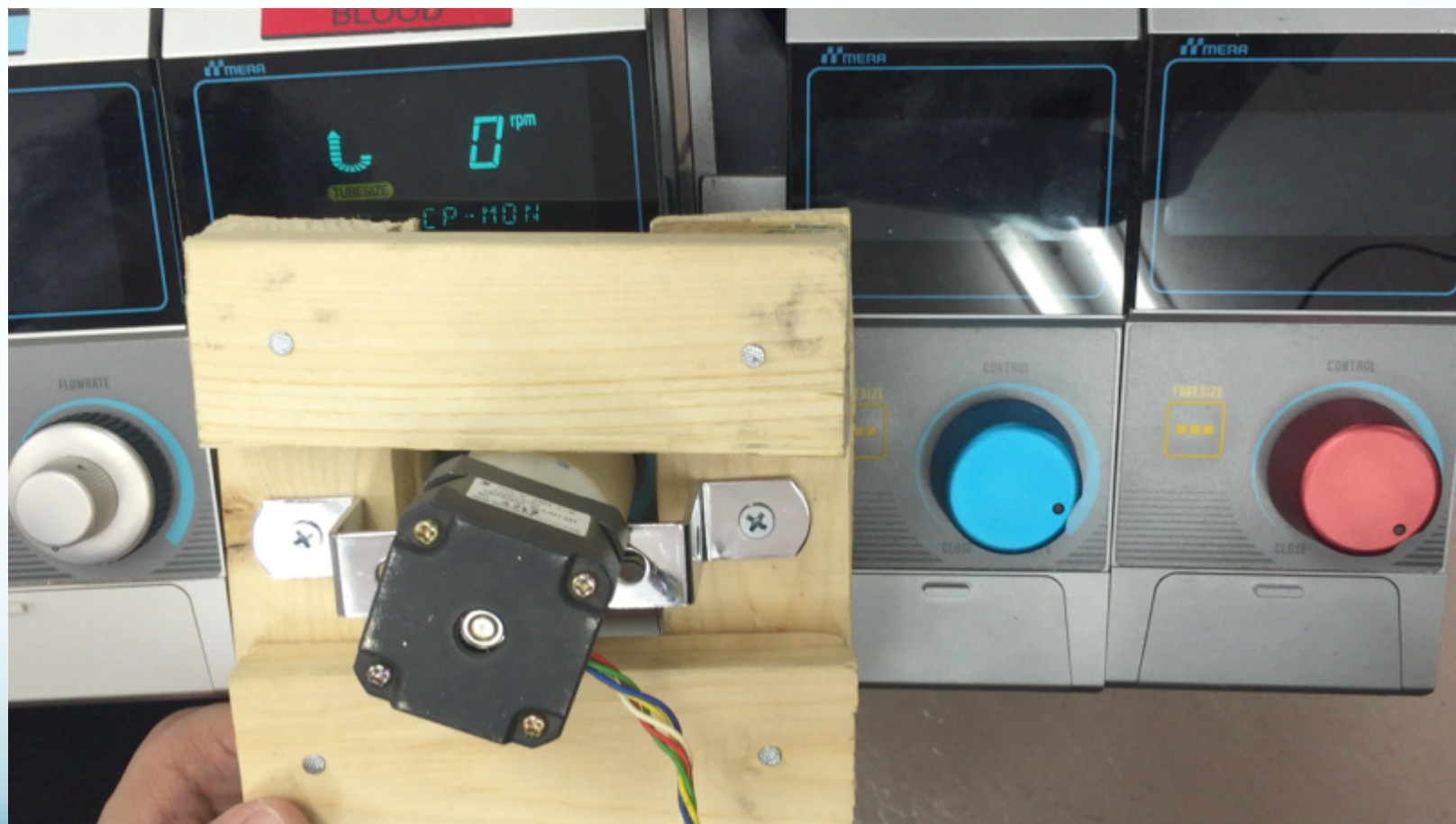
制御プログラム(抜粋)

```
byte command;
float B=3100, T0=298.15, R0=1.0, R1=0.310, rr1, t, k;
int p, v, V, n, i;

void setup() {
  Serial.begin(9600); // 圧と温度を表示
  pinMode(13, OUTPUT); // 緑
  pinMode(12, OUTPUT); // 赤
  pinMode(11, OUTPUT); // 黄
  pinMode(10, OUTPUT); // 青
}

void loop() {
  n=analogRead(1);
  rr1=R1*n/(1024.0-n);
  t=1/(log(rr1/R0)/B+(1/T0));
  Serial.println(n);
  Serial.println(t-273.15);
  v=analogRead(2);
  V=5*v/1023;
  p=103*V-113;
  Serial.println(p);
  delay(500);
}
```

動作例



まとめ

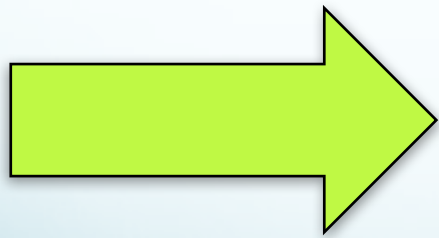
今回は血液温度、灌流圧値から灌流量を自動調整するシステムを作成した。

- 血液温度測定回路の作成
- 灌流圧測定回路の作成
- ステッピングモータ制御回路の作成

上記のシステムを作成し、その動作を確認した。

今後の課題

- 圧力センサにおける分解能の向上。
- 温度センサの反応速度の向上。
- Arduinoでの処理速度の向上。



全体的に**応答速度**を速くし、
より**細かな調整**ができるようにする。

謝辞

- 本研究にあたり、様々な実務的な知識に関するアドバイスをいただいた、
国立循環器病研究センター 西垣先生
奈良県総合医療センター 亀井先生
に感謝いたします。

人工心肺装置における 灌流量自動調整システム の作成

臨床工学技士科

清瀬 佑二, 嵯峨 諒真, 塩崎 智弥,
箕輪 武輝, 森本 直樹