

2016年度物質生命実験 III

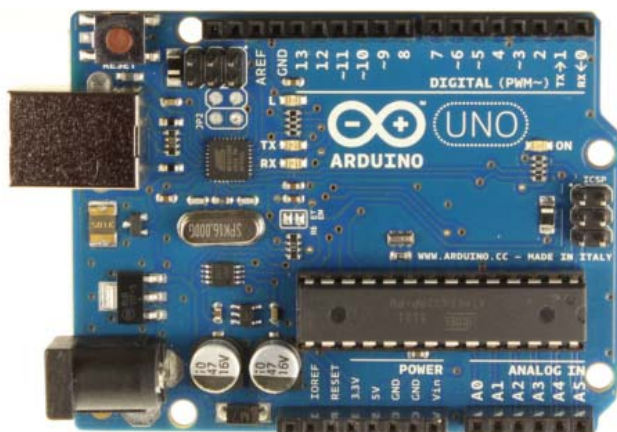
Arduino 回路基板を用いた 自動制御・計測の基礎

成蹊大学 理工学部 物質生命理工学科
中野武雄

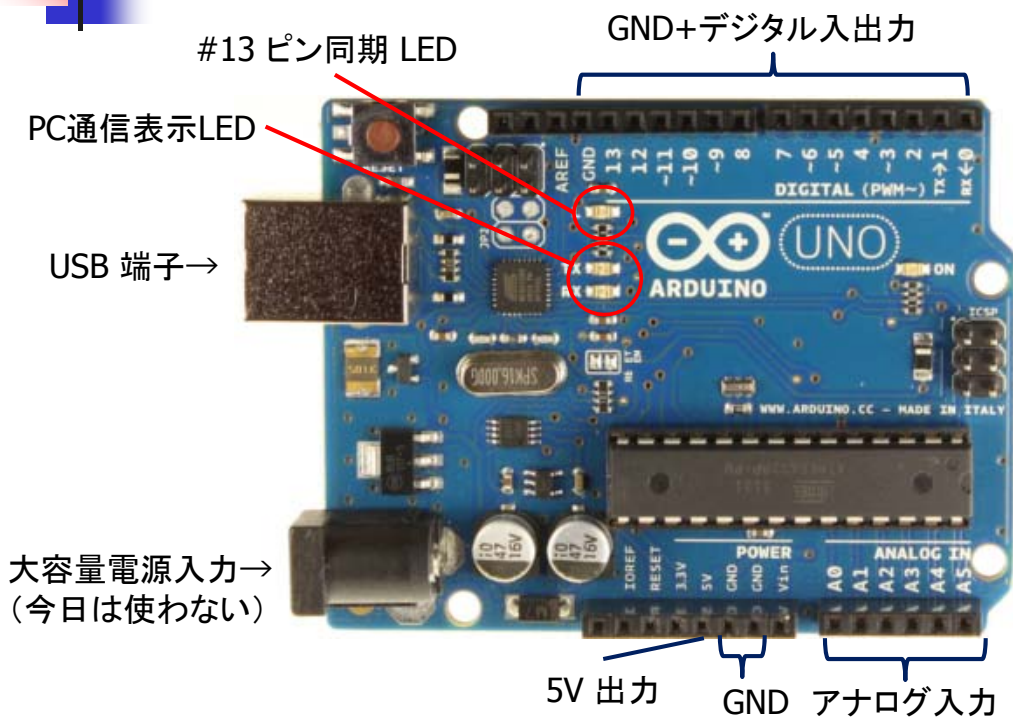
カラー版は <http://surf.ml.seikei.ac.jp> から入手可

Arduino とは

- マイクロコンピュータの開発キット
- ボードの仕様・プログラム開発環境ともに公開されている

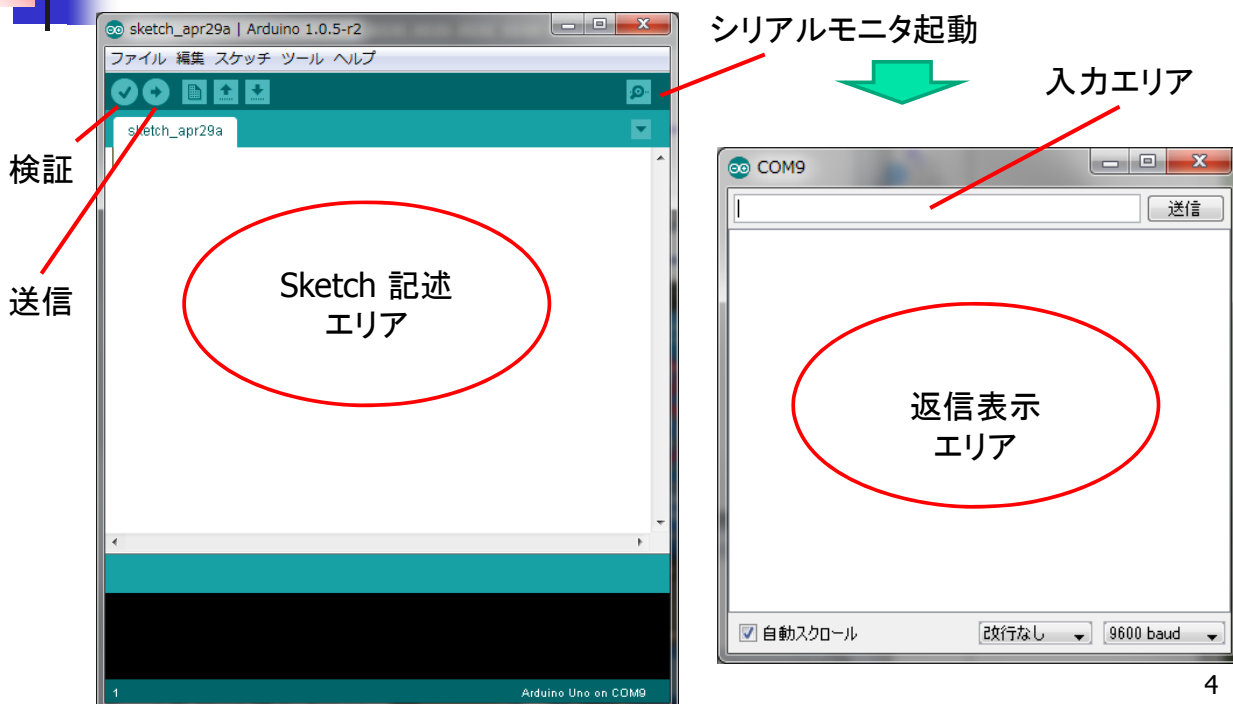


Arduinoのハードウェア



3

開発環境



4



スケッチ (Sketch)

- Arduino の制御プログラムは「スケッチ」と呼ぶ
- void setup() の {} 内に、初期化命令を記述
- void loop() の {} 内に、繰り返す命令を記述

→停止は電源OFF(!)

```
void setup()
{
  [初期化命令]
}

void loop()
{
  [繰り返し命令]
}
```

5



スケッチ記述上の注意

- 大文字・小文字は区別される。Arduinoにとって特別な意味を持つ単語（コマンドなど）は入力されると色が代わるのでわかる。
- コマンドの末尾には必ず ; （セミコロン）を入れる。

6



3.1 オンボードLEDの制御

- デジタル13番ピンを HIGH/LOW に制御、それに応じて基板上的LEDが明滅する。
- 基本作業の確認
 - プログラム執筆
 - プログラムのチェック & 送信
 - 動作の確認
 - ファイル保存

7



3.1のスケッチ

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}

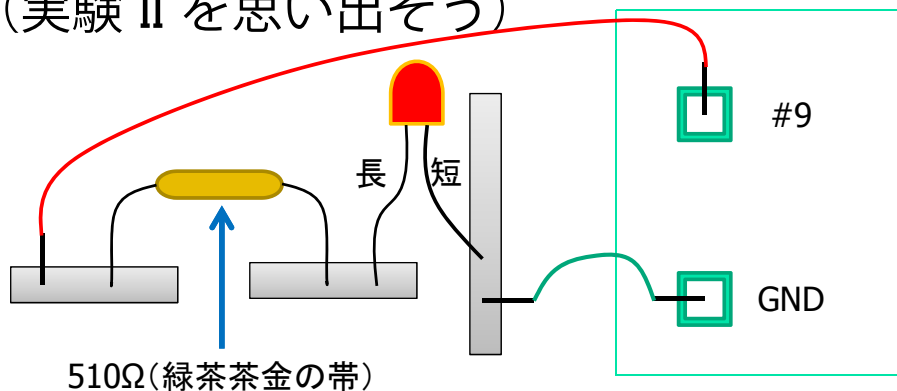
void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(500);
}
```

- 書けたらチェックして送信、動作確認。
- delayの時間（ミリ秒単位）を変更してみよう
- ファイルに保存→ファイル名は「sketch1」

8

3.2 外部LED回路の作製と制御

- デジタル9番ピンから出力電圧を取り出し、電流制限用の抵抗とLEDを直列に繋いで電流をGNDに戻す。
- ブレッドボードの「ブロック」を利用（実験 II を思い出そう）



9

3.2 のスケッチ (1)

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(500);
}
```

- 課題：10番ピンからも信号を出し、2つのLEDを制御する
 - 2つの LED を同時に点滅させる
 - 2つの LED を互い違いに（踏切信号のように）点滅させる
→ sketch2_1 として保存

10

PWM 出力

- 出力信号を連続した直流電圧ではなく、短い周期のパルスで ON/OFF する
→ON 時間の割合が大きいと明るく光る
`analogWrite(ピン番号, 数値);`
 - ピン番号 ~がついたピンのみ使える
 (3, 5, 6, 9, 10, 11)
 - 数値 0~255 で指定
- 課題：9番の LED を 255, 10 番を 128 で光らせてみよ（明滅させなくてよい） →sketch2_2

11

for 文 (1)

- `for (i=0; i<256; i++){ }`
i を 0~255 まで増やしながら {} 内を実行

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int i;    // ←変数宣言

  for(i=0; i<256; i++)
  {
    analogWrite(9, i);
    delay(10);
  }
}
```

12

for 文 (2)

- 変数を減らすループは
for(i=255; i>-1; i--){ }
と書ける
- for ループの中で計算もできる

```
void loop()
{
  int i;

  for(i=0; i<256; i++)
  {
    analogWrite(9, i);
    analogWrite(10, 255-i);
    delay(10);
  }
}
```

13

3.2 課題

- 課題：9番ピンを徐々に明るくし、次に徐々に暗くし、また徐々に明るくし…と繰り返すスケッチを書け→sketch2-3
- (最後にやってください) 2つ以上の LED を使って、明るさ・暗さを適宜調節する効果を考え、それをスケッチとして実現せよ
→sketch2_F

14

3.3 : シリアル回線を用いた PCとの通信

- `Serial.begin(9600)`
回線速度を指定する。`setup()` で実行。
- `Serial.read()`
シリアル回線から文字（を符号化した整数）を読む
文字が入力していなければ `-1` となる
- `Serial.print("文字列")`
シリアル回線に文字列を送る
- if 文
`if(A==B){ }` → A と B が等しければ `{ }` 内を実行。

15

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  int inputchar;

  inputchar = Serial.read();
  if (inputchar == 'o') {
    Serial.print("LED ON\n");
    digitalWrite(9, HIGH);
  }
  if (inputchar == 'p'){
    Serial.print("LED OFF\n");
    digitalWrite(9, LOW);
  }
}
```

o (+Enter) で点灯 / p (+Enter) で消灯 する動作を確認せよ

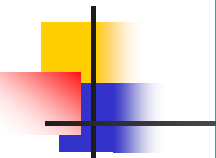
16



フラグ変数による動作制御

- グローバル変数の導入
setup(){ }, loop(){ } の外部で変数定義
- setup() 内部で初期値代入
- loop() 内のアクションで変数を変化
→変数の状態を if 文で判断して
動作を変える

17



```
int flag;

void setup()
{
  [初期設定...ここはみなさんが考えてください]
  flag = 0;
}

void loop()
{
  int inputchar;

  inputchar = Serial.read();
  if(inputchar == 'e') {
    flag = 1;
    [停止操作...ここはみなさんが考えてください]
  }

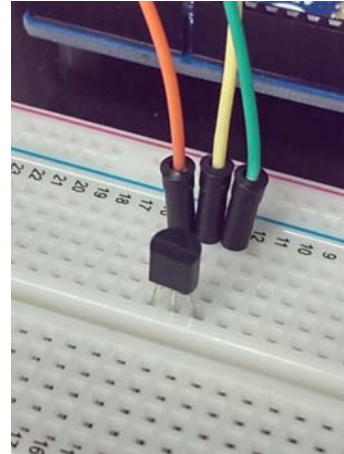
  if(flag == 0){
    [継続動作...ここはみなさんが考えてください]
  }
}
```

- 起動後は LED を明滅し、'e' が入力されたらLED を消すスケッチを作成せよ→sketch3

18

3.4 : LM35 による温度測定

- analogRead(ピン番号)
アナログピンへの入力電圧を、5 V をフルスケールとして 0~1023 の整数値で返す。つまりこの関数の値に $5/1023 = 0.00489$ をかければ電圧値となる。
- 温度測定 IC LM35
フラットな面を正面に見て、**左から** +5V, 信号出力, GND のピン。信号出力は
摂氏温度 $\times 0.01$ (V)
となる。



19

スケッチ例

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  int temp_in; // 入力信号
  float temp; // 実数値

  temp_in = analogRead(0);
  temp = temp_in * 0.48;
  Serial.print(temp);
  Serial.print("\n"); //改行文字
  delay(1000);
}
```

20

シリアルウィンドウの データコピー

- 出力領域をカーソルでクリック、
キーボードから
 - Ctrl-A (すべてを選択)
 - Ctrl-C (クリップボードへコピー)とする。あとは Excel のワークシート
などに移って「貼り付け」すれば ok
- 3.3 のような停止機能をつけた
スケッチを作成せよ→sketch4

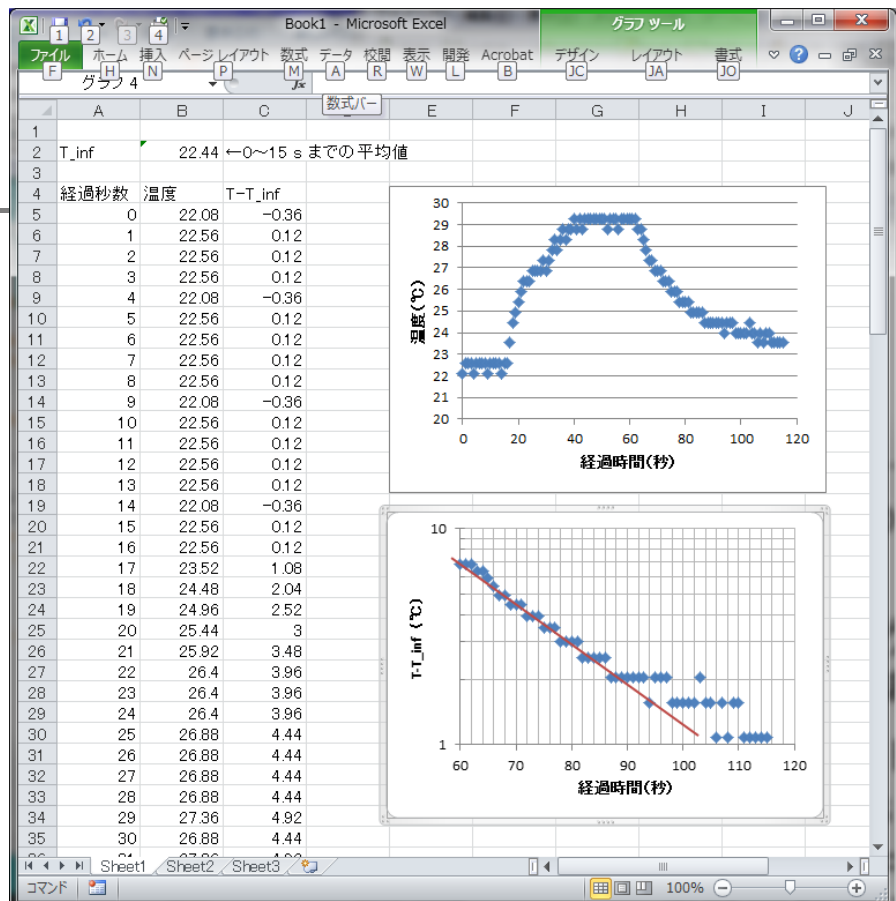
21

作業例

触るまでの時間の
平均温度を T_{inf}
として求める

温度下降領域の
 $T - T_{inf}$ vs 時間
の片対数グラフを
作成する

グラフに直線を引
き傾きを求める。



22



Arduinoスケッチの Word 文書へのコピー

- Arduino ウィンドウの[編集] メニュー
 - 全て選択
 - コピー

- Word に移動して「貼り付け」
可能ならばテキストボックスを使って
見栄えよく編集してみよう。

23



レポート

1. ArduinoについてA4 1枚程度にまとめよ。
2. 課題の各スケッチを word に貼り、コメント・考察を加えよ。
3. 温度変化の Excel グラフを作成し、
 $\log(T - T_\infty)$ vs 時間 t の片対数グラフから温度変化
 $T = (T_0 - T_\infty) \exp(-t/\tau) + T_\infty$
の時定数 τ を評価せよ。
4. 3 の測定をいろいろな条件（指を離したあと風を送るなど）で行い、結果について比較考察してみよ。
5. [発展] 講義で学んだ機能を用いた新しいスケッチを
考案・実装してみよ。

24