

2013年6月10日:草稿  
2013年7月19日:初稿

# マイコンをはじめよう

## センサを使おう

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部  
技術専門職員 辻 明典

連絡先：

770-8506 徳島市南常三島町2-1

TEL/FAX： 088-656-7485

E-mail: : a-tsuji@is.tokushima-u.ac.jp

# センサを使おう

## 第3回

2013/8/3(Sat) 10:00—11:30

# 本日の予定

- 1 センサ
- 2 アナログとデジタル
- 3 Arduinoのアナログ入力
- 4 光センサ

課題

# 1 センサ

視覚（みる）  
イメージセンサ  
光センサ

臭覚（におう）  
においセンサ

聴覚（きく）  
マイクロフォン

触覚（さわる）  
圧力センサ  
力覚センサ

味覚（あじわう）  
味覚センサ



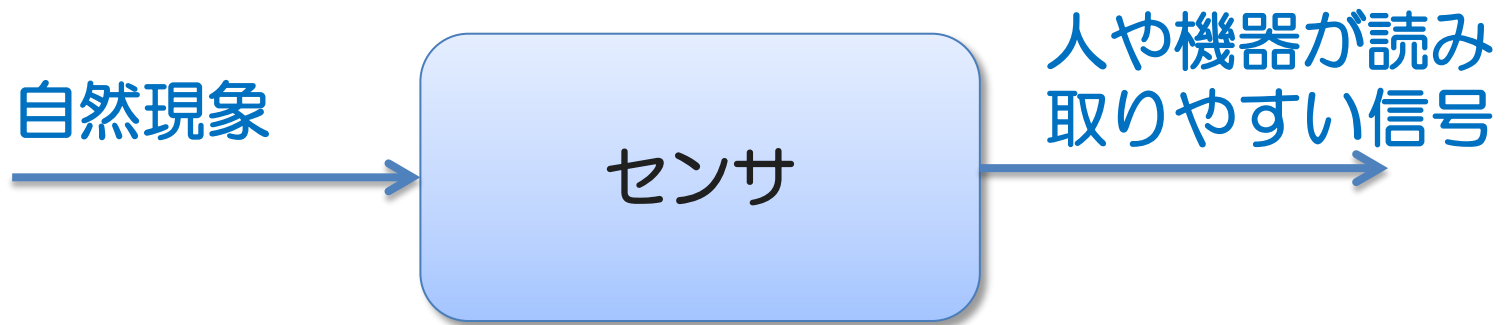
温度  
サーミスタ, 温度センサ  
三半規管  
加速度センサ

# 1.1 センサの種類

加速度	加速度（速度変化）	光	光の量
キャパシタ	静電容量	ポテンシオメータ	回転，位置の変化
カラー	光の波長	圧力	空気や気体の圧力
曲げ	位置の変化量	パルス	心拍など
力覚	物理的な圧力	距離	物体までの距離
ガス	アルコール，メタン， CO，CO2	ロータリーエン コーダ	回転
ジャイロ	回転	煙	空気中の粒子量
ホール	磁場	接触スイッチ	物理的な圧力の有 無
マイクロフォン	音（サウンド）	温度・湿度	温度・湿度
モーション	距離変化	傾斜	傾き

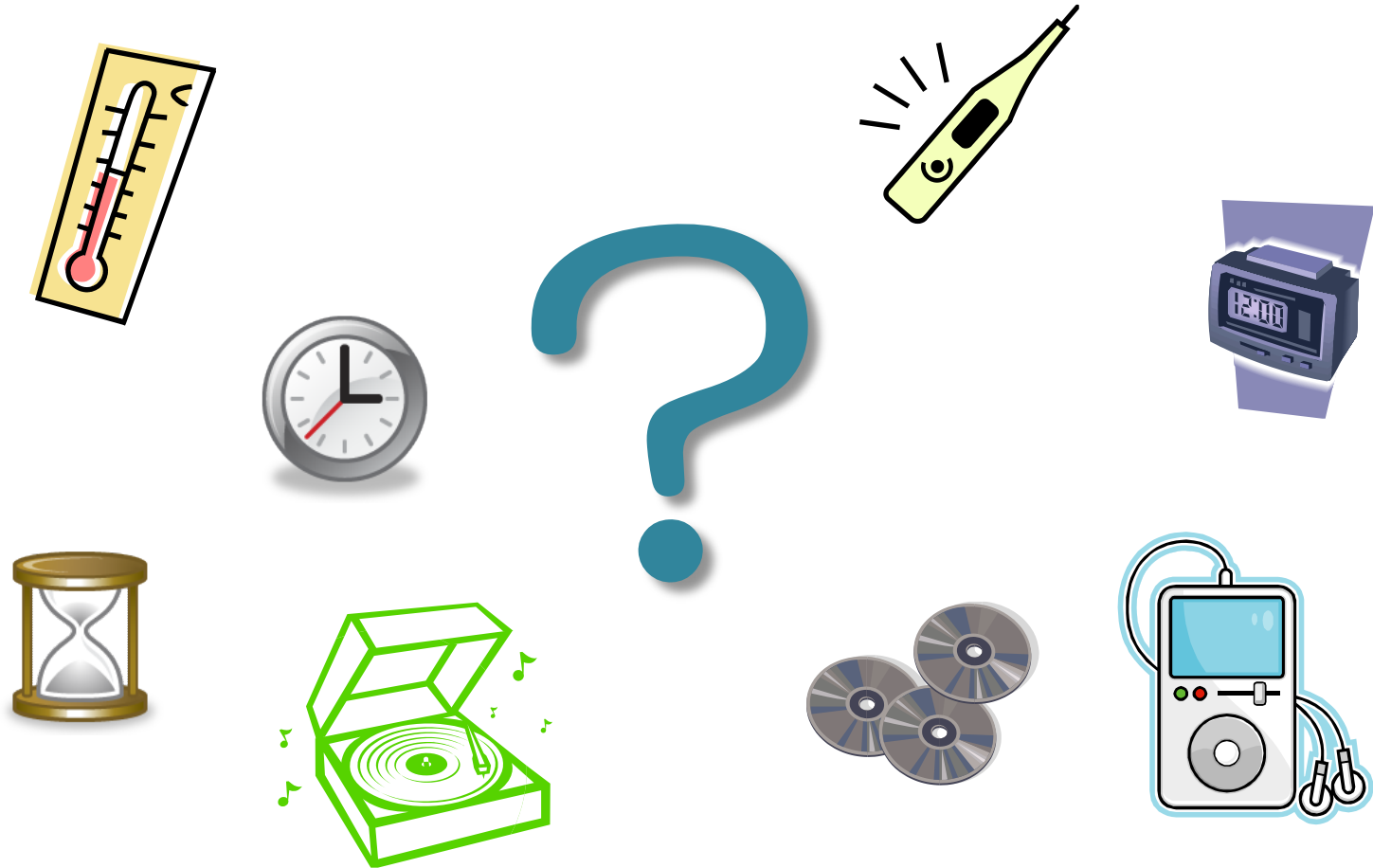
## 1.2 センサの役割

- センサ
  - 温度, 湿度, 圧力, 光, 音など, 自然現象を読み取りやすい信号に変換
- センシング
  - センサを用いて計測



物理や化学の法則に従う

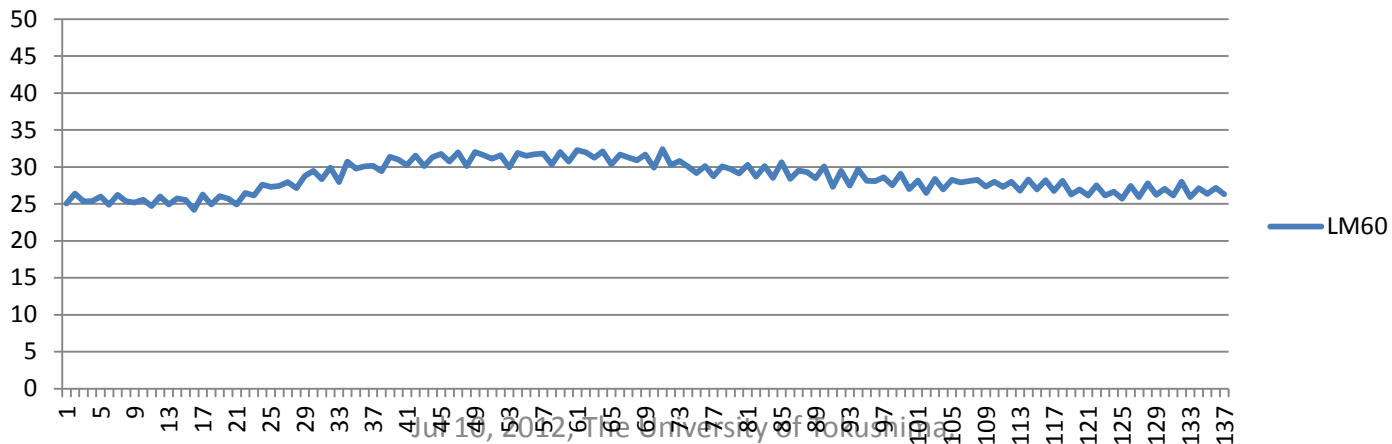
## 2 アナログとデジタル



## 2.1 マイコンのインタフェース

- 自然現象＝アナログ（連続量）
  - －温度，湿度，圧力，光，音など
- マイコン＝デジタル
  - －数値で表現
- マイコンとセンサの接続
  - －外界の情報を取り込む
  - －A/D変換器を使用

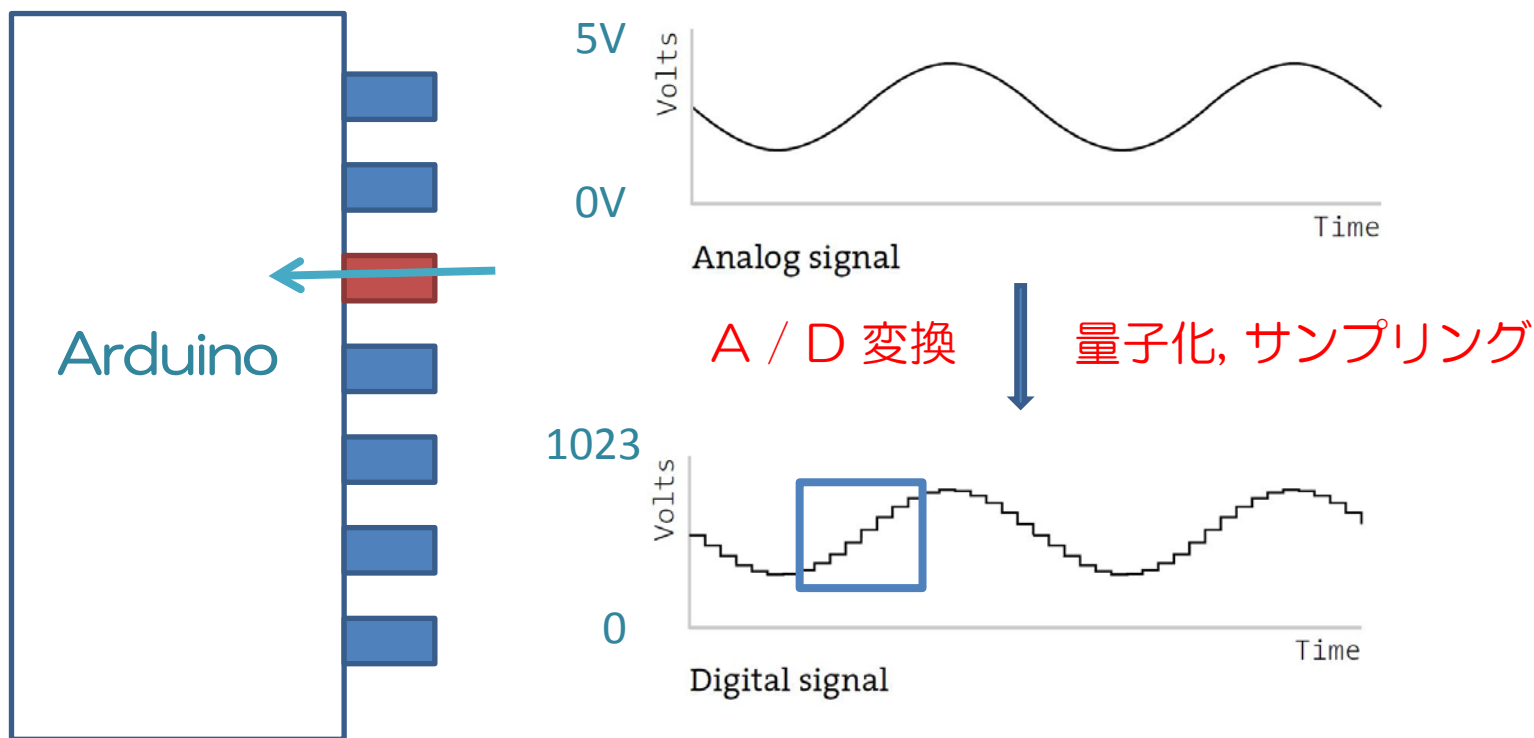
Temperature (N = 16)





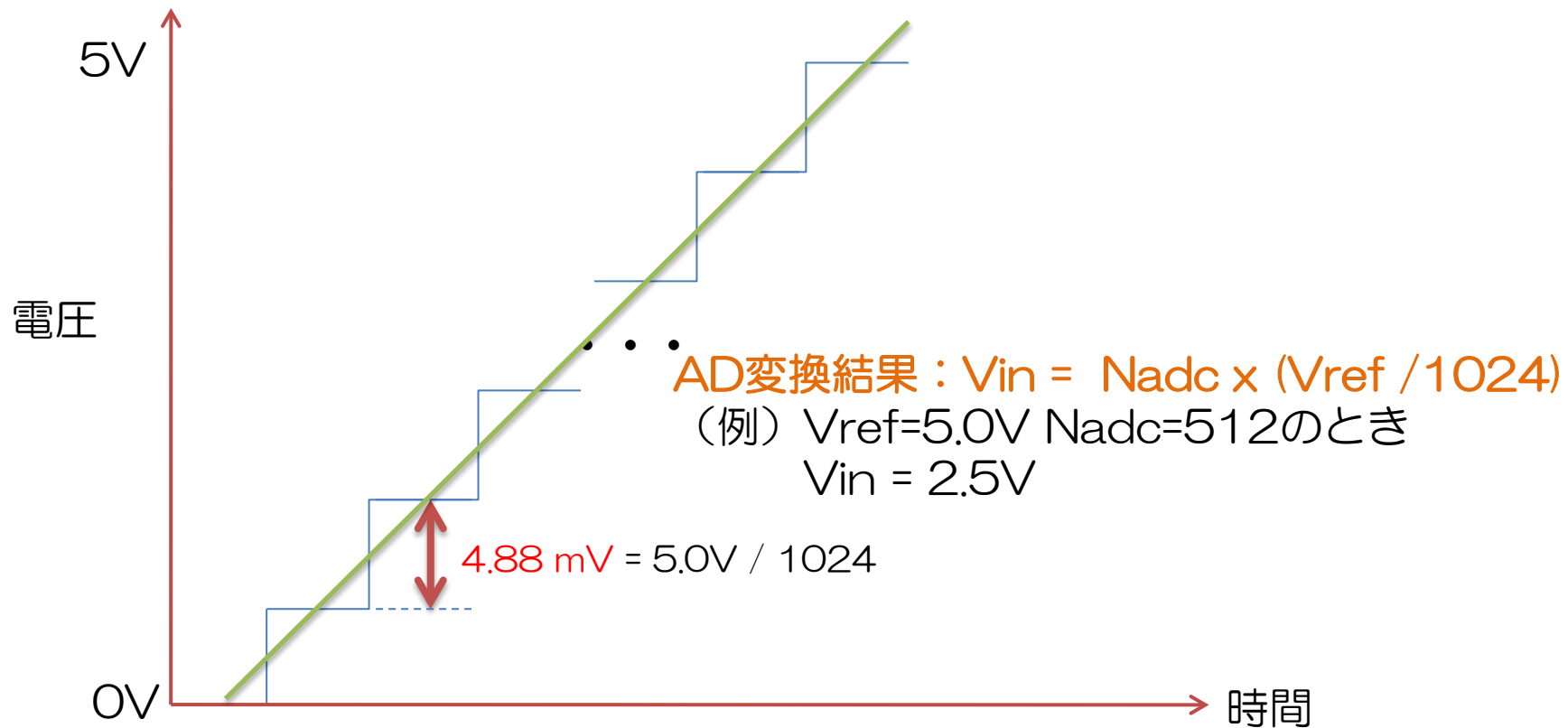
## 2.2 A/D変換器

- アナログ信号をデジタル信号に変換  
ー 時間と電圧（または電流）



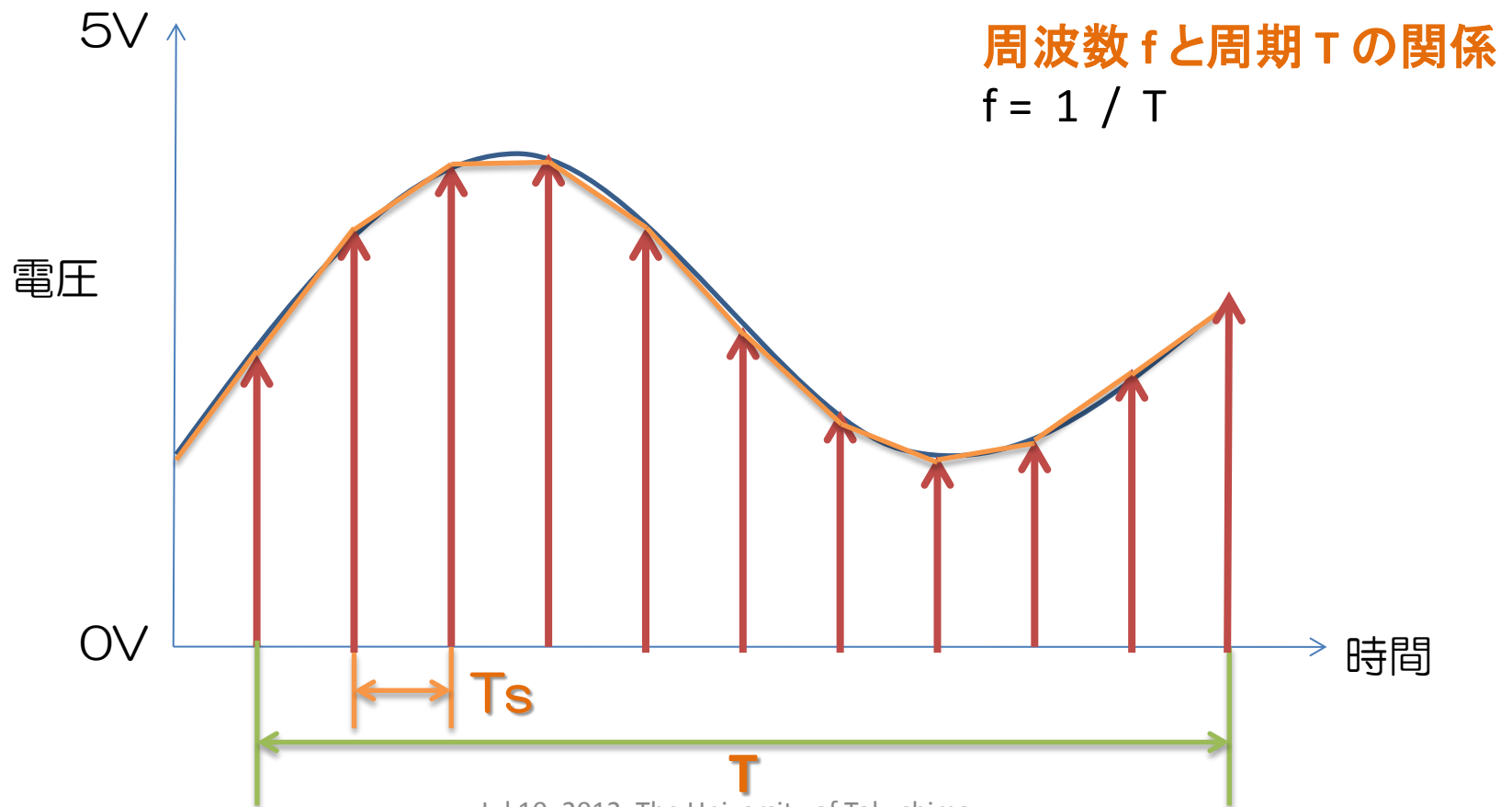
## 2.1 量子化

アナログ信号  $V_{in} = 0\text{ V} \sim 5\text{ V}$ ,  
デジタル値  $N_{adc} = 0 \sim 1023$  ( $2^{10} - 1$ )



## 2.2 サンプリング (1 / 3)

A / D 変換器：サンプリング周波数( $T_s$ )に従ってアナログ信号を標本化



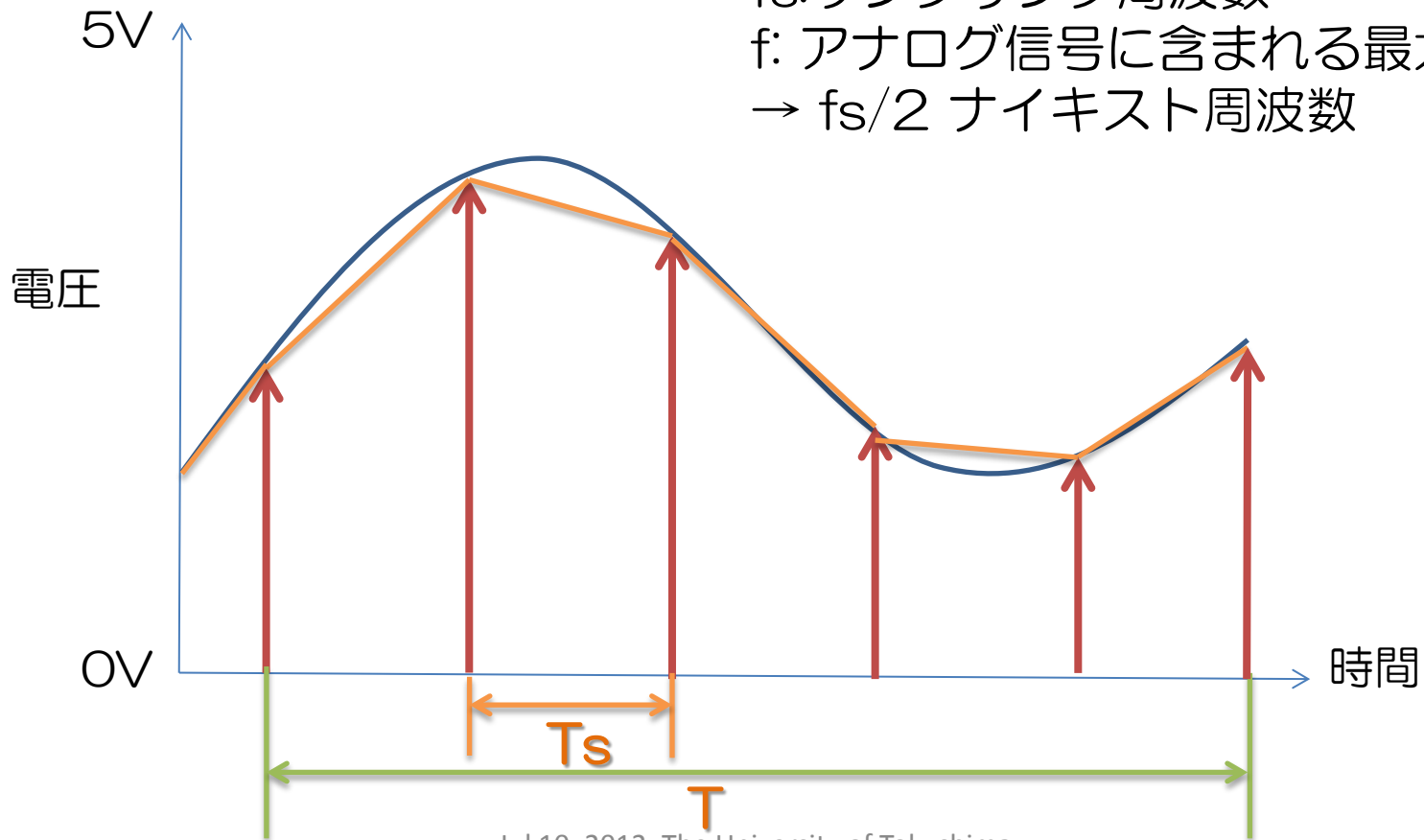
## 2.2 サンプリング (2/3)

サンプリング定理 :  $f_s \geq 2f$

$f_s$ : サンプリング周波数

$f$ : アナログ信号に含まれる最大周波数

→  $f_s/2$  ナイキスト周波数



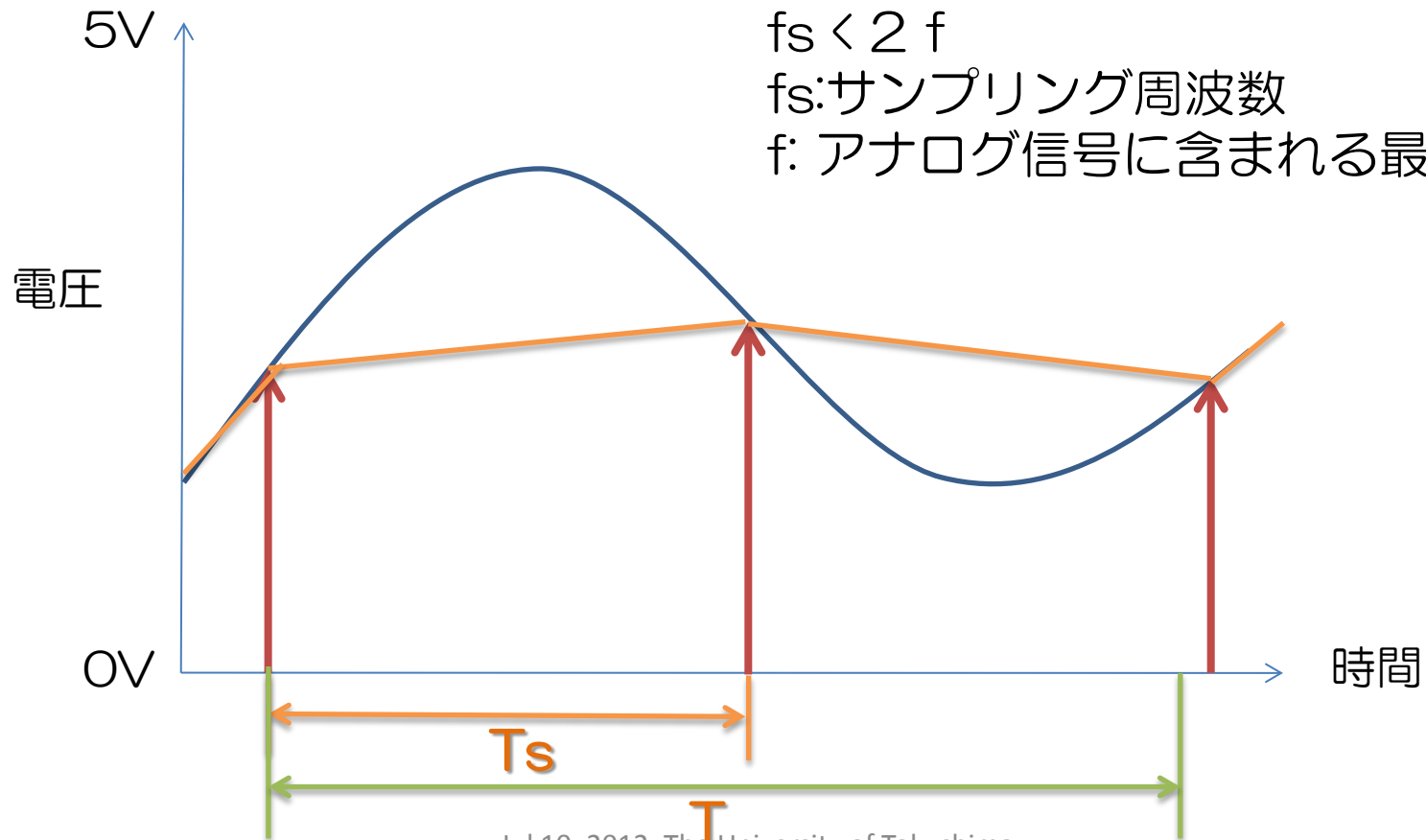
## 2.2 サンプリング (3 / 3)

サンプリング周波数が低い場合  
— 元の信号を再現できない

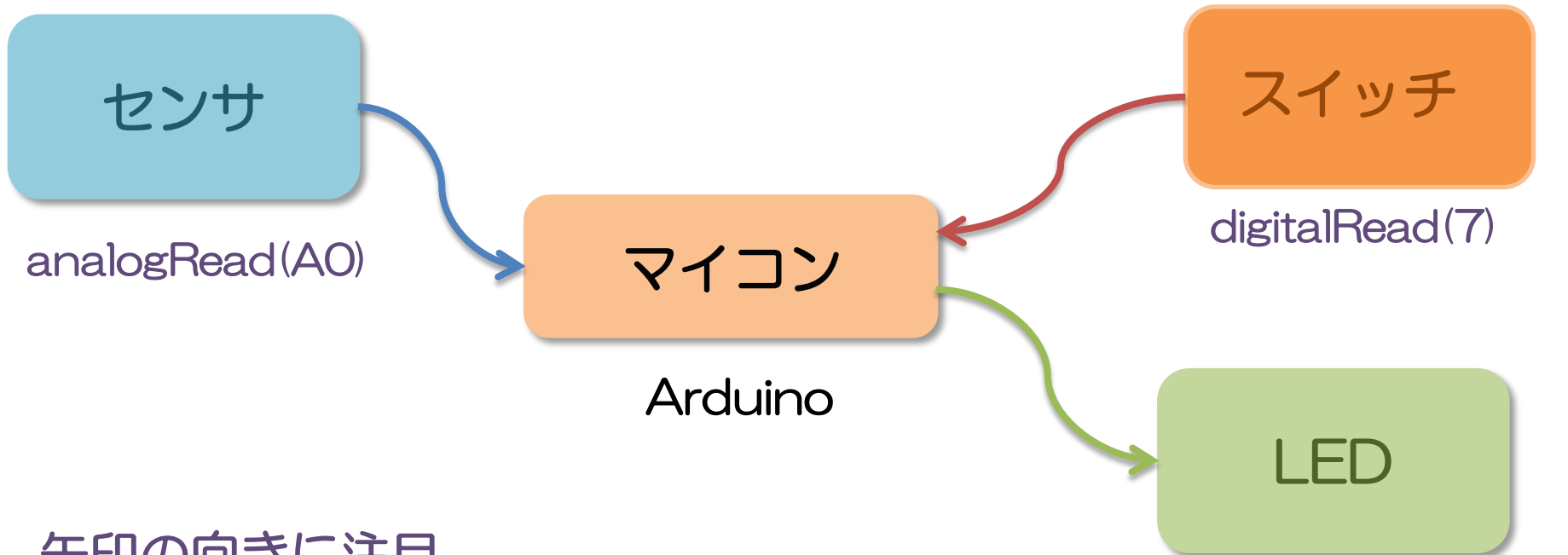
$$f_s < 2f$$

$f_s$ : サンプリング周波数

$f$ : アナログ信号に含まれる最大周波数



### 3 Arduinoのアナログ入力



矢印の向きに注目

- マイコンへの入力 : Read
- マイコンから出力 : Write

## 3.1 開発の基本

- ① ブレッドボードに回路をくむ
- ② 電源を入れる
  - USBケーブルでPCとArduinoボードをつなぐ
- ③ Arduino を起動
- ④ スケッチを書く:
  - ファイル→スケッチの例→01.Analog →AnalogInput
- ⑤ 検証ボタンを押す
- ⑥ 書き込みボタンを押し, スケッチを書き込む



①ブレッドボードの回路をくむとき  
電源を切って作業すること

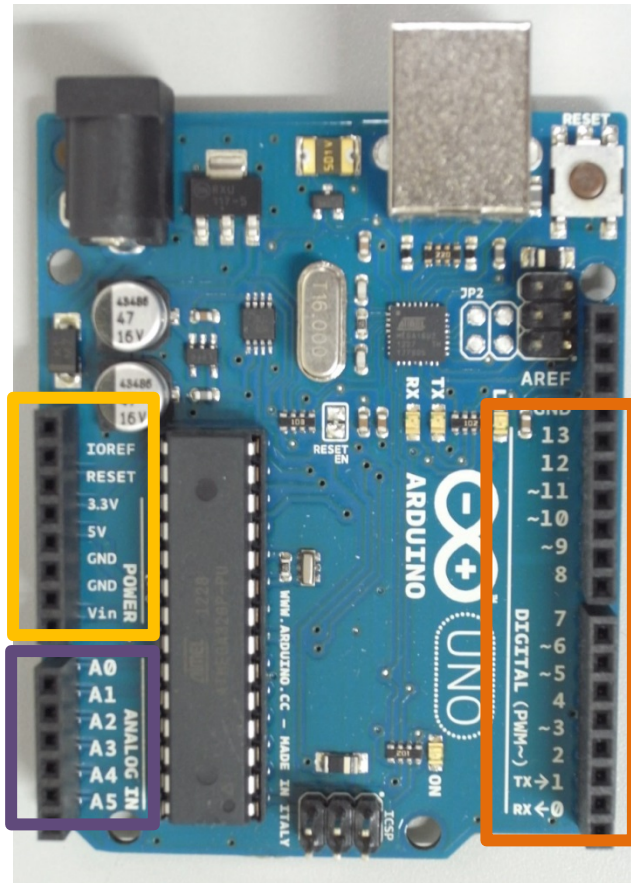
## 3.2 Arduinoのピン配置

AnalogRead(A0)

DigitalWrite(13, LOW)

電源  
アナログ

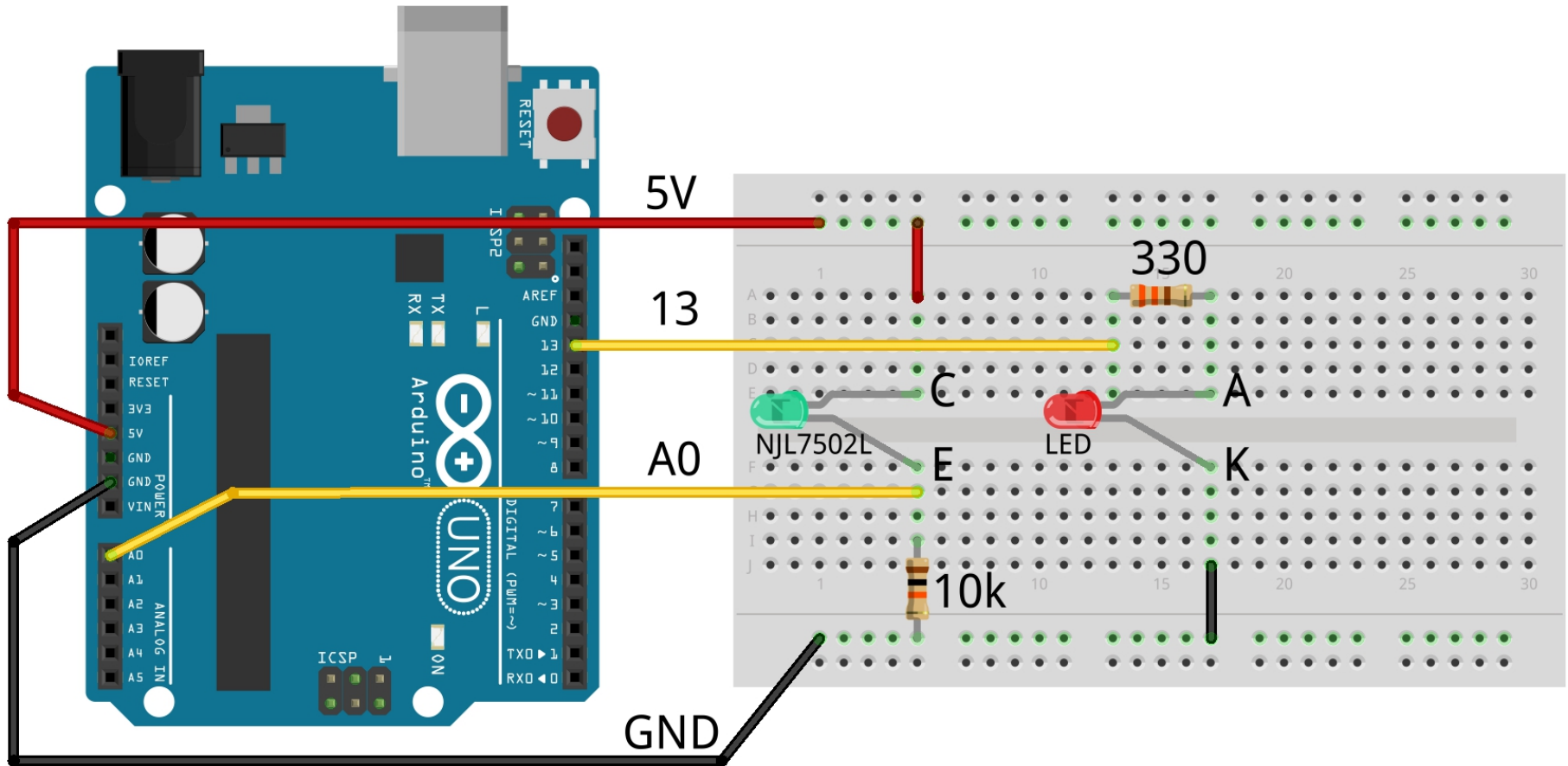
3.3V  
5V  
GND  
GND  
A0  
A1  
A2  
A3  
A4  
A5



デジタル 0~13



# E3.1 光センサをつかおう



足の長い方: Collector

Made with Fritzing.org

## スケッチ E3.1 (AnalogInput)

```
int sensorPin = A0; // 光センサの接続されているピン
int ledPin = 13;    // LEDの接続されているピン
int sensorValue = 0; // 光センサの値を格納する変数

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // LEDピンを出力に設定
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // センサの値を読み込む

  digitalWrite(ledPin, HIGH); // LEDを点灯
  delay(sensorValue);         // 待ち時間 (センサの値)
  digitalWrite(ledPin, LOW); // LEDを消灯
  delay(sensorValue);         // 待ち時間 (センサの値)
}
```

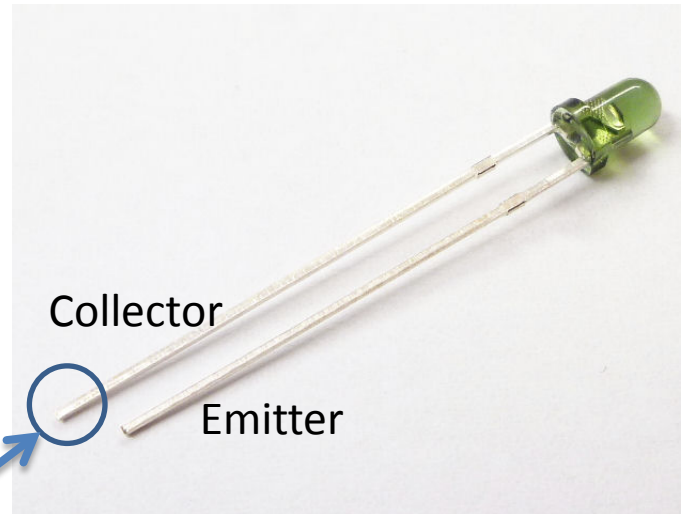
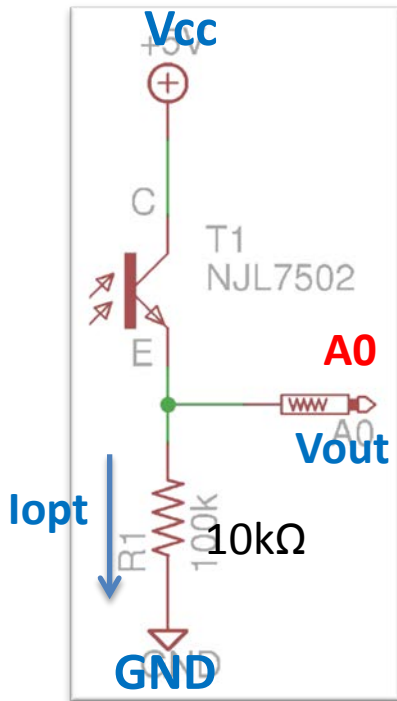
# 4 光センサ

フォトトランジスタ・・・光の強さに応じて電流が流れる

JRC NJL7502L

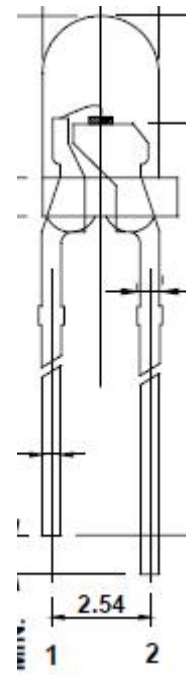
Peak Sensitivity 560 nm

Optical Current 33  $\mu$ A (at 100lux)



長い方

出力電圧  $V_{out} = R \times I_{opt} = 10k \times I_{opt}$   
光電流  $I_{opt} = 100 \times V_{out} [\mu A]$

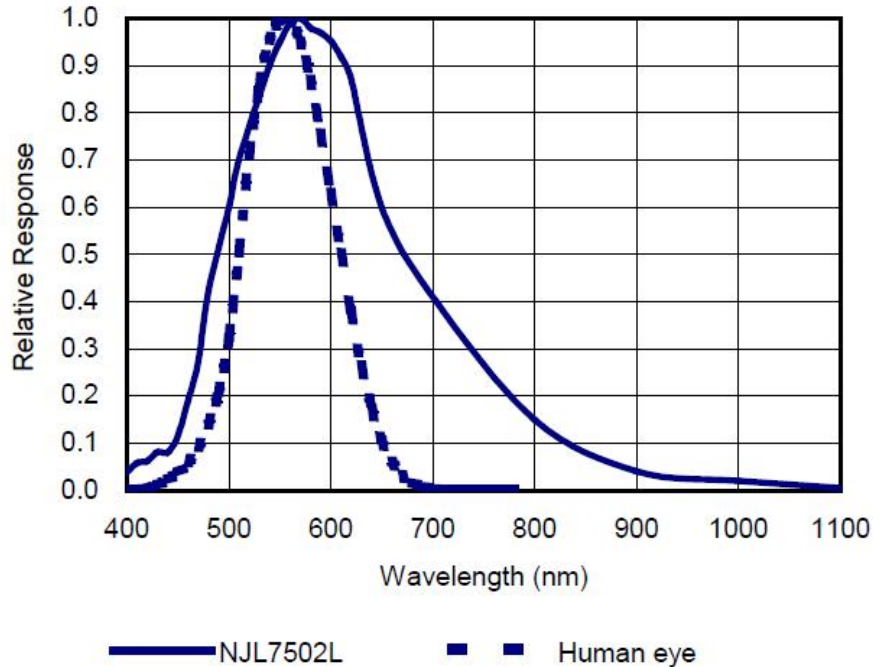


Package

# 4.1 照度の計測

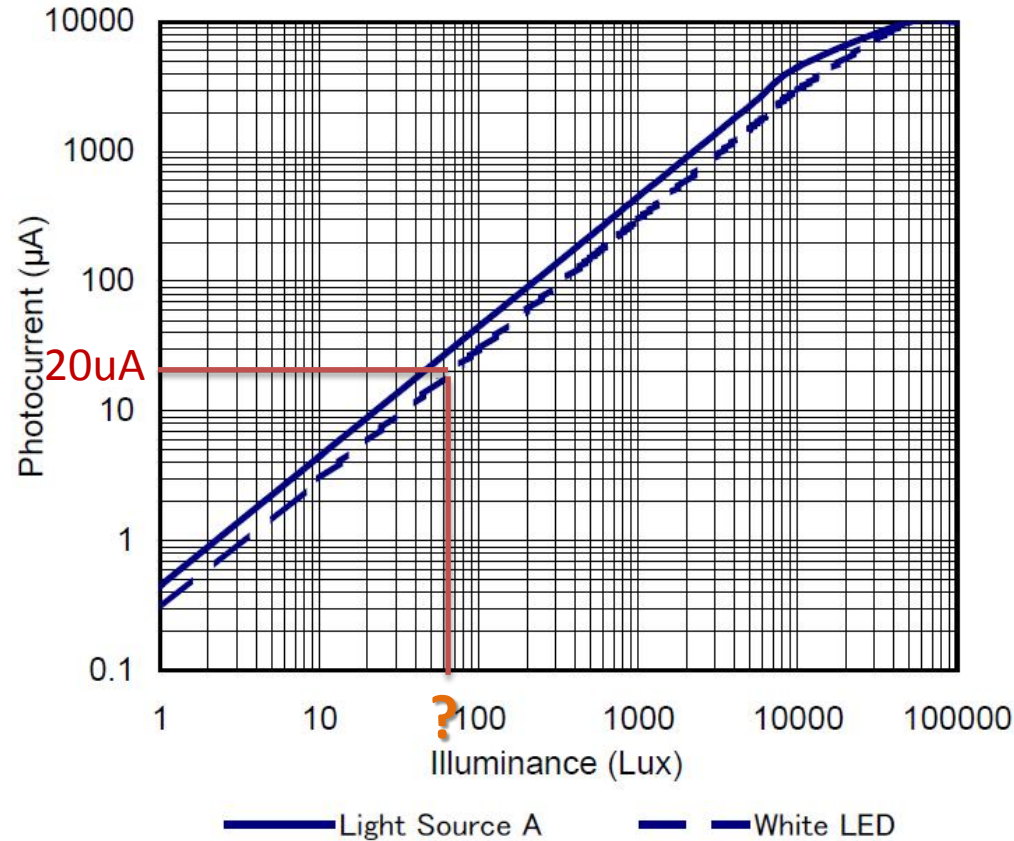
## スペクトル応答

Spectral Response  
(Ta=25°C)



## 光電流と照度の関係

Photocurrent vs. Illuminance  
(Ta=25°C)



## 4.2 照度の計算

### 照度と光電流の関係

$$\text{Lux} = 2.22 \times I_{\text{opt}}$$

$$= 2.22 \times V_{\text{out}} / R$$

$$= 2.22 \times N_{\text{adc}} \times (V_{\text{ref}} / 1024) / R$$

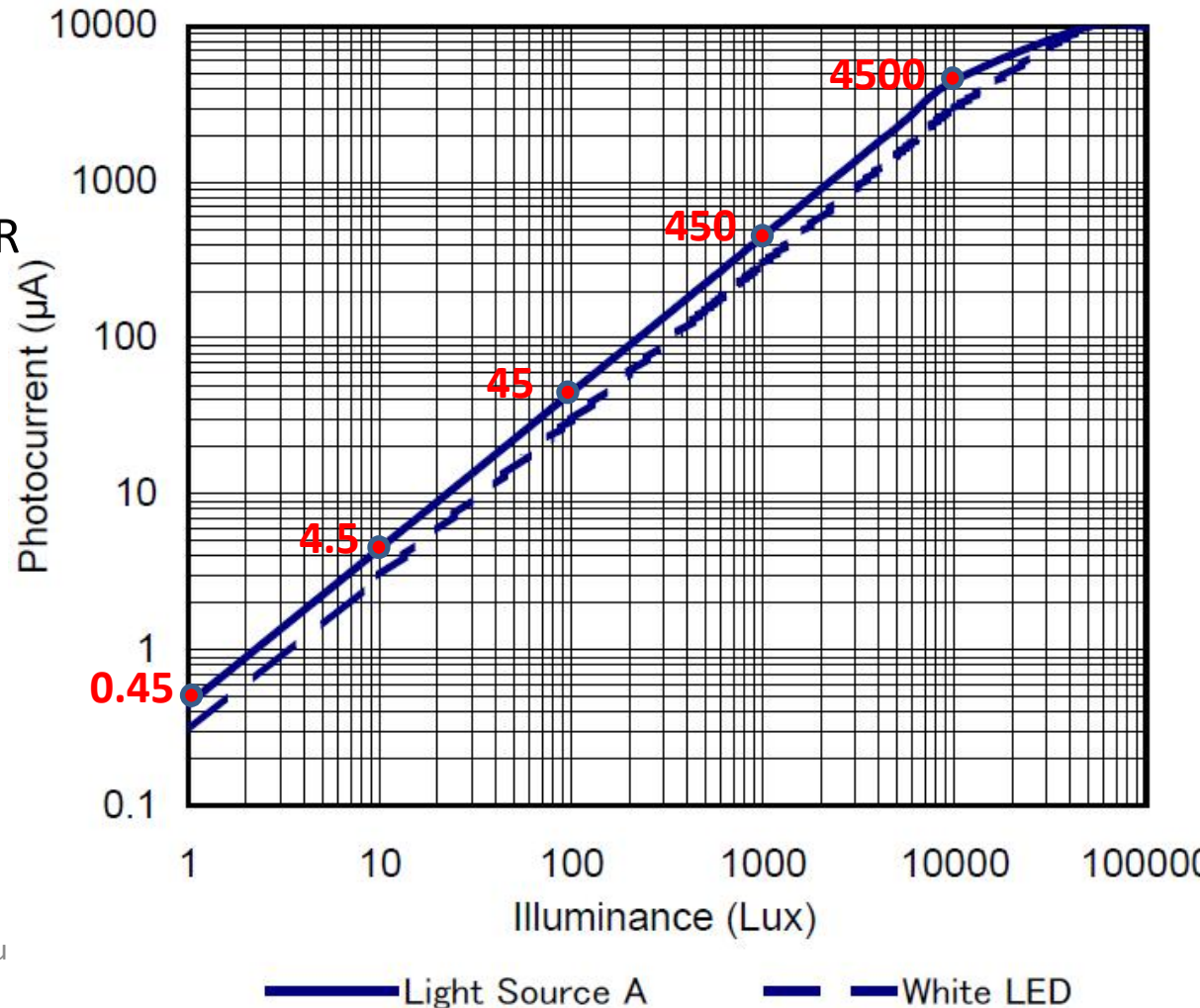
$V_{\text{ref}}$ : リファレンス電圧

$R$ : フォトトランジスタの抵抗

$$\begin{cases} I_{\text{opt}} = V_{\text{out}} / R \\ V_{\text{out}} = N_{\text{adc}} \times (V_{\text{ref}} / 1024) \end{cases}$$

$V_{\text{ref}}$ ,  $R$  が既知のとき, AD変換結果 $N_{\text{adc}}$ がわかれば, 照度が求まる

Photocurrent vs. Illuminance  
( $T_a=25^\circ\text{C}$ )



## 4.3 照度の目安（JIS照度基準より）

JIS Z 9110 照度基準【 事務所 】

照度 (Lx)	場 所		作業 その他
	2,000		
1,500			
1,000	事務室 (a) (1) ・ 営業室 ・ 設計室 ・ 製図室 ・ 玄関ホール ( 昼間 ) (2)		○設計 ○製図 ○タイプ ○計算 ○キーバンチ
750		事務室 (b) ・ 役員室 ・ 会議室 ・ 印刷室 ・ 電話交換室 電子計算機室 ・ 制御室 ・ 診察室	
500	集会室 ・ 応接室 ・ 待合室 食堂 ・ 調理室 ・ 娯楽室	○電気 ・ 機械室などの配電盤及び計器盤 ○受付	
300	修養室 ・ 守衛室 玄関ホール ( 夜間 ) エレベーターホール	書庫 ・ 金庫室 ・ 電気室 講堂 ・ 機械室	
200		エレベーター ・ 作業室	
150		洗場 ・ 湯沸場 ・ 浴室 廊下 ・ 階段 ・ 洗面所 便所	
100	喫茶室 ・ 休養室 ・ 宿直室 ・ 更衣室 倉庫 ・ 玄関 ( 車寄せ )		
75	屋内非常階段		
50			
30			

注 (1) 事務室は細かい視作業を伴う場合及び屋光りの影響により窓外が明るく、室内が暗く感ずる場合は、(a) を選ぶことが望ましい。

(2) 玄関ホールでは、昼間の屋外自然光による数万 lx の照明に目が順応していると、ホール内部が暗く見えるので、照度を高くすることが望ましい。なお、玄関ホール ( 夜間 ) と ( 昼間 ) は段階点滅で調節してもよい。

## スケッチ E3.2 (PhotoTrans1)

```
int sensorPin = A0; // センサの接続されているアナログピン

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

void loop() {
  int sensorValue, lux;
  float vin;
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // センサ値の読み込み
  vin = sensorValue * 5.0 / 1024; // 電圧Vinに変換
  lux = vin * 222; // 照度luxに変換
  Serial.println(lux);
  delay(50);
}
```

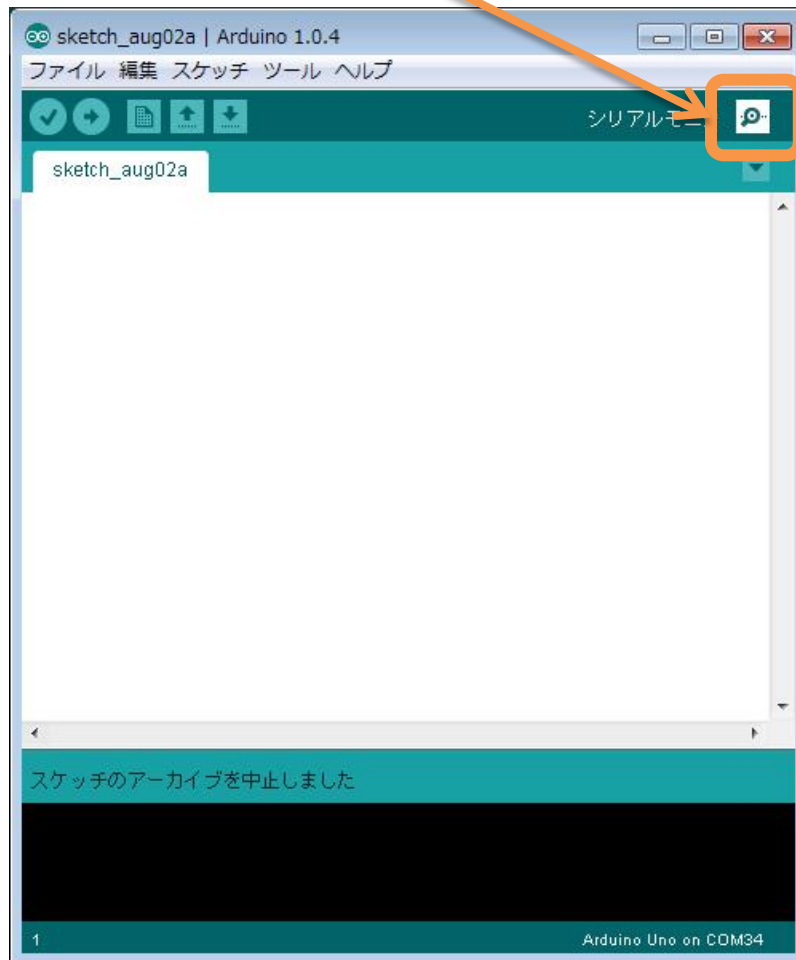
$$\text{Lux} = 2.22 \times \text{l opt}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{ref}} &= 5.0\text{V}, R = 10\text{k} \text{ のとき} \\ \text{l opt} &= V_{\text{in}} / R = 100 \times V_{\text{in}} [\mu\text{A}] \\ V_{\text{in}} &= \text{Nadc} \times V_{\text{ref}} / 1024 [\text{mV}] \\ \text{Lux} &= 222 \times V_{\text{in}} \end{aligned}$$



# シリアルモニタ

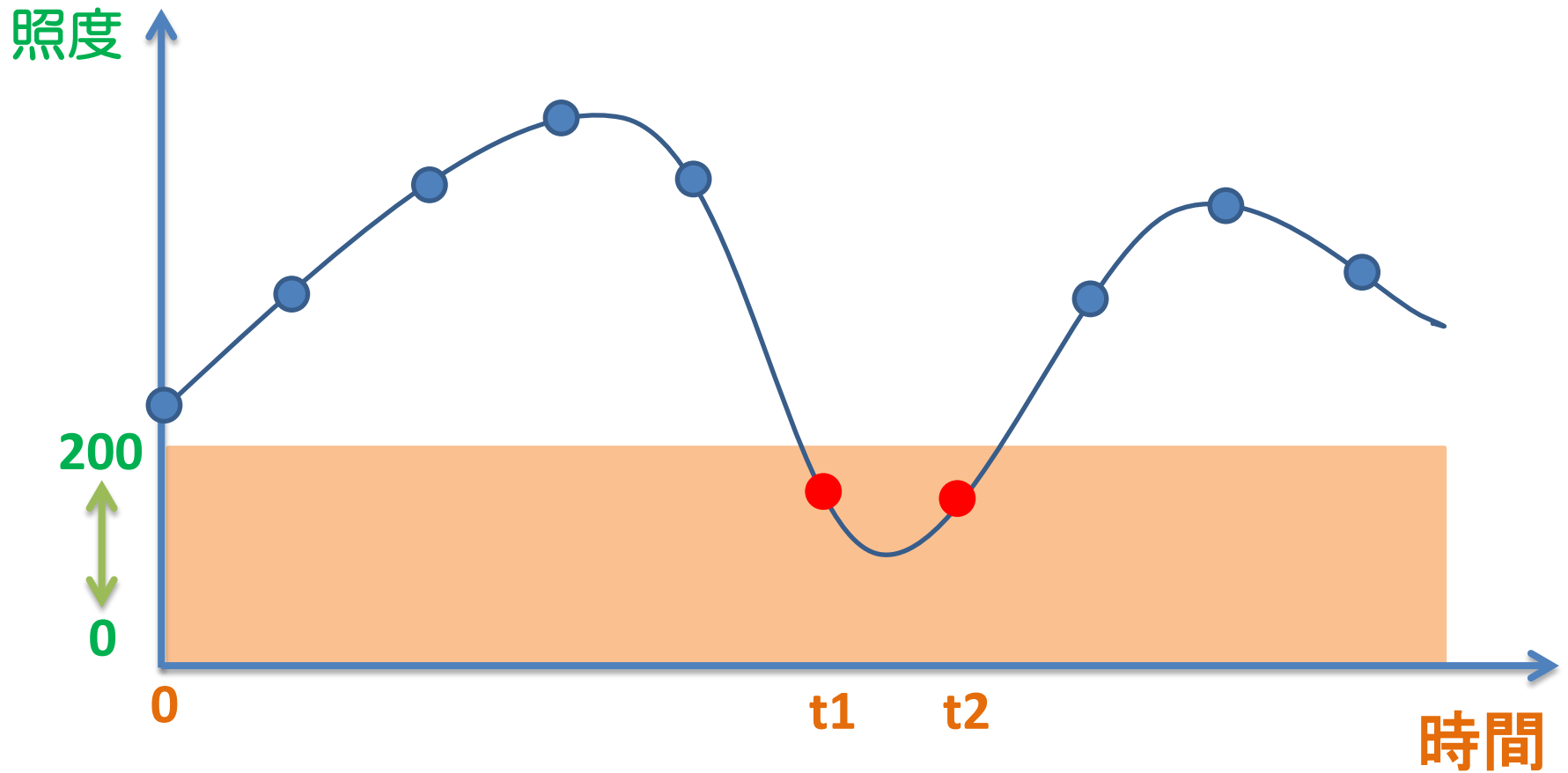
パソコンとArduino間の通信状況を確認



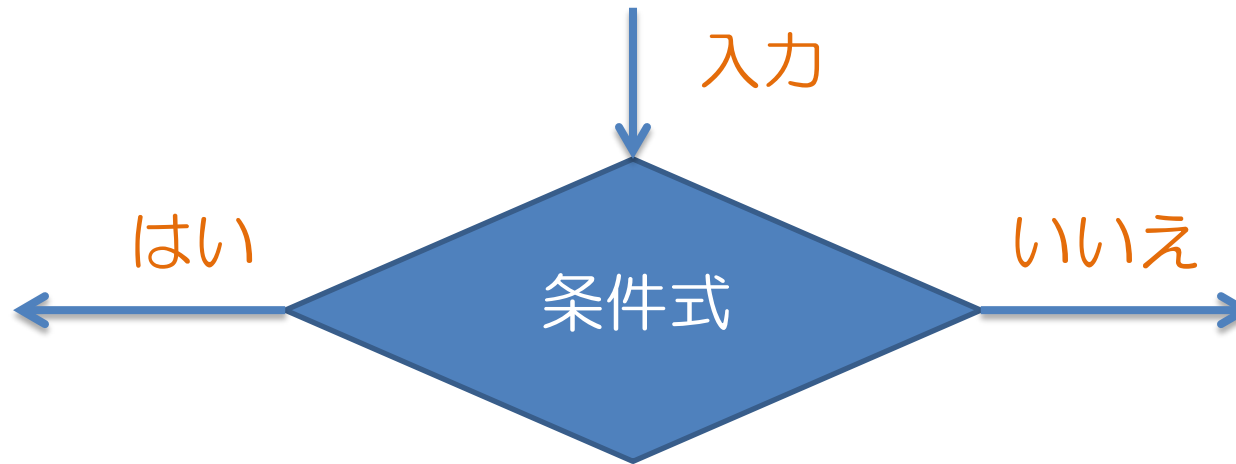
通信画面



## 4.4 暗くなったらLEDをつける



# もし (if文)



• 部屋が暗くなったら、ライトをつける

～たら、～する

```
if (lux < 200)
    digitalWrite(13, HIGH);
else
    digitalWrite(13, LOW);
```

```
if (条件式)
    はい (条件式を満たす)
else
    いいえ (条件式を満たさない)
```

## スケッチ E3.3 (PhotoTrans2)

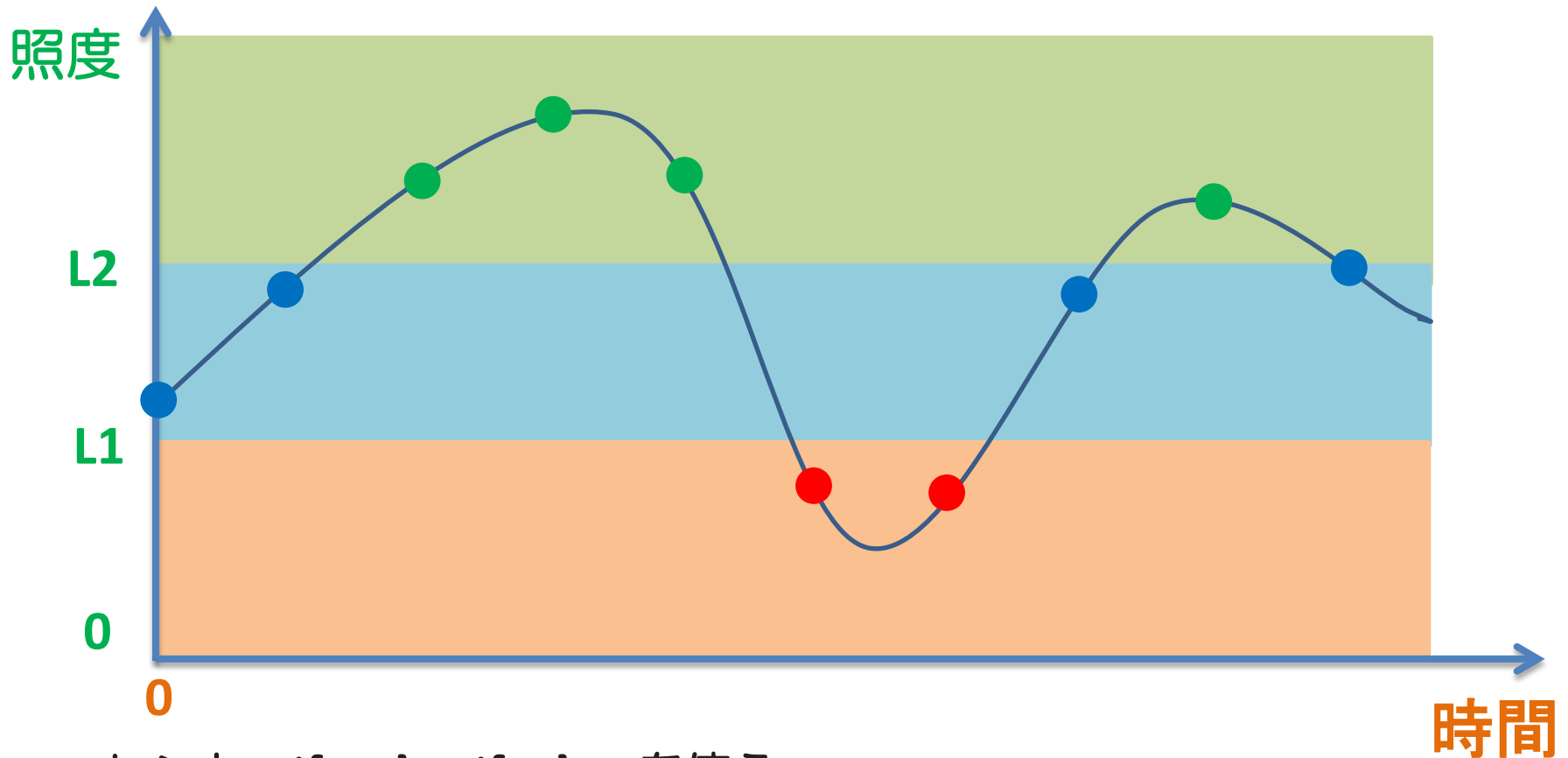
```
int ledPin = 13;
int sensorPin = A0; // センサの接続されているアナログピン

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

void loop() {
  int sensorValue, lux;
  float vin;
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // センサ値の読み込み
  vin = sensorValue * 5.0 / 1024; // 電圧Vinに変換
  lux = vin * 222; // 照度luxに変換
  if (lux < 200) digitalWrite(ledPin, HIGH); //暗くなったら, LEDつける
  else digitalWrite(ledPin, LOW); //それ以外するとき, LED消す
  Serial.println(lux);
  delay(50);
}
```

## 課題

- フルカラーLEDを用いて、明るさの変化を、赤、青、緑で判別



ヒント：if, else if, else を使う