

徳島大学 大学解放実践センター 公開講座

センサのしくみを知ろう（基礎編）

徳島大学大学院社会産業理工学研究部総合技術センター

徳島大学理工学部理工学科情報光システムコース

技術専門職員 辻 明典

(桑折 範彦：徳島大学名誉教授) .

センサのしくみを知ろう（基礎編）2

5月28日 温度をはかる

前回の復讐

1. arduinoNano の概要の復習

arduino の設定を前回行った。> ドライバー、ライブラリーのインストール

arduino1.8.2 をインストール（まだ、ボードはつながない）

USB コードをパソコンと arduino ボードを接続する

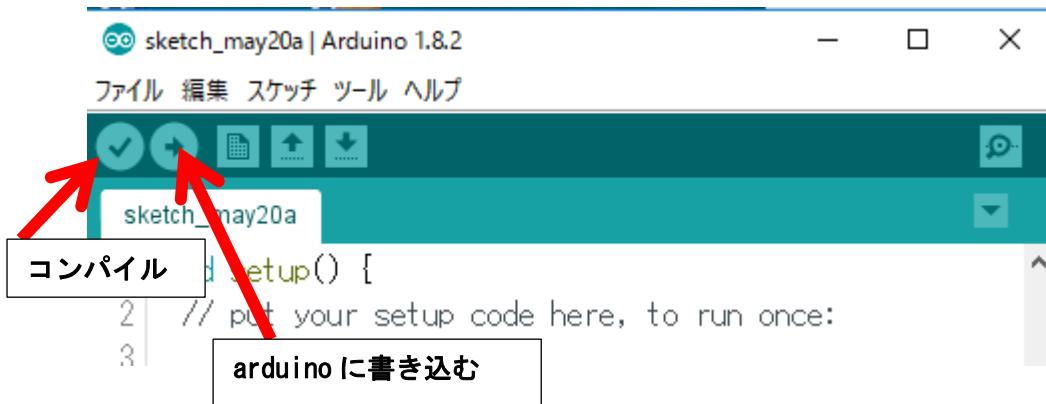
2. 環境設定

注意点：arduino の型、シリアルポート番号など arduino1.8.2 を利用する

実行方法：スケッチ（プログラム）を読み込む、コンパイルする、arduino に書き込む（すぐに実行される）

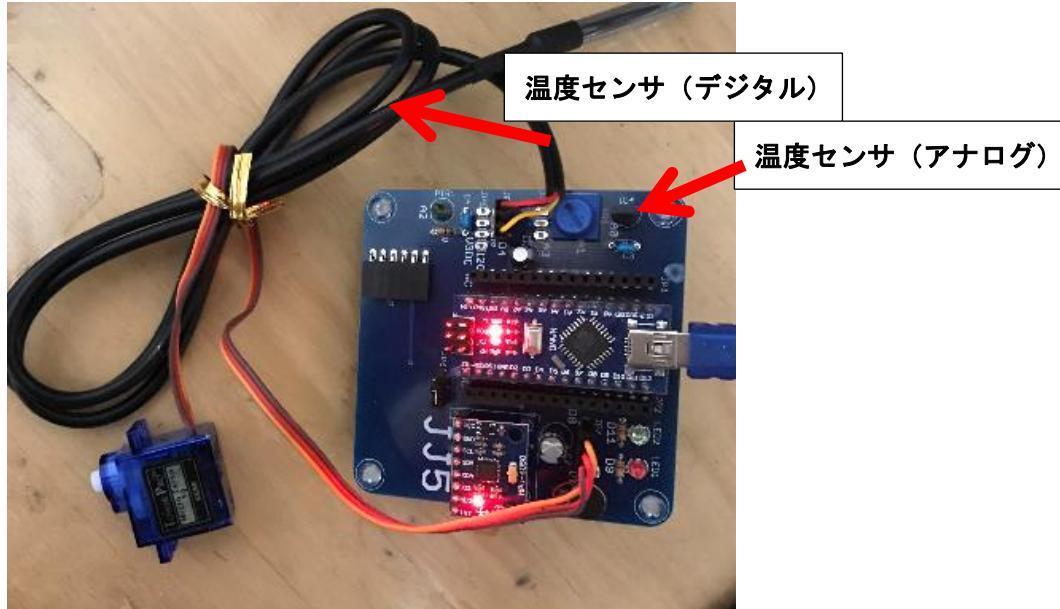
3. テスト：簡単なスケッチの形式と解読 Example101

ブレッドボードの使い方 LED の点滅をテストする Example 例題をやってみる。



本日の予定

1) 温度センサ（アナログ）LM61CIZ を利用 写真を参考にしてください。



◦

2) 温度をはかるセンサ（デジタル）として DS18B20 を 1 線通信方式で利用
それぞれを用いて室温を計測してみよう。どんな違いがあるか？

1) 温度センサ（アナログ）LM61CIZ

測定範囲 ; -30°C～100°C

次のスケッチ（プログラムのこと）をテストしてみよう。説明をする。

ライブラリの中から TEMP を読み込む

```
=====  
// TEMPLM61CIZ  
void setup() {  
    Serial.begin(9600); // Arduino とシリアル通信の準備  
}  
void loop() {  
    int ans, temp, tv; //変数の定義  
    ans = analogRead(0); //アナログ 0 番からセンサ値を読込む  
    tv = map(ans, 0, 1023, 0, 5000); //センサ値 ans を電圧に変換する。元も範囲 0～1023 から新しい範囲 0 ～ 5000 へ  
    temp = map(tv, 300, 1600, -30, 100); //電圧 tv を温度 temp (範囲-30, 100) に変換する。  
    Serial.println(temp); //temp を arduinoIDE に送る。シリアルモニタ、シリアルプロッタ利用  
    delay(1000); // 1000ms(1sec) 待って、繰り返す。  
}
```

map 関数は 0～1023 の ans を 0～5000 の値に変換する。tv が 1023 なら 5000(mV) となる

$tv=ans*(5000/1023)$

また、temp（温度）は tv が 300 なら -30°C で 1600 なら 100°C と変換

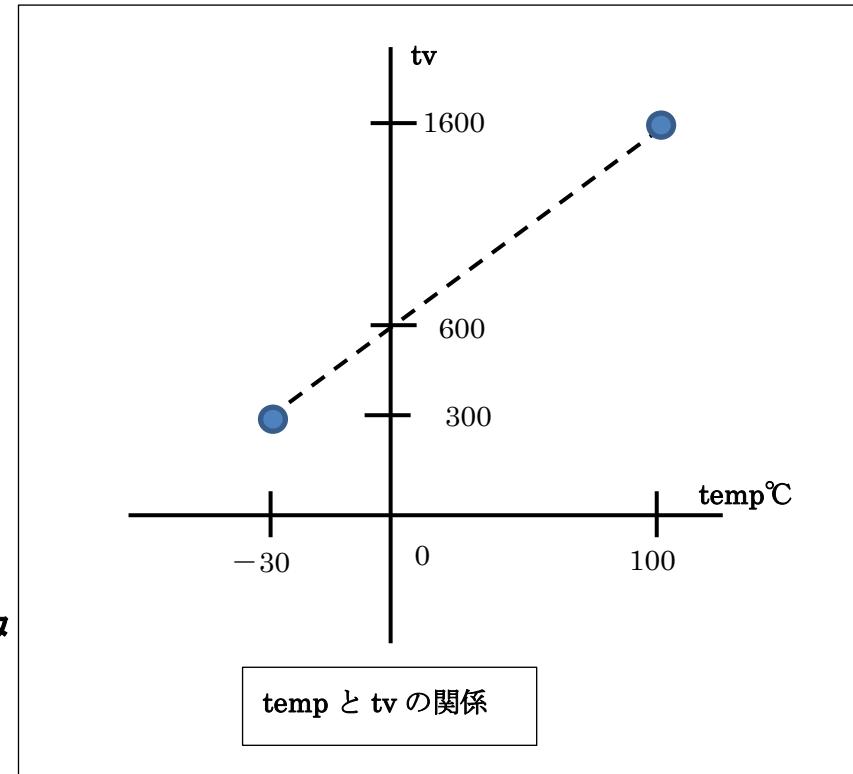
される。線の勾配は $(130^{\circ}\text{C}/(1600-300)) = (1/10)$

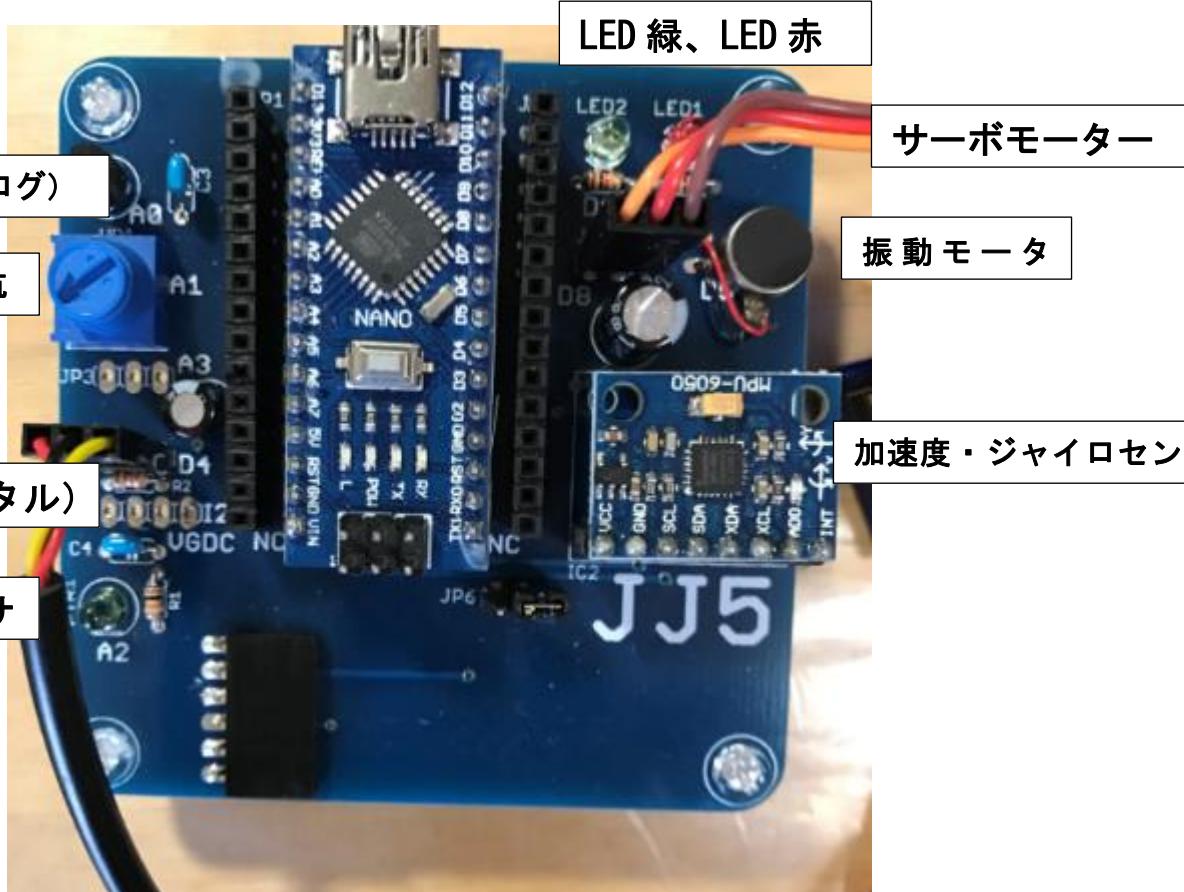
$\text{temp} = (1/10) * (\text{tv} - 300) - 30$ の式で表される。（右図参照）

実際に室温を測定して温度計とどの程度違いがあるか？

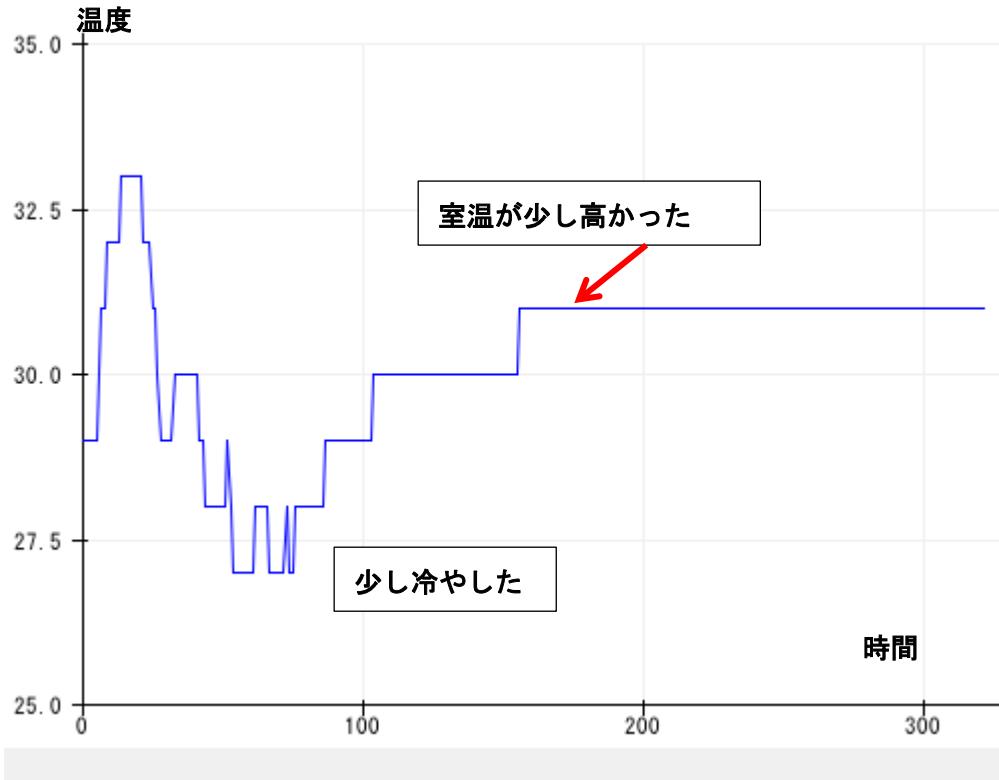
温度計も $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 程度の誤差があるので、ほぼ良い値である。

センサ（アナログ）はトランジスタのよう形状で、指で
触って温度を高くできる。シリアルモニタ、シリアルプロッタ
で表示できる。





arduinoNano の基板 既にセンサを配置してある。



温度センサ（アナログ）を少し冷やしてみたときの様子

シリアルモニタ、シリアルプロッタで表示してみよう。

このような図を自分のレポート等に張り付ける場合は、MSWordで[挿入]で[スクリーンショット]する。

マウスで囲った部分が貼付く。

2) 温度をはかるセンサとして DS18B20 1 線通信方式

スケッチを読んで動作を理解してみよう。決まり文句があり大まかな動作が分かる。

DS18B20 Dallas の読み取り ケーブルの付いたセンサの場合

DS18x20_Dallas

```
1 // ds18b20, i2c
2 #include <DallasTemperature.h> // DS18B20
3
4 int DS_PIN = 4;
5 OneWire dsw(DS_PIN);
6 DallasTemperature ds(&dsw);
7
8 void setup(void) {
9   Serial.begin(9600);
10  ds.begin();
11 }
12
13 void loop(void) {
14   ds.requestTemperatures();
15   Serial.println(ds.getTempCByIndex(0));
16   delay(500);
17 }
```

DS18B20

DallasTemperature.h をインクルード

DS_PIN を 4 とする

OneWire 接続 |

DallasTemperature. | このようにする

setup 関数

Serial.begin(9600) ポー シリアル通信速度

ds.begin

繰り返し loop

ds で温度を要求

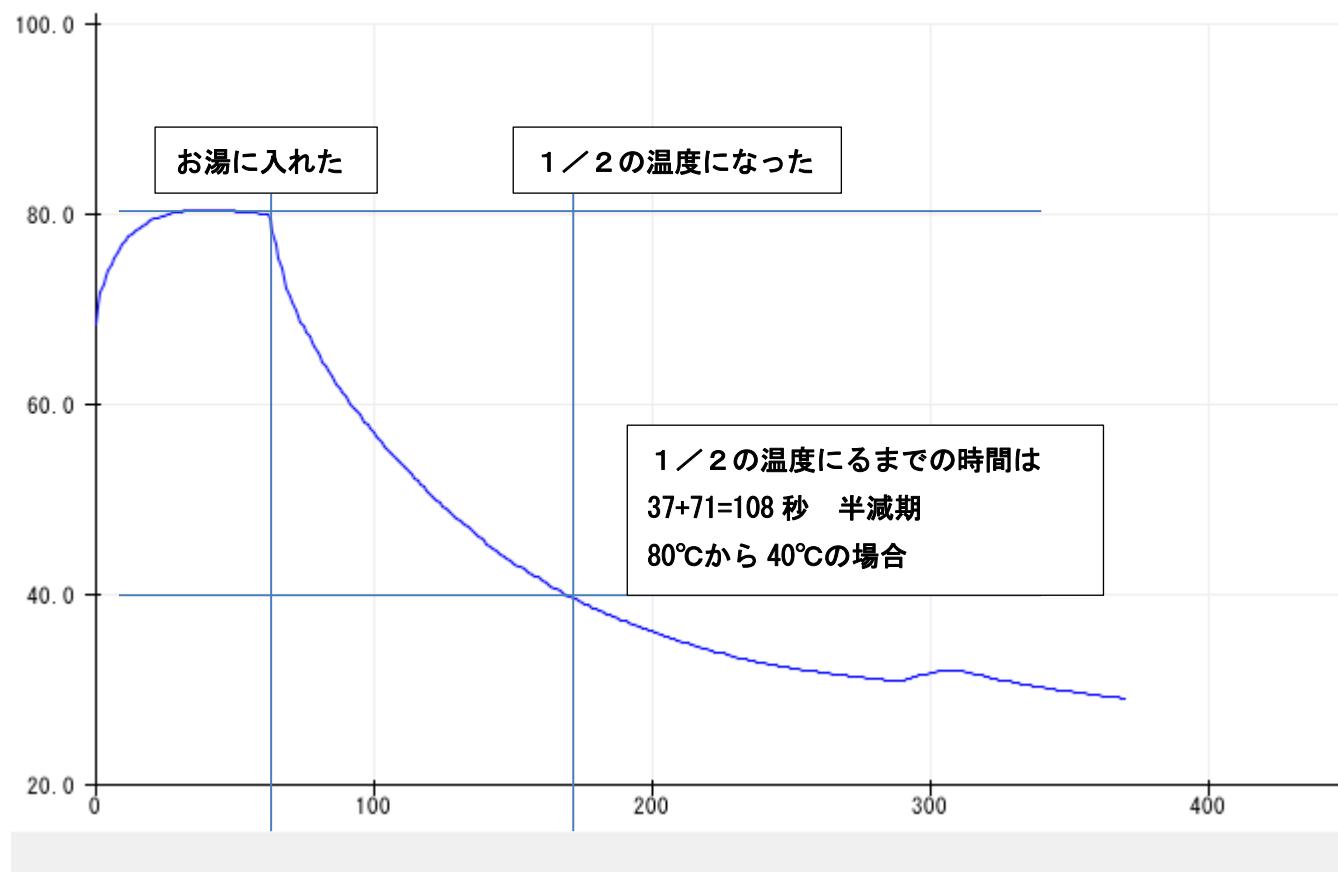
ds.getTempCByIndex(0) で値を読み Serial.print

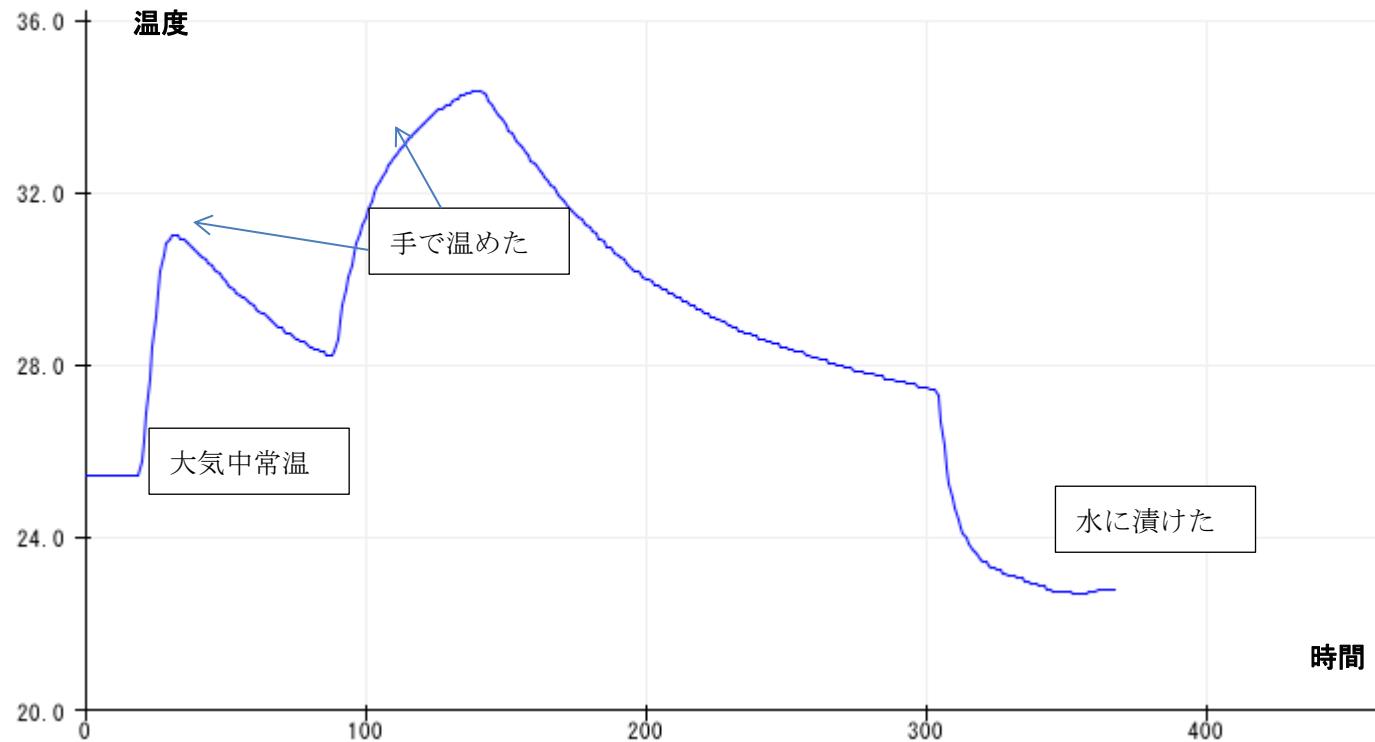
500ms 待つ

課題 1) LM61CIZ と比較してみよう。

課題 2) お湯をカップにいれて、温度計と温度センサ (DS18B20) (防水されている) をカップに入れる。シリアルプロッタで表示する。 温度が一定になったら、温度計とセンサを取り出して、温度の下がり具合をプロッタで測定する。どのようなグラフになるか？また、温度が $1/2$ になる時間はどの程度か？半減期と呼ばれる。測定してみよう。

追記) 実は、放射線などの半減期があり、「使用済み核燃料の保管期間 フィンランドの最終処分場では 10~20 万年安全に保管する必要がある」とのこと。もちろん、非常に短いものもあるし、非常に長いものもある。





温度の変化の例

予備の課題) OneWire 通信による読み出し例

DS18x20_Temperature を読み込む

```
// ds18b20, i2c
#include <OneWire.h>
OneWire  ds(4); // on pin 4 (a 4.7K resistor is necessary)

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

void loop(void) {
    byte i;
    byte present = 0;
    byte type_s;
    byte data[12];
    byte addr[8];
    float celsius, fahrenheit;

    if ( !ds.search(addr)) {
        Serial.println("No more addresses.");
        Serial.println();
        ds.reset_search();
        delay(250);
        return;
    }
```

```

Serial.print("ROM =");
for( i = 0; i < 8; i++) {
    Serial.write(' ');
    Serial.print(addr[i], HEX);
}

if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) {
    Serial.println("CRC is not valid!");
    return;
}
Serial.println();

// the first ROM byte indicates which chip
switch (addr[0]) {
    case 0x10:
        Serial.println(" Chip = DS18S20"); // or old DS1820
        type_s = 1;
        break;
    case 0x28:
        Serial.println(" Chip = DS18B20");
        type_s = 0;
        break;
    case 0x22:
        Serial.println(" Chip = DS1822");
        type_s = 0;
}

```

```

break;

default:
    Serial.println("Device is not a DS18x20 family device.");
    return;
}

ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0x44, 1);      // start conversion, with parasite power on at the end

delay(1000);      // maybe 750ms is enough, maybe not
// we might do a ds.depower() here, but the reset will take care of it.

present = ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0xBE);      // Read Scratchpad

Serial.print("  Data = ");
Serial.print(present, HEX);
Serial.print(" ");
for ( i = 0; i < 9; i++) {          // we need 9 bytes
    data[i] = ds.read();
    Serial.print(data[i], HEX);
    Serial.print(" ");
}
Serial.print(" CRC=");
Serial.print(OneWire::crc8(data, 8), HEX);

```

```

Serial.println();
// Convert the data to actual temperature
// because the result is a 16 bit signed integer, it should
// be stored to an "int16_t" type, which is always 16 bits
// even when compiled on a 32 bit processor.
int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
if (type_s) {
    raw = raw << 3; // 9 bit resolution default
    if (data[7] == 0x10) {
        // "count remain" gives full 12 bit resolution
        raw = (raw & 0xFFFF) + 12 - data[6];
    }
} else {
    byte cfg = (data[4] & 0x60);
    // at lower res, the low bits are undefined, so let's zero them
    if (cfg == 0x00) raw = raw & ~7; // 9 bit resolution, 93.75 ms
    else if (cfg == 0x20) raw = raw & ~3; // 10 bit res, 187.5 ms
    else if (cfg == 0x40) raw = raw & ~1; // 11 bit res, 375 ms
    //// default is 12 bit resolution, 750 ms conversion time
}
celsius = (float)raw / 16.0;
fahrenheit = celsius * 1.8 + 32.0;
Serial.print(" Temperature = ");
Serial.print(celsius);
Serial.print(" Celsius, ");
Serial.print(fahrenheit);
Serial.println(" Fahrenheit");

```

}

上のスケッチを実行したときのシリアルモニタの出力例

```
ROM = 28 FF A8 8 8A 16 3 F5
Chip = DS18B20
Data = 1 90 1 4B 46 7F FF C 10 33  CRC=33
Temperature = 25.00 Celsius, 77.00 Fahrenheit
No more addresses.
```

```
ROM = 28 FF A8 8 8A 16 3 F5
Chip = DS18B20
Data = 1 90 1 4B 46 7F FF C 10 33  CRC=33
Temperature = 25.00 Celsius, 77.00 Fahrenheit
No more addresses.
```

温度は手で温めると上がっていく。

照度センサ

直径 20mm、30mm などの円形スリットを用いて、

照度センサの反応領域を確かめる