

気象モニターを作ろう（発展編） －誰でもできるプロトタイピング－

第12回 気象モニタの活用(2)



徳島大学大学院理工学研究部総合技術センター

辻 明典

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

概要

気象モニターをつくろう – 誰でもできるプロトタイピング –

講師：川上 博（徳島大学名誉教授）

辻 明典（徳島大学大学院理工学研究部総合技術センター）

曜日・時間：土曜日 10時00分～11時30分

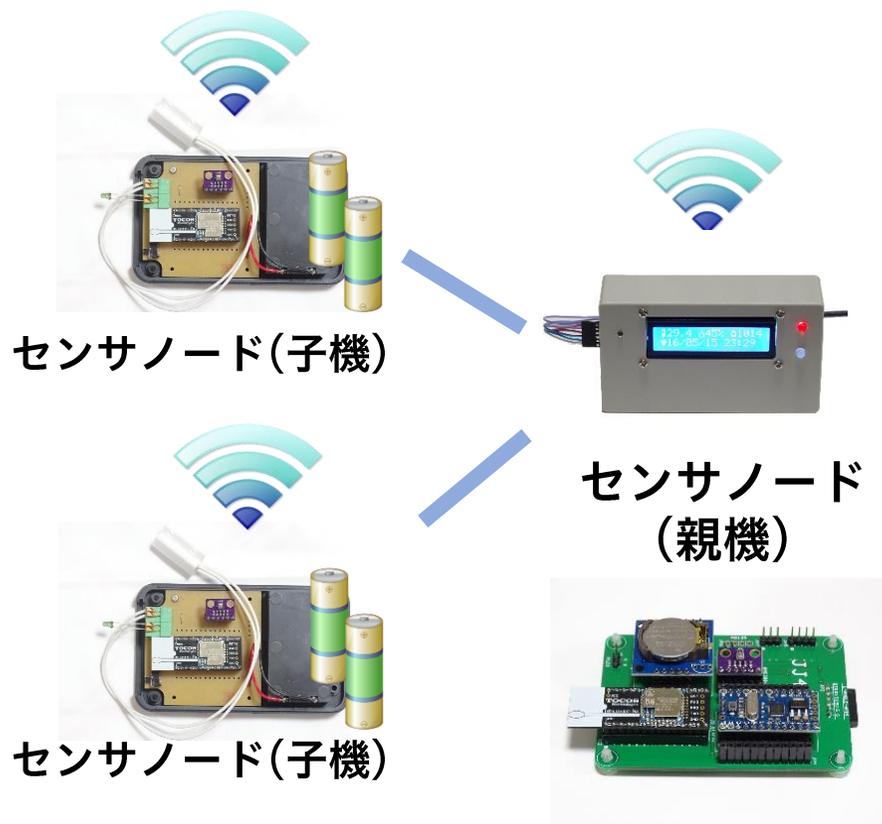
スケジュール：

- ① 10 / 1 開発環境セットアップ，前期の復習
- ② 10 / 8 概要と動作確認
- ③ 10 / 15 Processing(1)
- ④ 10 / 22 Processing(2)
- ⑤ 11 / 5 気象モニタ(1)
- ⑥ 11 / 12 気象モニタ(2)

気象モニタ（全体構成）

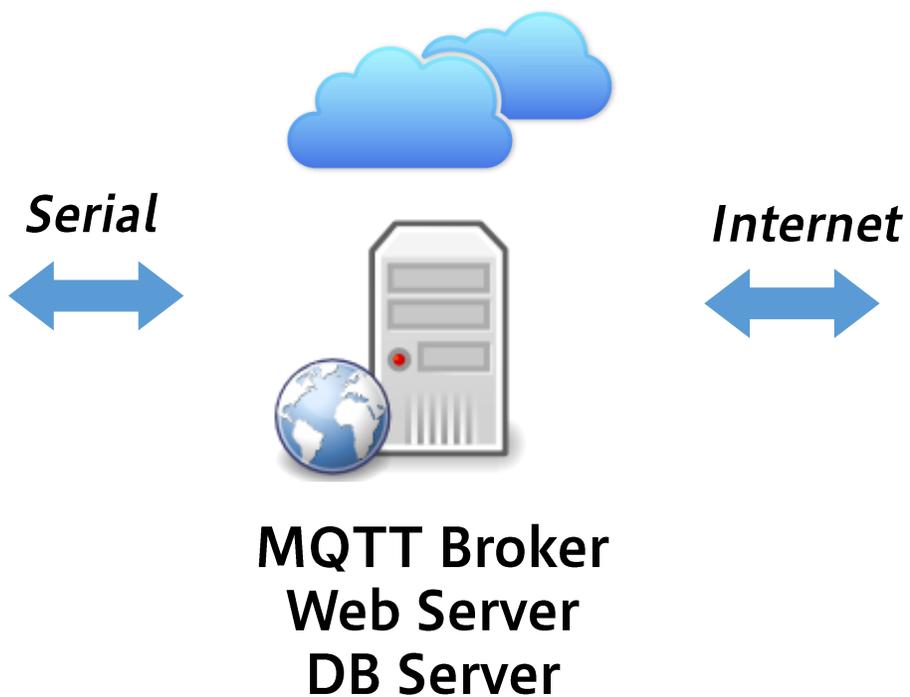
データ収集

Zigbee無線センサネットワーク



データ蓄積・分析

クラウドサービス



データ監視・制御

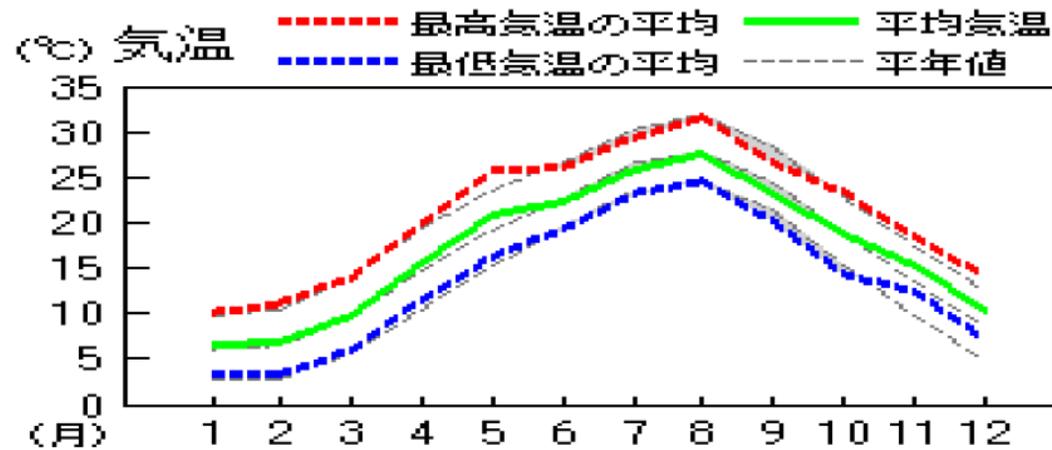
モバイルサービス



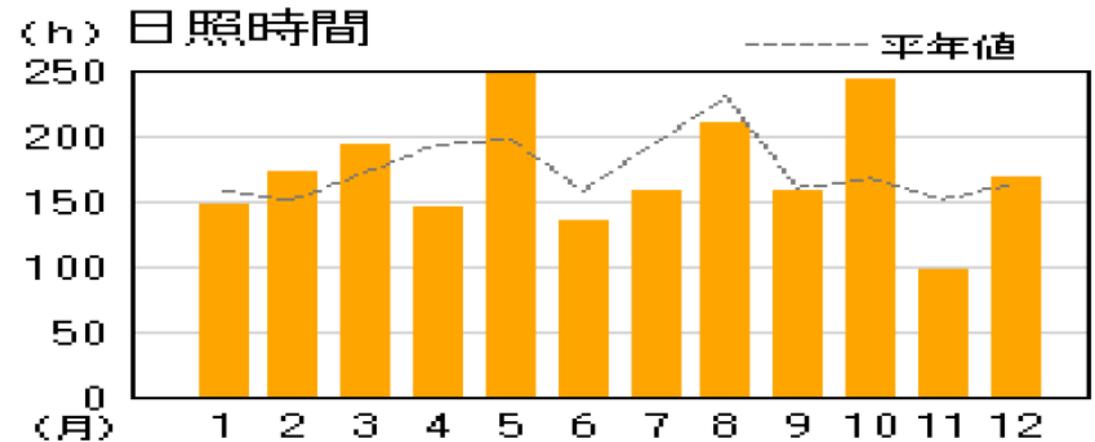
気象モニタによる計測

▶ 気温・・・地上の温度（地上から1.25m～2.0mで計測）

- ・～時の気温・・・～時の前1分間の平均気温
- ・日平均気温・・・1日の平均気温（1時～24時の毎正時24回の気温の平均）
- ・日最高気温・・・1日（0時～24時）の最高気温
- ・日最低気温・・・1日（0時～24時）の最低気温
- ・月平均気温，最高気温，最低気温
- ・年平均気温，最高気温，最低気温



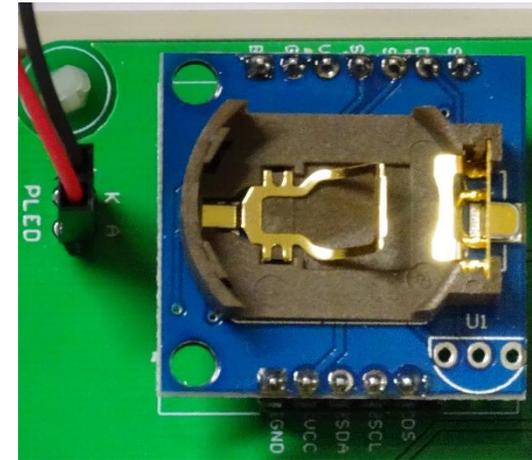
気象庁徳島県の年報2015より転載



気象庁徳島県の年報2015より転載

現在時刻を知るには

- ▶ 親機のリアルタイムクロック (RTC: Real Time Clock) の情報を利用
 - 日付, 曜日, 時刻が得られる
- ▶ DS1307 (Maxim社)
 - データ形式: YYYYMMDD[days] hh:mm:ss
 - 例) 2016 11 11 5 11:09:30
 - 曜日: 1月,2火,3水,4木,5金,6土, 7日
- ▶ リアルタイムクロックの情報を付加
 - :da=201611115:ti=110930
 - 2016年11月11日(金) 11時09分30秒
- ▶ Arduinoライブラリの使用
 - リアルタイムクロック用ライブラリ (RTClib)



リアルタイムクロック

Example1201A

- ▶ 子機より5秒毎に得られたセンサ情報に日付・時刻情報を付加

```
void loop() {  
  if (xbee.available()) { // 無線よりデータを受信したら  
    str = xbee.readStringUntil('\n'); // 改行までデータを読み込む  
    xbee.flush(); // バッファをフラッシュ  
    received = 1; // 受信フラグをON  
  }  
  
  now = rtc.now(); // 日付・時刻の取得  
  if ((now.second() % 5) == 0 && received == 1) { // 5秒毎に処理  
    rtc_out(); // 時刻情報の表示  
    Serial.println(str); // センサからの情報の表示  
    Serial.flush(); // バッファをフラッシュ  
    received = 0; // 受信フラグをOFF  
  }  
}
```

$X \% 5$ 数値Xを5で割った余り

IF (($X \% N$) == 0) は、
XをNで割った余りが0
(つまり、XがNで割り切れた
ということ)

データ形式(日付・時刻追加)

日付・時刻を付加したデータ形式:

`:da=20161115:ti=113700:ed=810098F3:id=0:ba=2515:a1=2105:a2=0007:tm=2329:hu=4782:at=1015`

da: 日付 (yyyymmdd(days)) (days): 1月,2火,3水,4木,5金,6土,7日

ti: 時刻 (hhmmss)

ed: 無線子機固有のMACアドレス下位8バイト

id: 無線子機のID

ba: 電池の電圧 (mV)

a1: 磁気リードスイッチ (On/Off)

a2: 照度センサ (lux)

tm: 温度 (度)

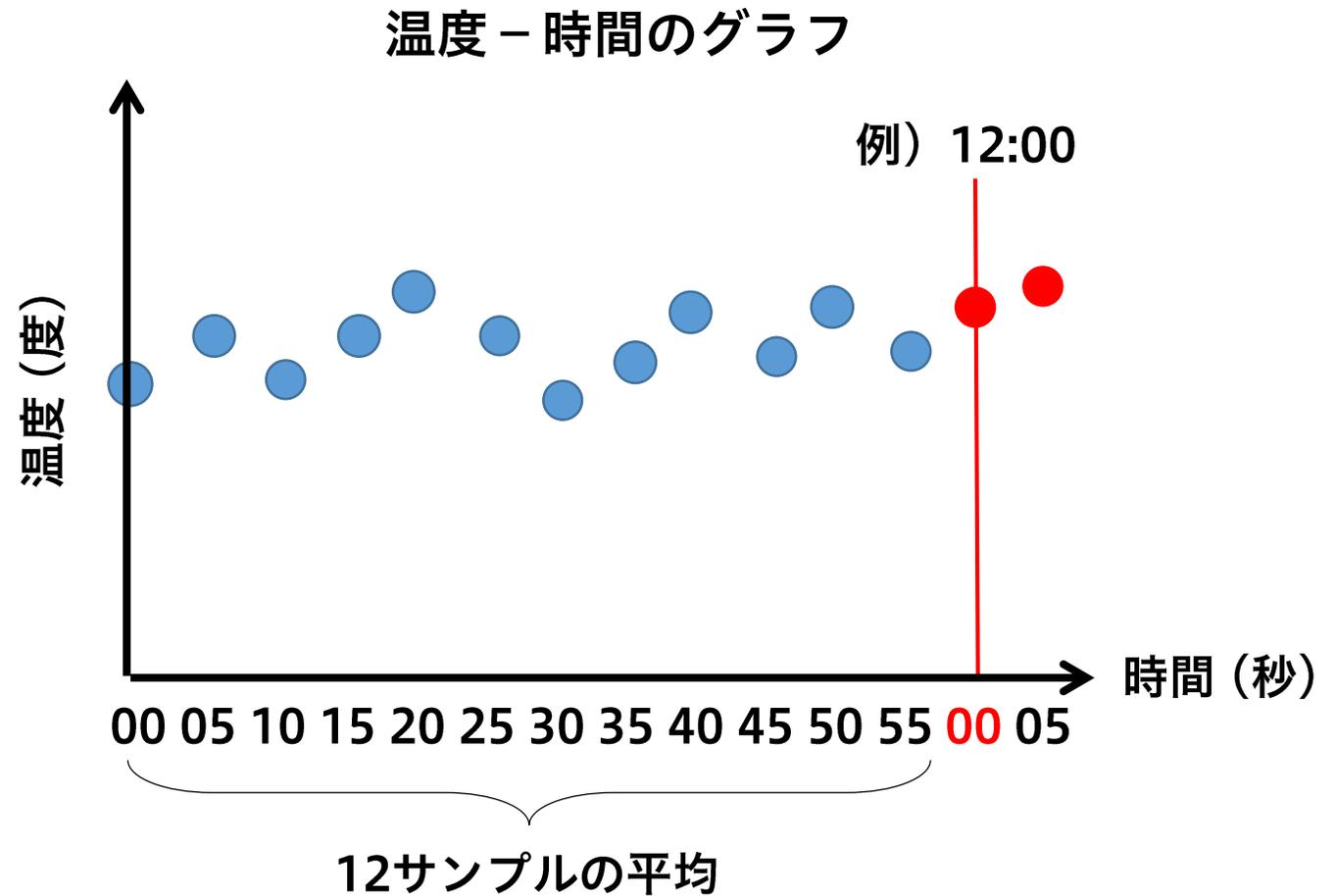
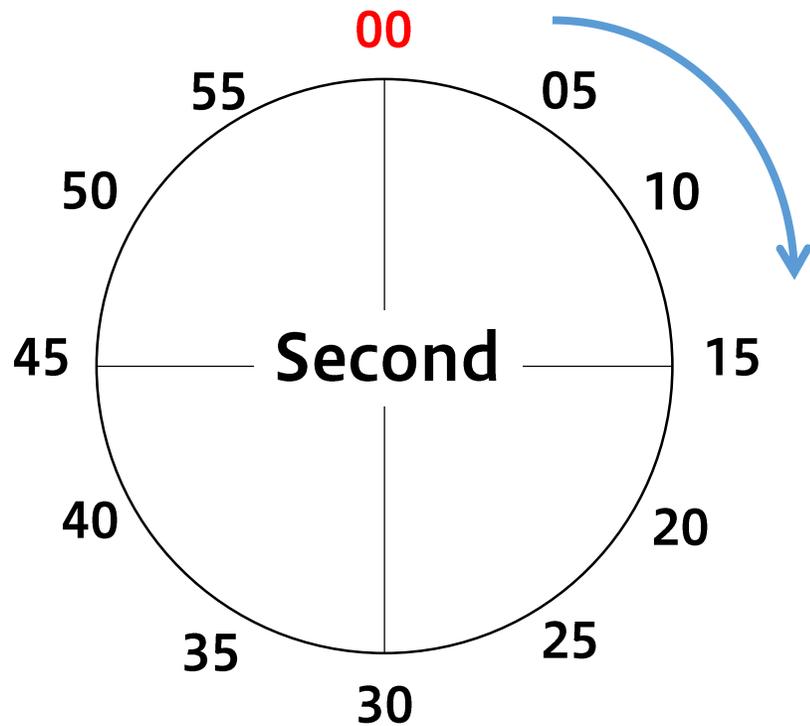
hu: 湿度 (%RH)

at: 大気圧 (hPa)

新たなセンサを追加した場合も、データ形式の書式に従うことで後の処理がやりやすくなる

～時の気温

- ▶ ～時の**前1分間の平均**
- ▶ 1分間の平均を求める
 - ・ 00秒～55秒の平均



温度－時間のグラフ

▶ 温度データ $x(n)$:ある時間 n における温度

- $x(0), x(1), x(2), \dots, x(11)$
- $x(n)$ ($n=0, 1, \dots, 11$) と書ける

温度データ $x(n)$

$x(0)$: 00秒の温度

$x(1)$: 05秒の温度

...

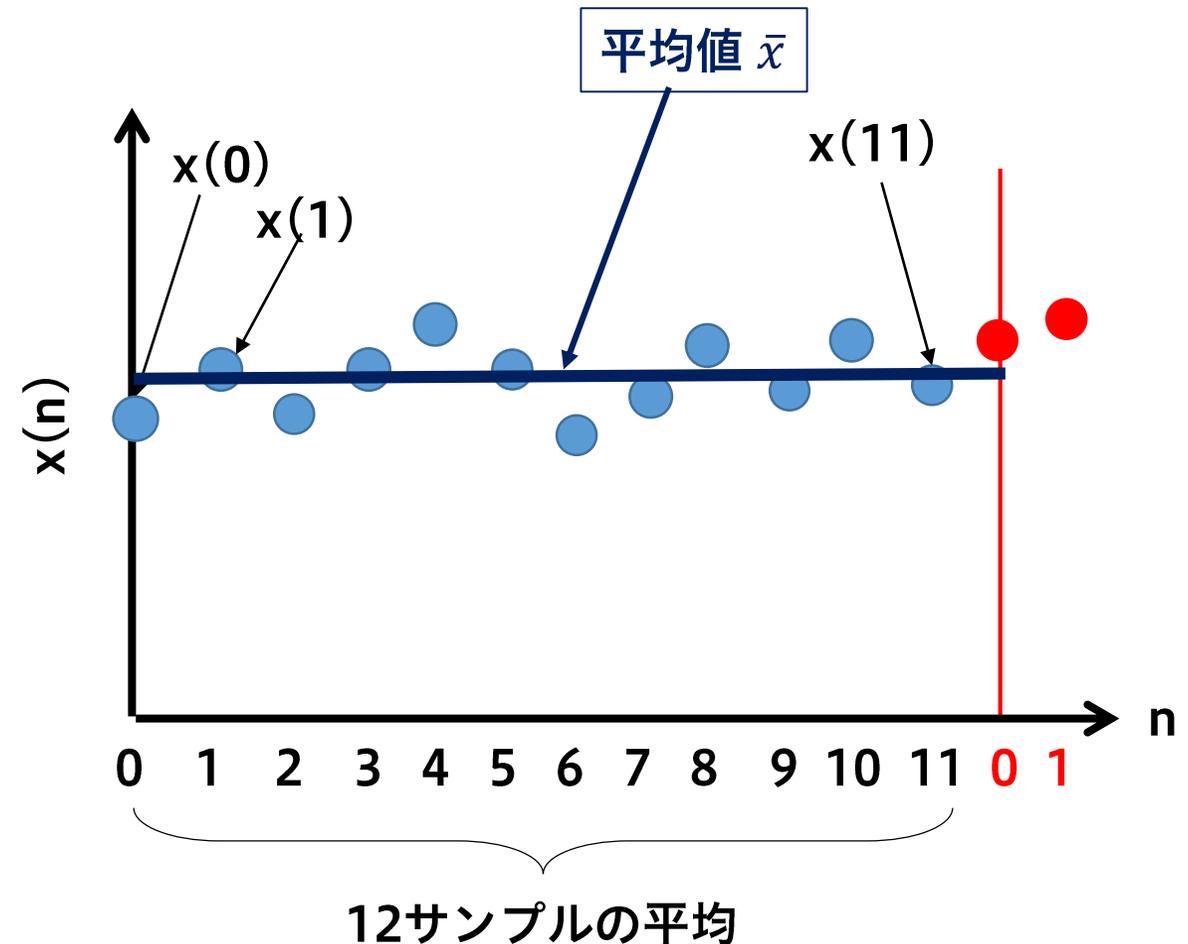
$x(11)$: 55秒の温度

▶ 平均値 (mean value)

- 観測値 $x(n)$ ($n=0, 1, \dots, N-1$)の総和を
観測値の個数 N で割ったもの

▶ 平均による効果

- 小さな変動を除去できる
- 平滑化とも呼ばれる



1分間の平均

- ▶ 1分間の区間平均を求める
- ▶ 12サンプル $x(n)$ ($n=0,1,2,\dots,11$)
 - $x(0), x(1), x(2), x(3), x(4), x(5), x(6), x(7), x(8), x(9), x(10), x(11)$
- ▶ Nサンプル $x(n)$ ($n=0,1,2,\dots,N-1$)
 - $x(0), x(1), \dots, x(N-1)$
- ▶ Nサンプルの平均
 - $\{x(0)+x(1)+\dots+x(N-1)\} / N$
- ▶ **Nサンプルの平均**

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)$$

プログラムで書くとこうなる



```
sum = 0;
for (n=0; n<12; n++) {
    sum += x[n];
}
ave = sum / N;
```

または

```
(sum=0, n=0 で初期化しておく)
sum += x[n];
n++;
if (n >= 12) {
    ave = sum / N;
    sum = 0; n = 0;
}
```

Example1201P

▶ サンプルを配列x[]に入れる

```
int N = 12;
float x[] = new float[N];
void draw() {
    if (received == 1) { // 5秒毎にデータ受信
        if (second == 0) { // 00分からデータをサンプル
            n=0; sum=0;
        }
        x[n] = TM; // 現在の温度
        sum += x[n]; // 総和
        n++;
        if (n >= N) {
            TM_AVE_1M = sum / N; // x[0],x[1],...x[11]の平均
            n=0; sum=0;
        }
        received = 0;
    }
}
```

配列 x[12]

	x[0]	x[1]	x[2]	...	x[11]
n	0	1	2	...	11
温度	TM	TM	TM		TM
	00秒	05秒	10秒		55秒

※ printを入れて、各変数、配列の値を確認

※ 子機の電源を入れた状態でプログラムを実行
(電源投入後の1サンプルが不定となるため)

日付・時刻情報の数値への変換

▶ 日付・時刻は文字列として受信

• 例) :da=201611115:ti=110930

▶ 数値に変換

date = 201611115

time = 110930

year = date / 100000; (=2016)

month = (date / 1000) - year * 100; (=201611 - 201600 = 11)

day = (date / 10) - year * 10000 - month * 100; (=20161111 - 20160000 - 1100 = 11)

気象に関する用語(気象庁FAQより転載)

- ▶ 氷点下・・・気温0度以下
- ▶ 最低(最高)気温・・・日最低(最高)気温 (日界は0時)
 - ・ 例) 日中の最高気温(9時～18時までの最高気温)
- ▶ 日(月, 年)平均気温・・・日平均気温は1時～24時までの毎正時24回の観測地の平均。月(年)平均気温は毎日(月)の平均気温の月(年)の平均
- ▶ 気温の日(月, 年)の較差・・・1日(月, 年)の最高気温と最低気温の差。
- ▶ 冬日・・・日最低気温が0度未満の日
- ▶ 真冬日・・・日最高気温が0度未満の日
- ▶ 夏日・・・日最高気温が25度以上の日
- ▶ 真夏日・・・日最高気温が30度以上の日
- ▶ 猛暑日・・・日最高気温が35度以上の日
- ▶ 熱帯夜・・・夜間の最低気温が35度以上

気象に関する用語(気象庁FAQより転載)

- ▶ 湿度・・・相対湿度は水蒸気量とそのときの気温における飽和水蒸気量との比を百分率で表したもの
- ▶ 最小湿度・・・日最小湿度(日界は0時)
- ▶ 日(月, 年)平均湿度・・・1時～24時まで毎正時の24回の観測地の平均
- ▶ 乾燥した空気・・・湿度が低い空気で, 目安として湿度がおおよそ50%未満の状態
- ▶ 飽和・・・相対湿度が100%の状態になること

用語に挙げる条件を満たすようプログラムしてみる