

Activity 3 – センサーの決闘:どちらが摂氏・華氏?

数学的な側面

- ◆ 実世界での1次関数
- ◆ 温度データの収集と分析
- ◆ グラフとその解釈

理科学的な側面

- ◆ 測定と単位の変換
- ◆ データの収集
- ◆ 物理 – 温度

用意するもの

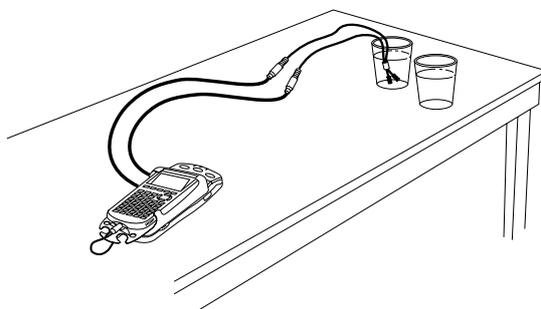
- ◆ CBL 2™
- ◆ TI グラフ電卓
- ◆ 接続ケーブル
- ◆ 温度センサー2本
- ◆ ぬるい水の入ったコップ
- ◆ 氷
- ◆ ビニールテープまたは針金

Introduction

この節では、コップに入ったぬるい水から始め、氷を入れていって爽快な冷たい水を作ります。その間、2本の温度センサーを用いて摂氏 (°C) と華氏 (°F) で温度を測るのです。収集したデータから摂氏 - 華氏の変換公式を作ることができます。 $Y=AX+B$ の形の1次関数になっています。

Set-up

コップ1杯のぬるい水とコップ1杯の氷を用意します。温度センサー2つをくっつけ、先端から5cmくらいのところでビニールテープまたは針金でくくります。2つ合わせたセンサーをぬるい水の中に入れます。この水に氷を加えていくので、水があふれないように余裕を取っておいてください。2つのセンサーは、できる限り水中の同じ場所を計測するために、しっかりとくっついていするように注意してください。



Data Collection

1. CBL 2 とグラフ電卓を接続ケーブルで接続してください。
2. 温度センサーの1つを CBL 2 のチャンネル1 [CH 1] に、もう1つをチャンネル2 [CH 2] に接続します。
3. 2つの温度センサーを水の中に置きます。
4. 電卓上で DataMate プログラム (またはアプリケーション) を実行します。DataMate は自動的にチャンネル1とチャンネル2の温度センサーを検出し (TI 温度センサーでもステンレス製温度センサーでも OK です)、実験を初期設定します。

```
CH 1: TEMP(C)    21.8
CH 2: TEMP(C)    21.8

MODE: TIME GRAPH-180
-----
1: SETUP      4: ANALYZE
2: START     5: TOOLS
3: GRAPH     6: QUIT
```

5. DataMate メイン画面で **1** を押し、SETUP を選択します。

```
CH 1: STAINLESS TEMP(C)
CH 2: STAINLESS TEMP(C)
CH 3:
DIG:
MODE: TIME GRAPH-180

1: OK      3: ZERO
2: CALIBRATE 4: SAVE/LOAD
```

6. チャンネル2を華氏で測定するように変更します。**▲**や**▼**を押してカーソルを CH 2 に合わせ、**ENTER**を押します。

```
SELECT SENSOR
-----
1: TEMPERATURE
2: PH
3: CONDUCTIVITY
4: PRESSURE
5: FORCE
6: HEART RATE
7: MORE
8: RETURN TO SETUP SCREEN
```

7. **1** TEMPERATURE を押します。

```
TEMPERATURE
-----
1: DIR CONNECT TEMP(C)
2: DIR CONNECT TEMP(F)
3: EXTRA LONG TEMP(C)
4: STAINLESS TEMP(C)
5: STAINLESS TEMP(F)
6: THERMOCOUPLE(C)
```

8. **5** STAINLESS TEMP (F) を選択します。センサーが温度を華氏 (°F) で測るように、調整データがロードされます。

```
CH 1: STAINLESS TEMP(C)
CH 2: STAINLESS TEMP(F)
CH 3:
DIG:
MODE: TIME GRAPH-180

1: OK      3: ZERO
2: CALIBRATE
```

9. **6** を押して MODE にカーソルを合わせ、**ENTER**を押します (Select Mode 画面に切り替わります)。

```
SELECT MODE
-----
1: LOG DATA
2: TIME GRAPH
3: EVENTS WITH ENTRY
4: SINGLE POINT
5: SELECTED EVENTS
6: RETURN TO SETUP SCREEN
```

10. ここで、この実験に最も適したデータ収集モードを選択しなければなりません。ここでは、Selected Events というモードを用います。[5] SELECTED EVENTS を押してください。

Note: このモードでは、[ENTER] を押すたびに CBL 2 に接続された各センサーからデータを取り込みます。

11. モード設定を終えると Setup 画面が表示されるので、[1] OK を押して DataMate メイン画面に戻ってください (右図)。

これで CBL 2 はデータ収集の準備ができました。

CH 1:TEMP(C)	23
CH 2:TEMP(F)	73.2
MODE:SELECTED EVENTS	
1:SETUP	4:ANALYZE
2:START	5:TOOLS
3:GRAPH	6:QUIT

Collect the Data

1. [2] START を押します。右図のような画面が表示されます。

PRESS [ENTER] TO COLLECT	
OR [STO] TO STOP	
D:	1
CH 1:TEMP(C)	23.7
CH 2:TEMP(F)	76.1

2. 画面の指示にしたがって [ENTER] を押し、最初のデータ (°C と °F の2種類) を取り込みます。
Note: 目標は、およそ10個のデータを異なる温度で収集することです。
3. 氷を何個か水の中に入れ、センサー棒を使ってかき混ぜます。約5秒待ち、電卓の画面で温度が下がっているのを確認したら、[ENTER] を押します。これで2つ目のデータが収集されました。
4. ステップ 3 を、摂氏の温度が 0°C に近づくまで繰り返し続けます。0°C に近づくまで10個程度のデータを収集するためには、データとデータの間隔を10秒以上取る必要があるかもしれません。
5. データを10個集めたら、[STO] を押して収集を終了します。
6. [1] MAIN SCREEN を押して、データの分析に進んでください。

CH 1:TEMP(C)	21.6
CH 2:TEMP(F)	71
MODE:SELECTED EVENTS	
1:SETUP	4:ANALYZE
2:START	5:TOOLS
3:GRAPH	6:QUIT

Going Further

正確な摂氏・華氏の変換公式を用いて，L2 (摂氏) のデータに対する華氏の値を L4 に入れてください。

計算で求めた華氏の値 (L4) と，華氏の測定値 (L3) の差の絶対値を L5 に入れてください。

L5 を L4 で割り，100をかけることにより誤差のパーセントを計算し，これを L6 に入れてください。

グラフ電卓の基本画面に戻り，L6 のパーセントの平均値を求めてください。

散布図の設定を変えて x, y を入れ替えます。x 軸を L3, y 軸を L2 として華氏から摂氏への逆変換公式を導いてください。華氏 0 度は，摂氏何度でしょうか。

摂氏 華氏，華氏 摂氏，両方の変換式のグラフをグラフ電卓に表示し，摂氏 華氏のグラフ上をトレースしながら， -40°C のときの華氏の値を求めてください。

いろいろな2種類のセンサーを用いることで，いろいろな変換公式を作ることができます。圧力，光，力などが考えられます。

Student Data Reporting Sheet

- 3種類のグラフ CH1-TEMP (C), CH2-TEMP (F), CH2 VS CH1 (華氏 VS 摂氏)を比較して, 気づいたことを書いてください。下図の中にそれぞれのグラフをスケッチし, 必ず軸にラベルと単位を記入してください。



- グラフ電卓によって求めた回帰直線の方程式を下に書いてください。この式は, およそ摂氏を華氏に変換する公式を表しています。傾き (A) と Y 切片 (B) の値を, 小数第2位を四捨五入して小数第1位まで求めてください。

摂氏を華氏に変換する公式 _____

傾き (A) = _____

Y 切片 (B) = _____

- 変換公式を求める次のような方法もあります。散布図上のあまり近くない2つの点を選び, そのときの X, Y の値を記録してください。

摂氏 (X)	華氏 (Y)
X1=	Y1=
X2=	Y2=

- 3の表にある2つの点をもちいて, 回帰直線の傾きを計算してみましょう。傾き A を表す式は, $A = (Y2 - Y1)/(X2 - X1)$ です。

A = _____

- 4で求めた傾きと, 3にあるうちの1つの点を用いて摂氏・華氏の変換公式を作ってみましょう。Y = AX + B の形で表してください。

Y = _____

6. 一般に， 0°C は 32°F ， 100°C は 212°F であることが知られています。このことを用いて，摂氏と華氏の正確な変換公式を導いてください。

摂氏 (X)	華氏 (Y)
X1=	Y1=
X2=	Y2=

A = _____

B = _____

Y = AX + B

Y = _____

7. グラフ電卓の $\boxed{Y=}$ キーを押し，以下のように式を入力してください。

Y₁= 問 2 で得られた回帰直線の式

Y₂= 問 5 において計算で求めた変換公式

Y₃= 問 6 で求めた正確な変換公式

まず一度に1本ずつグラフを描き，その後同時に3本のグラフを表示してみてください。これらのグラフの相違と共通点について記してください。どのようにしてその違いのあるなしを判断したかも説明してください。

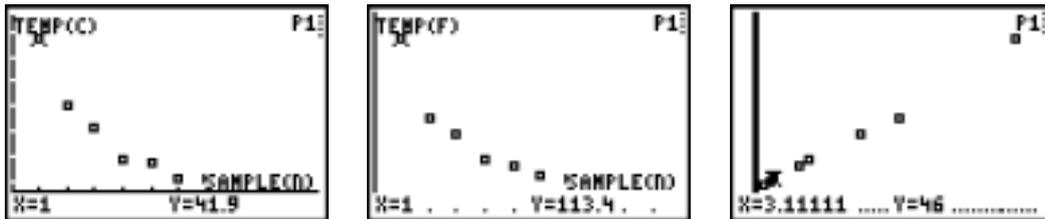
Teacher Section

理論

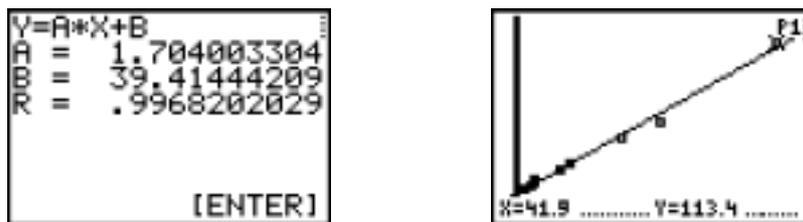
摂氏から華氏への変換公式は、1次関数 $F = 1.8 C + 32$ によって表されます。この関係式を導くのがこの節の学習活動です。

解答例

1. 解答は実験により異なります。始めの2つのグラフはよく似た形になります。3つ目の散布図は直線状になります。下図はデータの一部に基づきます。



2. 解答は実験により異なります。上のデータの場合、 $Y=1.7X + 39.4$ となります。 $A=1.7$, $B=39.4$ です。



3. 解答は実験により異なります。上のデータに基づく一例です。

摂氏 (X)	華氏 (Y)
X1=9	Y1=55.2
X2=41.9	Y2=113.4

4. 解答は実験により異なります。上のデータに基づく例では、 $A=1.8$ 。

5. 解答は実験により異なります。上のデータ例では、 $B=39.3$ 。 $Y = 1.8X + 39.3$ 。

6.

摂氏 (X)	華氏 (Y)
X1=0	Y1=32
X2=100	Y2=212

$$A = 1.8 \text{ or } 9/5$$

$$B = 32$$

$$Y = AX + B$$

$$Y = 1.8X + 32$$

7. 解答は実験により異なります。3つのグラフは似たような形になりますが、測定誤差により正確には一致しません。おそらく Y_1 と Y_2 が一番近い形になるはずですが。

発展課題

摂氏から華氏への変換公式を用いて、L2 (摂氏) のデータに対する華氏の値を計算し、新しくリスト4を作ります。つぎに、計算で求めた華氏の値 (L4) と華氏の測定値 (L3) の差の絶対値を計算し、新しくリスト5を作ります。さらに、L5 を L4 で割り、100をかけることにより誤差のパーセントを計算し、新しくリスト6を作ります。最後に、L6 のパーセントの平均値を求めます。

L2	L3	関	4
41.9	113.4		-----
23.091	75.036		
17.2	66.74		
9	55.22		
7.3333	51.8		
3.3333	46.4		
3.1111	46		

$L4 = 1.8L2 + 32$

L3	L4	関	5
113.4	107.42		-----
75.036	73.564		
66.74	62.96		
55.22	48.2		
51.8	45.2		
46.4	38		
46	37.6		

$L5 = \text{abs}(L3 - L4)$

L4	L5	関	6
107.42	5.98		-----
73.564	1.4728		
62.96	3.78		
48.2	7.02		
45.2	6.6		
38	8.4		
37.6	8.4		

$L6 = L5 / L4 * 100$

関	6
mean(L6)	14.91324934

電卓の統計プロットの設定において、x-list を L3, y-list を L2 とします。華氏から摂氏への逆変換公式を導き、華氏 0 度のときの摂氏の値を求めます。

摂氏 華氏, 華氏 摂氏, 両方の変換式のグラフをグラフ電卓に表示し、摂氏 華氏のグラフ上をトレースしながら、 -40°C のときの華氏の値を求めます。

いろいろな種類のセンサーを用いることで、圧力、光、力などいろいろな変換公式を作ることができます。

参考文献

Data Collection Activities for the Middle Grades with the TI-73, CBL and CBR:
Johnston and Young; Activity 2: A Tale of Two Temperatures; TI Explorations™ Book.