

Activity 6 – 昼と夜と

数学的な側面

- ◆ グラフとモデルの視覚化
- ◆ 測定に要する時間の見積もり

理科学的な側面

- ◆ 計測
- ◆ 異なる種類のセンサーとその値を表す単位 (たとえば摂氏と華氏の温度) の経験。
- ◆ 実験の設計と技法
- ◆ 科学的方法
- ◆ 熱力学
- ◆ 環境科学と生態系の分析

用意するもの

- ◆ CBL 2™
- ◆ TI グラフ電卓
- ◆ 接続ケーブル
- ◆ ステンレス製温度センサーと TI 光センサー
- ◆ AC アダプター (TI-9920 など), Vernier 社製外部電源 CBL-EPA, 6V 電池などの電源 (必要な場合)
- ◆ TI-GRAPH LINK™ と接続ケーブル (必要な場合)

Note : 電圧センサーを太陽電池といっしょに使ったり, 天候の変化に応じて変わる伝導率を測る回路の中で使ったりすることもできます (たとえば, パナナ電池の伝導率は部屋の温度によって変化します)。また, 気圧計や湿度計など天候のデータを直接測定するセンサー類もあります。CBL 2 で利用可能なセンサー類は, 次のウェブサイトで確認してください。

<http://www.ti.com/calc/docs/cblsensor.htm>

また, CBL 2 を長時間使用するときには電源アダプター TI-9920, 電源供給の必要なセンサーには Vernier 社の外部電源 CBL-EPA を利用してください。

Introduction

この節の学習活動では, 天気を調べるとごく簡単な「測候所」を作り, 丸一日の間, 2つのセンサーを使ってデータを集めて天気のパターンを調べます。

実験の前に

1. 天気に関するデータをなぜ丸一日収集するのか, 実験のパートナーやグループで話し合っ、グループの意見を小さな紙にまとめてください。
2. 気温と光の強さ (日照) が一日のうちどのように変化するかについて, グループで仮説をつくり, 小さな紙にまとめてください。

Set-up

この実験では、変数を注意深く統制する必要があります。通りから入ってくる光や通気口から入ってくる熱など、データに影響を与える要素がたくさんあるからです。実験機器が屋外の離れた場所にある場合には、湿気から守るためにそれらをかばんの中に入れることが必要でしょうし、盗難のことも考慮に入れなければなりません。

センサーのセットアップ

1. ステンレス製温度センサーの1つを CBL 2 のチャンネル1 [CH 1] に、TI 光センサーをチャンネル2 [CH 2] にそれぞれ接続します。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. 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 は自動的に温度センサーと TI 光センサーを検出し、実験を初期設定します。これらの設定は後で変更します。

CH 1:TEMP(C)	23
CH 2:LIGHT	.021
MODE:TIME GRAPH-180	
1:SETUP	4:ANALYZE
2:START	5:TOOLS
3:GRAPH	6:QUIT

モード設定の変更

ここで、この実験に適するようにモード設定を変更しなければなりません。実験の計画を立てる上で最も重要な部分です。どのように測定すれば実験として意味があるか、24時間、1秒ごとにデータを取るのか、データ点は1000個も必要か、この実験によって何をなし遂げたいと考えているのか。

- ◆ 電卓のメモリは限られているので、その上限以上のデータを集めることはできません。TI 社のグラフ電卓の中には180個を越えるデータを扱うと分析に不具合を生じるものがあります。次のような「経験則」が参考になるでしょう。
 - センサーが1個の場合、データは 180 個以下
 - センサーが2個の場合、データは1チャンネルにつき 90 個以下
 - センサーが3個の場合、データは1チャンネルにつき 60 個以下
- ◆ 加えて、センサーの種類も重要です。たとえば、1秒間に 50000回データをとる (0.00002 秒ごと) ことはどのような季節でも適切ではありません。寒冷前線がその地域を通り過ぎるときに気温の変化を調べるというような場合でも、あまり早すぎる測定は適しません。

以上のことを考慮して、この実験では 16 分間隔で 90 個 (24時間) のデータを収集することになります。

1. DataMate プログラムが自動的にセンサーを検出したら、 SETUP を押して Setup 画面に進んでください。

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

1:OK	3:ZERO
2:CALIBRATE	

2. または 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

```

3. TIME GRAPH を選択します。

```

TIME GRAPH SETTINGS
TIME INTERVAL: 2
NUMBER OF SAMPLES: 90
EXPERIMENT LENGTH: 180
1: OK          3: ADVANCED
2: CHANGE TIME SETTINGS

```

4. CHANGE TIME SETTINGS を押して，測定の間隔と測定の回数を設定し直します。

```

ENTER TIME
BETWEEN SAMPLES
IN SECONDS: 960

ENTER NUMBER
OF SAMPLES: 90

```

5. この実験では 16 分 (960 秒) ごとに 90 回の測定をするので，その値を次のように入力します。

ENTER TIME BETWEEN SAMPLES (測定の間隔) に対して **960** (秒)，NUMBER OF SAMPLES (測定の回数) に対して **90**。

Note : うまくいかなかったときには，これらの値を設定し直すことができます。実験の時間設定を慎重に行うことは，大変重要なことです。

```

TIME GRAPH SETTINGS
TIME INTERVAL: 960
NUMBER OF SAMPLES: 90
EXPERIMENT LENGTH: 86400
1: OK          3: ADVANCED
2: CHANGE TIME SETTINGS

```

6. これで準備が整いました。 OK を押して，Setup 画面に戻ってください。

```

CH 1: STAINLESS TEMP(C)
CH 2: TILIGHT
CH 3:
DIG :
MODE: TIME GRAPH-86400
1: OK          3: ZERO
2: CALIBRATE

```

7. さらに OK を押して，メイン画面に戻ります。

Collect the Data

1. 「測候所」を作りたい場所に、CBL 2 とグラフ電卓を設置します。

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

MODE:TIME GRAPH-86400

1:SETUP      4:ANALYZE
2:START      5:TOOLS
3:GRAPH      6:QUIT
```

2. メイン画面で [2] START を押します。

CBL 2 の緑色のランプが点滅し、音が鳴ります。CBL 2 がデータ収集中であることを示します。

データの収集は継続しながら、グラフ電卓を切り離すことができます。

```
COLLECTING DATA
CH 1:      23.0714
CH 2:      .0118499

PRESS STO TO STOP.
PRESS ENTER TO QUIT BUT
CONTINUE COLLECTING.
```

3. [ENTER] を押します (QUIT BUT CONTINUE COLLECTING)。
4. グラフ電卓を CBL 2 から切り離します。データの収集は継続しています。

Note : CBL 2 が動作をしている間、緑色のランプが点滅を続けます。24時間後にデータの収集が終了します。

データの回収

実験が終了したら、以下のステップにしたがって CBL 2 のデータをグラフ電卓に回収してください。

1. グラフ電卓を CBL 2 に接続します。
2. DataMate プログラムを再び起動します。
3. メイン画面で [5] TOOLS を選択します。

```
TOOLS
1:STORE LATEST RUN
2:RETRIEVE DATA
3:CHECK BATTERY
4:RETURN TO MAIN SCREEN
```

4. [2] RETRIEVE DATA を押してください。

CBL 2 のデータが電卓に転送されると、どのグラフを表示するかのメニューが表示されます。

```
▶ CH1-TEMP(C)
  CH2-LIGHT
  CH2-VS. CH1

1:MAIN SCREEN  3:RESCALE
2:MORE
```

5. x 軸が時間、y 軸が気温であるグラフを表示したいときには、やを用いてカーソルを CH1-TEMP(C) に合わせ [ENTER] を押します。
6. x 軸が時間、y 軸が光の強さ (日照) であるグラフを表示してみてください。

Analysis

データをグラフと数値の両面から見て、その変化のパターンを調べてみましょう。

1. 実験してみて、実験前に立てた仮説は保たれましたか。
2. 実験中の時間に対する天候の変化について、データは何を示していますか。
3. 天候の変化をより詳しく説明するには、何をすればよいでしょうか。
4. 探究すべきほかの関係が何か見つかりましたか。

Going Further

異なる天候のときに、この実験を試みてください。寒冷前線や温暖前線が通過するときのデータを収集してみると良いでしょう。

湿度計や気圧計など異なるセンサーを利用して測定し、天候のより複雑な側面を探究してみてください。

インターネットを用いて、住んでいる地域の気温のデータを調べてください。実験で収集したデータとうまく一致するでしょうか。

Student Data Reporting Sheet

1. 実験器具の設定の様子をスケッチしてください。「天候」を左右する要素との関係がわかるように、設置場所の様子やセンサーの向きも描き込んでください。また、それらの要素(太陽, 風, 暖房・冷房など)の名前も記入してください。

2. 用いたセンサーの種類と測定の単位を下の表に記入してください。

チャンネル	センサー	単位
1		
2		
3		
DIG/SONIC		

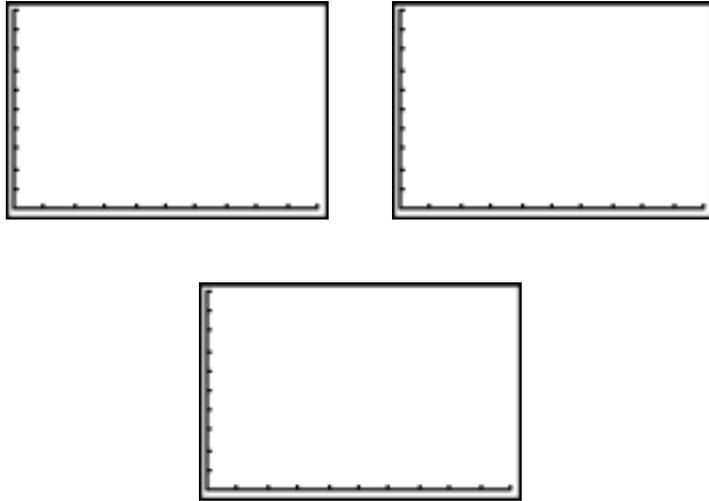
3. 測定時間などについて、適切な単位をつけて下に記してください。

測定の間隔 (秒単位で) _____

測定の回数 _____

測定時間 _____

4. x 軸が時間, y 軸が気温であるグラフ, および x 軸が時間, y 軸が光の強さ (日照) であるグラフを下図にスケッチし, 必ず軸にラベルと単位を記入してください。よりわかりやすいグラフがあれば, それも記入してください。



5. これで一組のデータを得たわけですが, 現在探究している天候の要素の間の関係 (この例では気温と日照) について, より深く理解するためにどのように実験を改良すればよいでしょうか。追加の, または異なるセンサーの利用, 時間設定の変更, 実験場所やまわりの環境の変更などについて述べてください。

6. 問1-5 の答えを利用して, この測定の実験レポートを作成してください。収集したデータについて, そのデータを得るのに実験中に起こったことを記してください。また, 不規則なデータについても説明してください。

Teacher Section

理論

気象情報のデータを調査する場合、実験計画の設計が決定的に重要な部分になります。変数を統制し、測定する対象に適した測定時間や測定間隔を選択するとともに、センサーの許容誤差を考慮に入れることも非常に大切です。気象データの収集例としては、前線が通過するという事象や昼と夜の違い(放射冷却など)、年間を通じた四季の変化、台風や竜巻などのいろいろな嵐などがあげられます。

気温と光の強さ(日照)を測定した実験では、たとえば次のようなデータになるでしょう。

時刻(秒)	気温(°C)	光の強さ
960	23.8333	0.7882
2880	23.6429	0.718241
7680	23.7381	0.523911
14400	22.6136	0.196464
18240	21.5	0.01185
24960	20.093	0.00602
38400	18.5714	0.00602
44160	18.1905	0.00602
60480	17.8095	0.00602
62400	18	0.008935
68160	18.7619	0.078894
72960	20.186	0.452008

解答例

1. スケッチには設置場所の様子やセンサーの向き、センサーによって検出される値に影響を与えるすべての「原因」を記しておくといいいでしょう。写真をとっておくと便利ですし、のちにウェブページに掲載することもできます。
2. この節の実験では、表は次のようになります。

チャンネル	センサー	単位
1	気温	
2	光の強さ(日照)	単位なし(相対値)
3	未使用	
DIG/SONIC	未使用	

3. この節の実験では、
測定の間隔 (秒単位で) : 960 秒
測定回数 : 90 回
測定時間 : 24 時間
4. グラフはともに x 軸が時間ですが、2つのセンサーから得られるデータ (ここでは気温と日照) の関係を見ると、より深い洞察に至るかもしれません。加えて、x 軸が時間で、y の値が 2つあるグラフ (ここでは気温と日照) を用いると、よりわかりやすくなるでしょう。その際、グラフに注意深く単位をつけてください。
5. 解答は行った実験によって異なりますが、解答に期待されるのは次の2点です。1つは、測定する対象 (ここでは気温と日照) のより詳しい情報を得るために、時間の設定を修正する必要があること。2つ目は、測定する対象 (ここでは気温と日照) を用いた仮説をより詳しく検証するために、センサーの追加や削除を検討することです。
6. 解答は行った実験によって異なります。

発展課題

この「測候所」実験では、どのようなセンサーを用いてもかまいません。たとえば、気圧計、湿度センサーなどです。中には調整 (calibrate) の必要なセンサーもあります。その場合、Setup 画面で、そのセンサーの接続されたチャンネルにカーソルを合わせ、2:CALIBRATE を選択してください。

パソコン用ソフトの TI-InterActive!™ や TI-GRAPH LINK™ を利用している場合には、実験から得られたデータやグラフを生徒の実験レポートに入れることができます。TI-InterActive! の場合は、インターネットからダウンロードした地域の気温情報なども含めることができます。TI InterActive! の詳細については、次のウェブサイトを参照してください。

<http://www.ti.com/calc/docs/interactive/index.html>

参考文献

Data Collection Activities for the Middle Grades with the TI-73, CBL and CBR:
Johnston and Young; Activity 5: Light and Day; TI Explorations™ Book.

Real-World Math with the CBL System: Activities Using the TI-83 and TI-83 Plus:
Brueningsen, Bower, Antinone, and Brueningsen-Kerner; Activity 21: And Now, the Weather...; TI Explorations Book.