

1： データロガーを用いた環境計測の基礎

担当：植山雅仁
実習場所：B11 棟・238 号室

1. 実習の目的

データロガーとは、各種データを記録する機器のことである。今回の実験で使用する Campbell 社の CR1000 データロガーは、データの記録機能に加えて、計測機器の制御、四則演算、データ解析、PC への接続などの機能を有する高性能なデータロガーであり、実際の環境計測に広く用いられている機器である。今回の実験では、計測機器から送られてくるアナログ信号（電圧値）を記録する方法についてを学び、データロガーを用いた簡単な環境計測が出来るようになることを目的とする。

2. データロガー

2.1 LoggerNet ソフトウェア

CR1000 データロガーは、LoggerNet というソフトを使用することでパソコンと接続することができる。図 1 は、LoggerNet 実行時に表示されるツールバーである。今回の実習では、LoggerNet が提供する機能の中から、1) Setup、2) Connect、3) CRBasic の 3 つの機能を学習する。



図 1. LoggerNet ツールバー

- ① Setup : PC とロガーを接続するための設定をする。
1. RS-232-USB 接続ケーブルをパソコンに接続する。
 2. デバイス・マネージャーから、USB Serial Port のポート番号を確認する。
 3. Setup ダイアログを立ち上げ CR1000 ロガーを LoggerNet に登録する。(図 2)

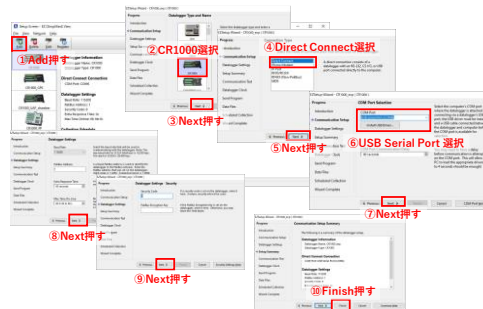


図 2. CR1000 ロガーの設定登録の方法

- ② Connect : PC とロガーを接続する。
1. 登録したデータロガーを選択する。
 2. Connect ボタンを押してロガーに接続する。
 3. 計測されたデータの回収時にボタンを押す。
データは、「c:\Campbellsci\LoggerNet\」に保存される。
 4. 制御用プログラムを送信時に使用する。
 5. 計測中のデータをグラフ表示、数値表示する。



図 3. Connect ダイアログ

③ CRBasic : ロガー制御のためのプログラムを作成する。

CRBasic でプログラムを作成するためのエディタが立ち上がる。プログラミングの方法については、2.3 に記載する。

2.2 CR1000 データロガーの配線

CR1000 データロガーの外観を図 4 に示す。CR1000 は、シングルエンド計測の場合は 16 チャンネルの、差動 (ディファレンシャル) 計測の場合は 8 チャンネルの電圧値を同時に計測することが可能である。各測定機器からの信号は、青色で囲まれた計測部に配線を接続する。CR1000 は、DC12V で動作し、赤色のコネクタを接続することで電気が供給される。電源の+/-を逆につなぐと機器が故障するため、電源の+/-は間違っず接続しないよう注意をする。必ず電源の+は赤色、-は黒色の配線で配線する。

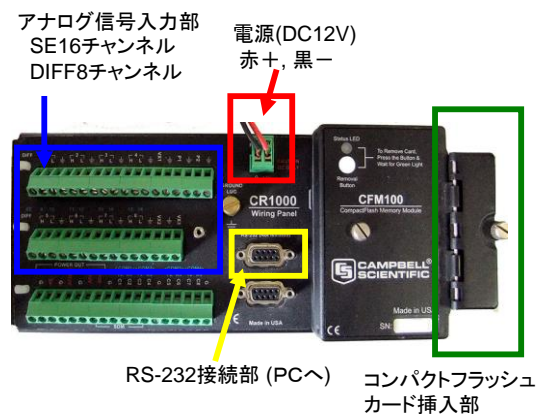


図 4. CR1000 データロガー

CR1000 とパソコンは、RS-232 ケーブルを用いて接続する(図 5)。RS-232 とは、パソコンと周辺機器を接続するためのシリアル通信方式の規格名称である。パソコンとの接続により、パソコンからロガープログラムを送信したり、データをパソコンに回収したりといったことが可能となる。

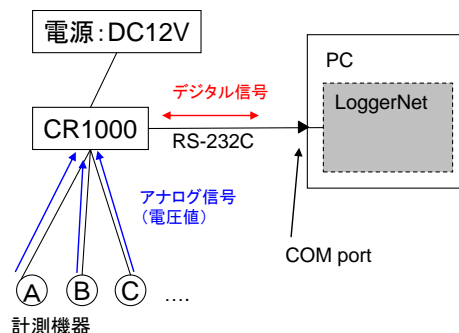
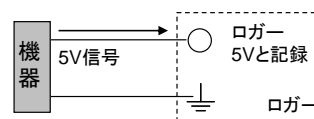


図 5. データロガーと PC の接続法

シングルエンド計測

シングルエンド計測では、アナロググラウンドの 0V を基準として、測定部の信号の電圧値を記録する。例えば、計測機器からの 5V の信号が読み出される場合、単純に 5V が計測値として記録される (図 6a)。

(a) Single end (SE)計測



(b) Differential (DIFF)計測

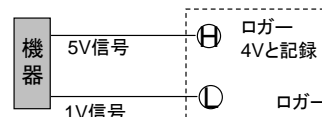


図 6 シングルエンド・ディファレンシャルエンド計測

差動(ディファレンシャルエンド)計測

差動計測では、H (High)と L (Low)の電圧値の差を信号として記録する(図 6b)。例えば、H に 5V、L に 1V の電圧が出力される場合、ロガーはその差である、4V を実際の計測値として読み出す。差動計測では、H、L の信号に共に同様のノイズが乗るよう場合、その差を計測することから、ノイズをキャンセルできるというメリットを持つ反面、シングルエンドで計測した場合に比べて倍のチャンネルを必要とするデメリットを持つ。

```
'CRBasic では、同じ行内の「'」文字以降の文字がコメント文として読み飛ばされる
' 赤色【命令・関数】、青色【変数名】、ピンク色【テーブル名】
'Declare Public Variables  【はじめに使用する変数を定義する】
Public PTemp, batt_volt, Dest1, Dest2, ThermoCouple1

'Define Data Tables  【書き出したデータを列挙する】
DataTable (Test, 1, -1)          '【Test というデータテーブルを定義】
DataInterval (0, 15, Sec, 10)  '【15 秒毎(Sec)にデータを書き出す】
CardOut (0, -1)                '【データをコンパクト・フラッシュ・カードに書き出す】
Minimum (1, batt_volt, FP2, 0, False) '【batt_volt データの最小値を整数(FP2)として書き出す】
Maximum (1, Dest1, FP2, 0, False)  '【Dest1 データの最大値を整数(FP2)として書き出す】
Average (1, Dest1, FP2, 0)        '【Dest1 データの平均値を整数(FP2)として書き出す】
Sample (1, PTemp, FP2)          '【PTemp データの瞬時値を整数(FP2)として書き出す】
EndTable

'Main Program  【計測に関する情報を記入する】
BeginProg      '【制御部のはじめは BeginProg を書き、終わりは EndProg を書く】
Scan (1,Sec,0,0) '【1 秒毎にデータをスキャンする】
PanelTemp (PTemp, 250) '【ロガーの内部温度を読み取り、PTemp という変数に記録】
Battery (Batt_volt) '【ロガーの電圧を読み取り、Batt_volt という変数に記録】
VoltSe (Dest1, 1, mV5000, 1, True, 0, 250, 2.0, 0.0) '【SE1 の電圧値に 2.0 を掛けて 0.0 を加えた値を Dest1 記録】
VoltDiff (Dest2, 1, mV5000, 2, True, 0, 250, 3.0, 1.0) '【DIFF1 の電圧値に 3.0 を掛けて 1.0 を加えた値を Dest1 記録】
TCDiff (ThermoCouple1, 1, mV2_5C, 3, TypeT, TRef, True, 0, 250, 1.0, 0) '【DIFF3 に接続された熱電対の温度を ThermoCouple1 記録】
'Call Output Tables
CallTable Test          '【Test テーブルを呼び出してデータを書き出す】
NextScan
EndProg
```

図 7 CRBasic プログラムの一例 (①はテーブル定義部、②は測定部)

2.3 CRBasic プログラミング

CR1000 のロガーの制御は、CRBasic と呼ばれるプログラム言語を介して行なわれる。CRBasic のプログラムは、データ宣言部(図 7①)、テーブル宣言部(図 7②)、測定部(図 7③)の 3 つに分けられる。データ宣言部では、プログラムに使用する全てのデータを変数として予め定義しておく。実数データの宣言を行なう時は、Public を先頭に書き、続けて定義する変数の名前 (任意の名前) を順に記載する。

テーブル宣言部(図 7②)では、記録に関する設定を行なう。どのデータを書き出すのか、どの時間間隔で書き出すのかなどを記述する。主な命令は以下の通りである。

DataTable : テーブルを宣言する。(図 7 の場合は、Test という名前のテーブルを宣言)

DataInterval : 記録する頻度を明記する。

Cardout : コンパクトフラッシュカードにデータを記録する。

Sample : 瞬時値を記録する。

Maximum : 前回の記録から今回の記録までの間での最大値を記録する。

Minimum : 前回の記録から今回の記録までの間での最小値を記録する。

Average : 前回の記録から今回の記録までの間での平均値を記録する。

* 図 7 で、FP2 と記載されているのは、整数としてデータを書き出すことを明記している。整数には、FP2 以外に、IEEE4 という型がある。IEEE4 は、FP2 よりも有効桁数が 2 倍多く、より正確な記録が出来る反面、記録にかかるデータ容量が 2 倍になってしまう。通常の微気象データの記録には FP2 で十分である場合が多いが、乱流データ等の微細な変化を記録する必要がある場合は、IEEE4 型でデータを記録する必要がある。

測定部(図 7③)では、測定の詳細やログの制御に関する命令を記述する。

BeginProg : 測定部の命令は、**BeginProg** と **EndProg** の間に記載する必要がある。

Scan : 計測の間隔を記載する。図 7 の場合だと、1 秒毎に計測する事になる。

2 秒毎に計測の場合は、**Scan (2,Sec,0,0)** となる。

0.1 秒毎に計測の場合は、**Scan (100,mSec,0,0)** となる。

(mSec : ミリ秒, Sec : 秒, min : 分, hr : 時, day : 日)

Scan ~ NexScan の間に書かれた命令を指定された間隔で計測する。

Scan / NextScan 文は、1 つのプログラムで何回も書くことが出来る。

PanelTemp : ログのパネル温度を測定する。

Battery : ログへ供給される電源電圧を測定する。

VoltSe : シングルエンドでの電圧値を計測する。

VoltDiff : ディファレンシャルエンドでの電圧値を計測する。

TCTSe : シングルエンドで接続された熱電対の温度を計測する。

TCTDiff : ディファレンシャルエンドで接続された熱電対の温度を計測する。

VoltSe (Dest1, 1, mV5000, 1, True, 0, 250, 2.0, 0.0)

データを記録する変数 SEチャンネル番号 (1~16) スロープ オフセット (*2参照)

電圧のレンジ設定(*1参照)

*1 レンジについて

VoltSe、**VoltDiff** コマンドでは、3 つ目の引数で電圧値のレンジを指定する。ログでは、ここで指定された幅の電圧値を読み取る。指定した電圧以上の電圧がかかったときは、異常値が記録される。また、信号に対してレンジを広く取りすぎると、データに十分な解像度が出なくなるため、測定機器の仕様に応じて適切なレンジを指定する必要がある。

表 1 ログのレンジ設定

指定方法	レンジ
mV5000	±5000 mV
mV2500	±2500 mV
mV250	±250 mV
mV25	±25 mV
mV7_5	±7.5 m
mV2_5	±2.5 mV

*2 スロープとオフセットについて

VoltSe、VoltDiff、TCSe、TCDiff コマンドの最後の 2 つの引数は、それぞれ、Slope と Offset 値である。これらの値を用いて、実際に計測される電圧値から物理量に変換してデータを記録することが出来る。

$$\text{物理量} = \text{電圧値} \times \text{Slope} + \text{Offset}$$

Slope と Offset をそれぞれ 1.0、0.0 と指定した場合は、電圧値がそのまま記録される。

3. 使用する機器等

ノートパソコン

データロガー(CR1000, Campbell, USA), DC 電源(PR18-1.2A, Kenwood, Japan)

RS-232-USB 接続ケーブル (SRC06-USB, Arvel, Japan)

熱電対, 光量子センサー, 芯ケーブル

赤外線 CO₂/H₂O ガス分析計(LI-6262, Li-Cor, USA)、 Zero/Span 標準ガス、チューブ、流量計、
工具

4. 練習課題

1. 光量子センサーの電圧値、熱電対温度計からの温度を記録する CRBasic のプログラムを作成せよ。

観測インターバル：1 秒

記録項目 (インターバル：1 分)：ロガー電圧 (最小値)、パネル温度 (平均値)、
光量子センサー電圧 (平均値)、熱電対温度 (平均値)

記録項目 (インターバル：1 秒)：ロガー電圧 (瞬時値)、パネル温度 (瞬時値)、
光量子センサー電圧 (瞬時値)、熱電対温度 (瞬時値)

5. 次週までの課題

次週は、前期の実験の熱収支計測システムに CO₂ フラックスを計測するためのシステムを加えた計測システムを野外において構築する。計測に用いるためのロガーのプログラムを作成し、次回実習の前日の午前中までにメールで提出すること。

プログラムの作成に当たっては、以下のプログラムを参考にすること。