

C 言語と電子工作・センシングの基礎学習

宮城県仙台第三高等学校, 授業者: 菅井 道子

校種: 高等学校, 実施教科: SSH 情報 (学校設定科目)

実施単元: コンピュータの活用, 実施学年: 理数科 2 年生

使用したプログラミング言語や実行環境

- C 言語(Borland C++ Compiler 5.5) … フリーソフト
【ダウンロード元】 <http://www.embarcadero.com/jp/products/cbuilder/free-compiler>
- GrWin グラフィクス・ライブラリ Version 1.1.0 … フリーソフト
【ダウンロード元】 <http://spd1.sci.shizuoka.ac.jp/grwinlib/>
- Cpad for Borland C++ Compiler Version 2.3.1 … 送金義務のないシェアウェア
【ダウンロード元】 <http://hp.vector.co.jp/authors/VA017148/>
- Arduino IDE 1.0.5-r2 … フリーソフト
【ダウンロード元】 <http://arduino.cc/en/main/software>
- いずれも事前にダウンロードし, 各 PC にインストールして使用。

教室の設備・環境

- **実施場所:** コンピュータ室
 - 46 台のデスクトップパソコンがあり, CPU は Core i3 で 3.3GHz, メモリは 4GB 搭載, ディスプレイは 17 インチ, OS は Windows7 (32bit 版)。
 - コンピュータ室には有線 LAN が整備されており, 生徒は各自のアカウントを使って授業用サーバにログインして使用。
 - 各 PC に個人のファイルやプログラムなどを格納することはできないが, 授業用サーバ上の生徒個人のフォルダは自由に使用可能。
 - 授業用サーバ上の 2 つの共有フォルダを仮想ドライブとして提供している。1 つは, 教員が指示ファイルや資料を入れておく「共通」フォルダであり, もう 1 つは, 生徒がファイルなどを共有するための「生徒用」フォルダ。
 - e-learning システム Moodle Version2 を授業用サーバ上で稼働させ, 課題の提出をするよう指示。
【参考】 <https://docs.moodle.org/2x/ja/>
 - マイコン制御には Arduino Uno R3 を使用。ブレッドボードや電子部品がセットになっている「Arduino をはじめようキット」のほかに, 温度センサ「LM35DZ」を用意。4 人に 1 セットを配分。
【参考】 <https://www.switch-science.com/catalog/181/>
 - コンピュータ室にはプロジェクトと 100 インチのスクリーンが 2 組あり, 課題の指示や配線の説明時に使用。

授業の様子



ディスプレイに映した写真を見ながら間違わずに部品配置ができるようにと資料を工夫した。



プログラムの意味を考えながら打たせるために, コピー & ペーストができない資料作りをした。



実行やプログラム改良時には生徒同士教え合ったり, 意見を出し合ったりするように促した。

全体指導計画（全体 8 時間計画）

1. C 言語プログラミング（プログラミング手順）……………（1 時間）
2. C 言語プログラミング（順次）……………（1 時間）
3. C 言語プログラミング（選択）……………（1 時間）
4. C 言語プログラミング（繰り返し）……………（1 時間）
5. 電子工作・センシングの基礎（LED の制御）……………（1 時間）
6. 電子工作・センシングの基礎（ボタンや光センサによる制御）……………（1 時間）
7. 電子工作・センシングの基礎（温度センサによる室温測定）【本時 1/2】…（2 時間）

授業の概要

授業の目標：計測機器としてのコンピュータについて主体的に探究し、さまざまなセンサについての思考を深め、表現する。（関心・意欲・態度）（思考・判断・表現）（技能）（知識・理解）

評価規準

- A**・・・温度センサによる室温測定において様々な視点から考察を述べることができ、それをもとに自分の課題研究で使えるようなセンシング技術を提案することができる。
- B**・・・温度センサによる室温測定で得た結果を考察として述べる事ができ、一般によく知られているセンシング技術についてまとめることができる。
- C**と判断した生徒への手立て・・・課外での個別指導により、演習手順および使用するプログラムを再提示・説明し、理解度を確認しながら演習を完遂させる。

指導過程：（7. 電子工作・センシングの基礎（温度センサによる室温測定）【本時 1/2】）

	教員の働きかけ	予想される生徒の反応	指導上の留意点
導入 (5分)	1.前時の CdS セル（光センサ）による LED 制御についての確認をし、自分たちの課題研究にマイコンと何らかのセンサを生かせる可能性があることを示唆する。	1.自分たちの課題研究に生かせるセンサはないか考え始める。 ◎マイコン+センサ+スケッチ（=プログラム）を課題研究に役立たせる。	1.前時のうちにセンサの種類を提示し、自分たちの課題研究との関連を考える時間を確保する（考えてくるだけの宿題を課す）。
	【導入場面のここがポイント】 実際に課題研究で活用するときのことを考え、市販や Web サイト上に記載されている、入手しやすいセンサを使用した簡単なセンシング事例を挙げる。		
展開 (35分)	2.実習中の注意事項を確認させる。	2.実習中の注意事項を確認する。	2~6.プロジェクトで図や写真入りの説明 PPT スライドを表示しながら説明する。 ※PPT：PowerPoint
	3.本時で使用する温度センサについて説明する。	3.温度センサについての知識を得る。	
	4.本時の課題を提示する。	4.本時の課題を知る。	
温度を 1 秒おきに測ってみよう			
	5.ブレッドボードの配線写真、およびスケッチ（=プログラム）を提示し、作業順序を確認させる。	5.作業順序を確認する。	【展開場面のここがポイント】 ・提示資料からスケッチ（=プログラム）をコピー＆ペーストできないように工夫をし、何をしているコードなのか説明を反芻しながら入力するように促す。 ・分からないことが生じたときにはすぐに誰かに聞くのではなく、まずは前時までの資料を探すように促す。 質問を受けた場合にも資料を目の前で探させ、それを読ませた上でこちらから発問をし、それに答える形で自ら解決ができるように方向付けをする。
	6. スケッチ（=プログラム）の説明をする。	6. スケッチ（=プログラム）の説明を聞き、どの部分でどのような制御をしているのかを理解する。 ◎どの部分でどのような制御をしているのかを把握しておくことにより、スケッチ（=プログラム）の修正ができるようになり、自分の考えにより制御ができるようになる。	
	7.作業を開始させる。	7.前時までの実習を踏まえた上で、ブレッドボードへの電子部品の配置、Arduino との接続、スケッチ（=プログラム）の入力と実行ができる。	
まとめ (10分)	8.本時の実習の考察と、身の回りでセンシングを生かせるような場面についてのアイデアをメモ帳に入力させ、Moodle で提出させる。	8.本時の実習で得た結果から考察をし、身の回りでセンシングを生かせるような場面を考える。 ◎自分たちの課題研究に生かすことをまず考え、それを実行に移すにはどうしたら良いかを次に考える。 ◎社会ですでに活用されている場面や、新たに活用できそうな場面を考えることができる。	8.自分たちの課題研究で生かすことを第一に考えさせ、それができそうにない場合に社会で活用できる場面がないかを考えるように促す。
【まとめ場面のここがポイント】 自己の学習履歴管理のため LMS にアイデアを登録させ、学習の振り返りを可能にしておく。			

生徒の作品例

どのようなプログラムか

- 今回は生徒自らが考えて作るのではなく、提示されたプログラムの説明を受け、その説明を頭の中で反芻しながらプログラムを入力し、実行に移すという流れである。
- ブレッドボード上に温度センサを配置し、それをジャンパワイヤで Arduino に接続することで、室温を測定することができる。
- 1 秒おきに温度センサから出力される電圧値を Arduino で読み取り、その値を摂氏温度に換算して PC 上で動いている Arduino IDE 付属のシリアルモニタに表示する。



ブレッドボード 温度センサ

シリアルモニタ

どのように動くか

下図は生徒に配布したプログラム

```

/* 温度計測 (0℃~100℃) */
const int A_0 = 0;           // アナログ入力ピン番号
float A_val;                 // アナログ入力値
float tempC = 0;            // 摂氏値 (℃)
int cnt = 1;                 // 測定回数

void setup()
{
  // シリアル通信速度
  Serial.begin(9600);        // 9600bps で送信
}

void loop()
{
  // ①アナログピンから計測値を取得 (0~203)
  A_val = analogRead( A_0 );

  // ②摂氏温度に換算
  tempC = ((5 * A_val) / 1024) * 100;

  // ③シリアルモニタに出力
  Serial.print(cnt);         // 測定回数
  Serial.print('\t');        // タブ
  Serial.println(tempC);     // 温度 (摂氏)

  // ④測定回数カウントアップ
  cnt = cnt + 1;

  // ⑤1秒停止
  delay(1000);
}

```

【変数宣言】

温度センサから電圧値が入力されるピン番号に合わせて A_0 と命名。他の変数にも、誰が見ても分かりやすい命名をする。

【setup 関数】

プログラムが動き始めたときに 1 度だけ実行される関数。ここでは、PC へ摂氏温度データを送信する際の速度を指定している。

【loop 関数】

setup 関数終了後、電源が入っている間、繰り返す関数。ここでは、次の①から⑤を 1 セットとして繰り返す。

- ①温度センサから電圧値を取得する。使用している温度センサの仕様により、0~100℃までの測定であれば温度センサから送られてくる値は0~203である。
- ②温度センサの仕様をもとに、摂氏温度を求めるために計算式を設定。
- ③PC に測定回数と摂氏温度を送信して、Arduino IDE 付属のシリアルモニタに表示。
- ④測定回数をカウントアップ。
- ⑤処理を 1000 ミリ秒(=1 秒)停止する。

生徒の変容や生徒の感想より

生徒の変容

- プログラミングは難しく自分にはできないものと捉えていた生徒も、回を重ねることにより積極的に実習に臨む姿が見られた。
- 最初は提示されたプログラムを入力するだけであったが、指示を出さなくてもプログラムの改良を試みる生徒も現れた。
- 生徒同士で意見を交換しあったり、教え合ったりする場面も見られ、そこから考察が深まっていた。
- 当初はプログラミングに乗り気でなかった生徒が多かったが、授業を終えた時点で自分たちの課題研究にプログラミングを取り入れたいと申し出るグループが出始め、この報告書作成時点では3グループがプログラミングに取り組みたいと意思表明している。
(※課題研究：学校設定科目「SSH 課題研究」におけるグループでの研究活動を指す)

生徒の感想

- 温度を一定時間ごとに自動で計測することが、今回のような部品を用いることで可能であるということが驚きだった。
- 課題研究ではヤスデの歩行ロボットを作りたいので、加速度センサによって歩く速さを変えたり、超音波距離センサや赤外線センサによってぶつからないで歩くロボットを作ったりするのに役立ちそうだ。

この授業のお勧めポイントと実施上の留意点

題材のおすすめポイントと留意点

- センシングでのリアルタイム処理やアナログ処理をシンプルに記述できる Arduino を使うことで、電子工作初心者にも理解しやすいという利点がある。
- 理工系大学を目指しているがプログラミングや電子工作は難しそうと自分にはできないと消極的な姿勢の生徒に、「やってみたら意外とできる」と自信をつけさせることができる。それにより、進路選択の幅が広がることが期待できる。

指導方法のおすすめポイントと留意点

- プログラムを見て写すだけでも、何を表しているのかが理解できていないとコンパイルエラーを取り除けないため、プログラムの論理構造やアルゴリズム（処理手順）を丁寧に説明することが重要である。
- プログラミングに興味があるという生徒に対しては、変数名を自分で命名し直してプログラムを入力するように指導する。それにより、生徒の理解度が把握できる。
- 電子部品を扱うのが初めてという生徒がほとんどなので、取り扱いを誤るとショートするという事に留意させるが、誤操作を恐れて手が付けられないという生徒が出ないように、配線を分かりやすく説明した写真を用いて丁寧な説明を心がける。

その他

- 教員の指示通りに生徒が操作することで完了する実習であるが、指示通りに終わることだけで満足しないように、さまざまな発問をして考察を深めさせたり、プログラム改良の行動を起こさせたりするために、生徒の様子をみながらその都度適切なキューを出せるように心がけたい。
- 今回は予算上、電子工作キットを4人に1セットの配分であったので、1人当たりの使用時間を制限する必要があった。生徒には時間の管理能力も身に付けさせる必要がある。

参考

- Massimo Banzi 著、船田巧 訳：Arduino をはじめよう、オライリージャパン（2012）
- 小林茂：Prototyping Lab, オライリージャパン（2010）
- 高本孝頼：みんなのArduino入門, リックテレコム（2014）