

課題探究学習での活用を想定した ドリトルとラズベリーパイによる計測実習の実践報告

間辺 広樹¹ 大村 基将² 林 康平² 兼宗 進²

概要：課題探究学習のような問題解決能力を育てる教育が求められている。課題探究学習には、学習者自身で研究テーマを設定することの難しさがある。本研究では、課題探究学習での活用を想定し、ドリトルとラズベリーパイを組合せたデータ計測実習環境と、オンラインでデータの取得状況を監視するデータ蓄積サーバを構築した。これらを利用した「センサーによるデータ計測実習」を普通高校で授業実践した結果から、課題探究学習や情報科学教育への活用法について考察する。

キーワード：総合的な学習の時間、課題探究学習、計測制御教育、プログラミング教育

Report of Measurement Practice by using Dolittle and Raspberry Pi for Inquiry-Based Learning

MANABE HIROKI¹ OMURA MOTOMASA² HAYASHI KOHEI² KANEMUNE SUSUMU²

Abstract: Educational methods to grow up solving problem abilities, such as inquiry-based learning, are required in high school. However, it is difficult for students to conceive research themes in such learning. This paper reports a measurement practice for the inquiry-based learning in a high school. We developed a sensing learning system because students could conceive research themes. It is combined Dolittle, Raspberry Pi and a data-stored server on web. Through 10 days outreach lessons at a high school, students became to think about original research theme by using sample programs.

Keywords:

1. はじめに

初等中等教育において課題解決型の学習が求められるようになってきた。平成 26 年 12 月に中央教育審議会から出された高大接続改革実行プランによれば、「自ら課題を発見し、その解決に向けて探究し、成果等を表現するために必要な思考力・判断力・表現力等の能力」を育むことを求めている [1]。また、人物重視の入試を導入する大学も増える傾向にある [2]。このような流れから、研究などの課題探究学習をどのよう指導していけばよいかを考えることが必要である。一方、課題探究学習には「研究テーマを設定する難しさ」がある。

高校生の研究を支援する文献 [3] によれば、高校生が行う研究は「何らかの学術的問題を提起すること」であり、「人類にとって、あるいは高校生の知識の範囲では未解決である」問題に取り組むことを求めている。逆に、『研究とは言えない典型』を、次の 3 点にまとめている。

- (1) そもそも問題に取り組んでいない
- (2) ほとんど誰も解決を望んでいない問題に取り組んでいる
- (3) 答えがわかりきった問題に取り組んでいる

研究について素人である高校生にとって、この違いを理解することは難しい。特に、高校生が日常的に行っている「勉強」と、何らかの課題解決を図ろうとする「研究」との区別はつきにくいことから、『研究とは言えない典型』へと陥り、「梅干しに抗菌効果はあるか」といった周知の事実を

¹ 神奈川県立柏陽高等学校

² 大阪電気通信大学

テーマとしてしまうことなどが推測される。

筆者らは、データを通して身近な問題の解決を図ろうとする態度を身に付けさせることが必要であると考えた。そして、データを実際に計測したり、計測方法がわかるようになることが、独創的な研究テーマの着想を助けると考えた。

そこで、様々な種類のデータを計測・収集し、活用するための環境を整えることを検討する。しかし、一般の計測機器は多様であるため、個々の計測機器を使いこなすまでには時間が掛かる。また、高価なものも多いため、収集するデータ毎に用意することは現実的ではない。そこで、シングルボードコンピュータに着目した。そのメリットの一つはデータの入出力ポートを有していることにある。そのため電子部品として市販されているセンサーと組合せれば、計測機器に仕立て上げることができる。センサーは安価で種類も豊富にあるため、様々なデータを計測することが可能になる。制御のためのプログラミング言語も統一すれば、使用感も統一できる。また、計測したデータを Web 上のサーバへと蓄積する仕組みも整えれば、いつでも監視できる安価で汎用性の高い『高校生向け研究用計測システム』の構築が可能となる。

辻らは、ラズベリーパイを用いて中学校や高等学校での計測実習を行っているが [4]、プログラミング言語として Python を用いているため、スペルミスやインデントに関するミスが、学習者を戸惑わせたことを報告している。そこで、本研究では同種の戸惑いを生じさせないために、日本語でプログラミングできるドリトル [5] を用いる。ドリトルは、高等学校の情報科の教科書 [6] にも採用されているため、潜在的なユーザが多いと考えられる。

本稿では、この学習環境を高等学校の特別講習で実施した結果から、受講した生徒が学習内容をどのように受け止め、研究の姿勢を身に付けようとしたかを示す。また、このような学習はこれまで中学校や高等学校において例がないものであり、中学校の技術・家庭科の計測・制御分野や、高等学校の情報科学教育としても意味ある実践になる可能性がある。そこで、これらの授業として実施した場合に期待できる学習効果と、実践に向けての課題についても考察する。

2. 計測実習環境の構築

筆者らが構築したいと思ったデータ計測システムは、生徒の使いやすさを最優先に考えたものである。そこで主な仕様を以下の 3 点に定めた。

- (1) 各種のセンサーを簡単に接続することができる
- (2) プログラミングの初心者でも扱うことができる
- (3) 記録したデータをいつでも確認することができる

この仕様を満たす環境として、ハードウェアにラズベリーパイ、プログラミング言語にドリトル、センサーの規

格として I2C 通信を選んだ。以下にその概要を示す。

2.1 ラズベリーパイ

ラズベリーパイとは、イギリスのラズベリー財団にて教育目的で開発された手のひらサイズのシングルボードコンピュータである。1 台が数千円と安価でありながら、ディスプレイやキーボードを接続すれば、パソコンとして機能する。また、GPIO (汎用入出力) を備えている。GPIO のポートをブレッドボード等を用いてセンサ、LED、モーター等と接続すれば、プログラムから直接制御できるようになる。その他にも、教育目的に作られたからこそ使えるマイクラフトや Mathematica などの特殊なソフトウェアを利用できるといったメリットもある。

2.2 ドリトルとサンプルプログラム

プログラミング言語は、ドリトルを選んだ。ドリトルは日本語で記述する教育用のプログラミング言語であるため、プログラミング経験の乏しい学習者でもプログラムの作成や改変が行いやすい。これによってプログラミング経験の有無に左右されずに使える計測システムになる。

ただし、ドリトルについては、ラズベリーパイの GPIO を制御できる仕様になっていなかった。そこで、ドリトルの開発元 [5] に、次節で示すセンサーモジュールが利用できることも含めたラズベリーパイへの対応を依頼した。更に、プログラミング未経験の学習者でも容易に意味を理解して、自分が欲しいデータを得られるような改変可能なサンプルプログラムの作成も依頼した。

2.3 I2C 通信とセンサーモジュール

I2C は、シリアル・クロックとシリアル・データの 2 本の信号線で通信する通信方式である。複数のスレーブをバスに接続することができるため、同時にいくつかのセンサーを利用することができる。また、センサーモジュールも開発されているため、複雑な電子回路をつくることなく、センサーを利用できるメリットもある。筆者らも 4~5 本のジャンパーワイヤーで容易に接続できる次のセンサーモジュールを用いて、実習に使うこととした (図 1)。

- 温湿度：HDC1000 使用温湿度センサーモジュール
- 照度：TSL2561 使用照度センサーモジュール
- 気圧：LPS25H 使用気圧センサーモジュール

3. 実証実験

実証実験は、H 高校にて 5 日間にわたる講習を 2 回実施して行った。H 高校は、数学や理科を得意とする生徒が多く集まっている学校である。科学的な学習活動の充実が学校の特色の 1 つであり、1 年次の「総合的な学習の時間」では、グループによる研究活動を行っている。ただし、前述した研究テーマを見つけることの難しさは、H 高校にも

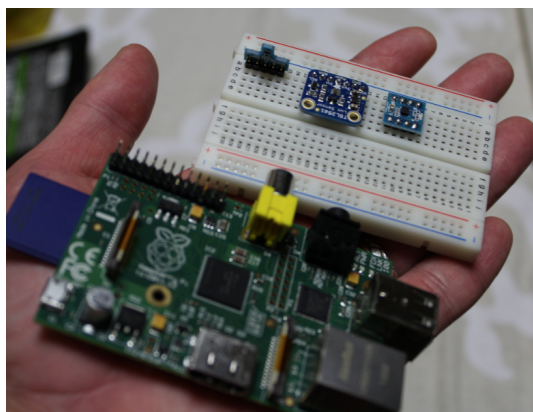


図 1 ラズベリーパイとセンサー (左から温湿度, 照度, 気圧)

Fig. 1 Raspberry Pi and Sensor Modules

共通の課題であった。

講習の 1 回目は休業日である土曜日に 1 コマ 90 分として 5 週連続して行った (以下、『計測実習 1』, この実習の各コマを『1 日目』…『5 日目』と記す)。講習の 2 回目は夏休みに 1 コマ 70 分として 5 日連続して行った (以下、『計測実習 2』, この実習の各コマを『6 日目』…『10 日目』と記す)。受講者数は計測実習 1 が 18 名, 計測実習 2 が 8 名で, 2 回目は全員が 1 回目の受講者であった。どちらの講習も, 受講者がそれぞれに参加している部活動の試合などと重なった日があったため, 毎回の受講者数にばらつきがあったが, 適宜講習の前後の時間に生徒同士で教え合う環境を作って, 一連の学習内容を全員が理解できるようにした。

講習は情報科の授業で利用しているパソコン教室で行った。ラズベリーパイを使うためには, ディスプレイ, キーボード, マウスなどの入出力の機器が必要である。そこで, 既に設置されているパソコンのそれらの機器を流用した。そのために, ディスプレイと接続するための「HDMI と RGB の変換ケーブル」, 入力機器と接続するための「USB 変換ケーブル」を別途用意した。

講習には回路図などを書いたプリント教材を毎回用意した。GPIO のポート番号やブレッドボード上の配線を間違えないように, 友人同士で確認させながら進めた (図 2)。

3.1 計測実習 1

ラズベリーパイを用いた計測実習 1 の概要を表 1 に示す。

1 回目の講習では, ドリトルもラズベリーパイも初めて使う生徒ばかりだったため, 1 日目と 2 日目はそれらの使い方を説明した。1 日目はラズベリーパイを利用させた。マイクラフトや Mathematica などのソフトウェアを体験的に利用させた。その際に, 既設のパソコンからディスプレイ, キーボード, マウスを引き抜いてラズベリーパイへと接続して使うため, コネクタのピンを曲げないように丁寧に抜き差しさせたり, 講習後に戻した時にそれらがき

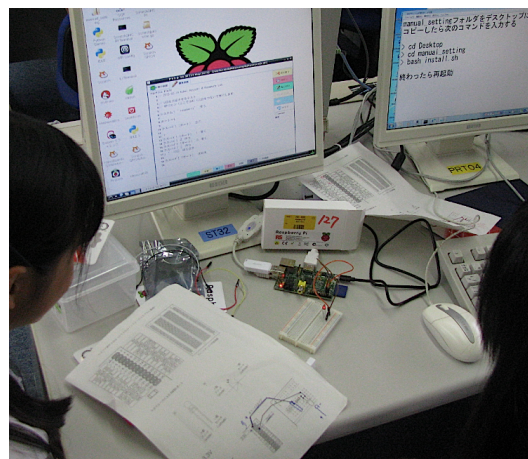


図 2 コンピュータ教室の環境を利用した講習風景

Fig. 2 Lesson by using Existing Environment

表 1 ラズベリーパイを用いた計測実習 1 (各 90 分)

Table 1 Measurement Practice 1 on Raspberry Pi

	主な学習内容
1 日目	ラズベリーパイの組立て方と使い方 (インストールされているソフトの確認等)
2 日目	ドリトルの使い方 (プログラミングの基本と簡単なグラフィック)
3 日目	ラズベリーパイへのドリトルのインストール ブレッドボードとサンプルプログラムを用いた LED の点滅
4 日目	温湿度センサー, 照度センサーを用いた計測の体験 (回路を作る, センサーを認識させる等)
5 日目	温湿度センサー, 照度センサーを用いた計測とグラフ化 (グラフの加工, LED との組合せ等)

ちんと動作するかを確認させる指導した。2 日目はドリトルの使い方を実習した。プログラムは上から順に実行されることや, 条件分岐や反復構造を組合せて様々なプログラムが作れることを示した。3 日目は GPIO を制御できるようにバージョンアップされたドリトルをラズベリーパイにインストールした後, ラズベリーパイの GPIO からブレッドボード上に配線した LED を点滅させる「L チカ」を体験させた。体験はサンプルプログラムを用いた。生徒は 1 日目でドリトルを体験していたので, サンプルプログラムのソースを解釈して, 点滅時間や点滅回数を変えるなどの改変を行っていた。4 日目は, 前半は 3 日目の実習内容 (LED の配線と点滅) を生徒に再現させた。後半はターミナルの使い方を説明し, 簡単なコマンドを実行させた。その後, 温湿度センサーと照度センサーをブレッドボード上に配線して, 正しく認識されているかどうかを `i2cdetect` コマンドで確認させた。更に, 用意されていたサンプルプログラムを開いて実行し, 温度, 湿度, 照度が計測されることを確認させた。5 日目は, 4 日目の後半で行ったコマンド操作を復習させた後, サンプルプログラムを入力させ, 実行して確認させた。これは, キャラクタのカメが温度などデータの変化に合わせて動き, その軌跡がグラフとなるものである (図 3)。温度センサーは指で触れたり, 氷を近づける

と変化するため、生徒の興味を引いていた。生徒は既にドリトルのプログラムを読めるようになっていたので、データ取得の間隔などを書き換えるなどの改変を行っていた。この日は時間に余裕のある生徒には、図4のサンプルプログラムを紹介し、データをCSVファイルに記録できることを確認させた。



図3 氷を使って温度の変化を確認する生徒

Fig. 3 A Student Confirms Temperature Change by Ice

```
システム!" raspberry" 使う、
// —— センサーオブジェクトを作る ——
温度センサー=ラズパイ！HDC1000,
// —— 温度表示用ラベルを作る ——
温度表示=ラベル！" ——" 作る、
// —— 記録用テキストファイルを作る ——
記録=テキストファイル！"/home/pi/計測結果.csv" 作る、
記録！ " 日付, 時刻, 計測値" 書く、
// —— タイマを作成し、定期的に計測を行う ——
時計=タイマー！作る (3*24*3600) 時間 5秒 間隔、
時計！「
計測値= (温度センサー！温度) * 1、
記録レコード= "" ! (システム！月?) "/" (システム！日?)
"," (システム！時刻?) "," (計測値) 連結、
記録！ (記録レコード) 書く、
温度表示！ (計測値) 書く、
」実行、
```

図4 CSVファイルにデータを記録するサンプルプログラム

Fig. 4 Sample Program for Recording Data into CSV File

実習1の講習の最後には、毎回、難しさと楽しさについて5段階でアンケート調査した。また、5日間のまとめとして、「学習内容が研究に活かそうかどうか」「講習の内容やレベルが高校生の学習として相応しいかどうか」などを記述させた。

3.2 計測実習2

ラズベリーパイを用いた計測実習2の概要を表2に示す。

2回目の講習では、OSを最新版にアップデートすることとWeb上のデータ格納サーバへデータを送ることを見据えてネットワークの設定を行った。ラズベリーパイのOSは

表2 ラズベリーパイを用いた計測実習2 (各70分)

Table 2 Measurement Practice 2 on Raspberry Pi

	主な学習内容
6日目	ネットワークの設定1 (エディタの使い方, 設定ファイルの編集)
7日目	ネットワークの設定2 (OSのアップデート等)
8日目	気圧センサーモジュールの半田付け 気圧センサーを用いた計測の体験
9日目	格納サーバへのデータ送信体験 2つのサンプルの改変による計測データ送信
10日目	格納サーバへのデータ送信 作品制作

Linuxであるから、テキストエディタを使ってネットワークの設定ファイルにIPアドレス等の基本設定を施したり、学校のネットワーク環境に合わせてプロキシサーバ経由でアクセスするための設定が必要であった。そこで、6日目はテキストエディタとしてnanoエディタを選び、その使い方を説明した。また、生徒はネットワーク基礎知識を持ち合わせていなかったため、IPアドレスやデフォルトゲートウェイなどの用語を説明しながら、事前に準備した設定用のプリント教材で設定させた。8日目は気圧センサーを使うための準備として、希望した生徒に半田付けを体験させ、それを用いて気圧の計測実習を行った。9日目は、「格納サーバへの文字列データ送信」をサンプルプログラムで体験した後、「センサーを使ってデータ取得」するサンプルプログラムと組合せて、格納サーバへとデータを送信する実習を行った。送信したデータは他のパソコンや、生徒個人所有のスマートフォンなどで確認させた。図5は、気圧・湿度・温度を一定の間隔で取得し、データ格納サーバへと送信したものを、別のパソコンで確認しているものである。10日目は、それまで学習した内容を用いて、各自にどのような研究が可能になるかを考えさせた。その際に、ラズベリーパイの持ち帰りを希望する生徒には校舎内または家庭内で使うことを前提に貸与することとした。ただし、家庭ではネットワーク環境が異なるため、その設定変更は各自で行うよう指示した。

Time	Temperature	Humidity	Pressure
2015-7-30, 03:20:30	1401828118.293	1010.3317871	23.7666667, 60.55322
2015-7-30, 03:21:09	1401828118.293	1010.3317871	23.7666667, 60.55322
2015-7-30, 03:21:32	1401828180.372	1010.4533691	23.6520833, 1065.819265
2015-7-30, 03:22:34	1401828242.655	1010.3586426	23.70625, 921.122283999
2015-7-30, 03:23:21	1401828180.372	1010.4533691	23.6520833, 1065.819265
2015-7-30, 03:23:36	1401828304.711	1010.3220215	23.7916667, 591.745491971
2015-7-30, 03:24:09	1401828242.655	1010.3586426	23.70625, 921.122283999
2015-7-30, 03:24:38	1401828366.862	1010.2866211	23.9291667, 21.47834
2015-7-30, 03:24:58	1401828304.711	1010.3220215	23.7916667, 591.745491971
2015-7-30, 03:25:41	1401828428.946	1010.2824707	24.0833333, 409.9109
2015-7-30, 03:26:03	1401828366.862	1010.2866211	23.9291667, 21.47834

図5 Web上のサーバに格納したデータ (時間, 温度, 湿度, 気圧)

Fig. 5 Stored Data in a Server on Web

実習2では、講習の時間が70分と短かったため、アンケート集計はできなかったが、最終日である10日目に実習についての感想などを聞き取り調査した。

4. 実験結果

10 日間の実習の結果として、「生徒の学習の様子」「アンケート」「自由課題」のそれぞれについて、まとめを示す。

4.1 生徒の学習の様子

4.1.1 実習 1

実習 1 に参加した生徒 18 名の内訳は、1 年生 14 名、2 年生 4 名であった。高校生にとっては、難しすぎる内容であることが懸念されたが、生徒は主体的に生き生きと学んでいた。特に、LED の点滅と、温湿度センサーによるリアルタイムな数値の変化とグラフ化には、多くの生徒が驚きの声をあげた。

プログラミングが初めてであるという生徒も多かったが、2 日目にドリトルだけを学んだことと、サンプルプログラムが読みやすく作られていたために、混乱はなかった。LED の点滅やセンサーによる計測では、サンプルプログラムを利用したが、どの生徒も教師からの指示を待つのではなく、プログラムの内容を自分で読み取って、センサーのデータ取得時間をコントロールしたり、グラフの色を変える等の改変をする様子が観察できた。

実習 1 では、温湿度センサーと照度センサーを用いた。照度センサーは教室で蛍光灯を使っていた関係で、値が定まらなかった。そのせいか、照度センサーで何かをしようとする生徒はなく、多くの生徒が簡単に値を変化させることのできる温度センサーを利用していた。

毎回の講習にはプリント教材を用意した。最初の数分間で内容の説明をすると、その後は生徒自身でプリントを見ながら作業を進めていた。問題が生じた時は、教師が個別に対応することもあったが、生徒同士で問題解決を図る場面も多く観察できた。

4.1.2 実習 2

実習 2 に参加した生徒は 1 年生 8 名で、全員が実習 1 を受講していた。5 回目と 6 回目は Linux マシンとしてのラズベリーパイをネットワークに接続させるためにターミナルやテキストエディタの使い方に多くの時間を費やした。また、OS のアップデートには 1 時間以上を要したため、6 回目は本来学習させたい内容から外れてしまった。生徒はプリントに沿って真面目に取り組んだが、実習 1 で実施した LED の点滅やデータのグラフ化のような活発な場面はなかった。

9 日目では、「格納サーバへの文字列の転送」と「センサーからのデータ取得」という 2 つのサンプルプログラムを組合せて、取得したデータを Web 上の格納サーバへと送る実習を行った。この実習が上手くできて、他のパソコンや生徒所有の携帯端末で確認できた生徒の多くは、歓声を上げる程の驚きを見せていた。ただし、一部の生徒は複数の計測値を同時に表示することができず、その解決の

ための試行錯誤に多くの時間を費やしてしまったことで、残念な表情を浮かべていた。

実習の最後に、自由に課題を設定して研究してみるようにアドバイスをした。その際に、3 名の生徒がラズベリーパイを持ち帰りたいと申し出たため、ディスプレイやキーボードと共に貸与した。

4.2 アンケート

実習 1 では、各講習の終わりに「難しさ」と「楽しさ」を自己評価させた。また、5 日目の最後に「実習を通して感じたこと」と「講習の内容やレベルが高校生の学習として相応しいと思うか」を記述させた。実習 2 では、講習時間が短かったために、講習毎のアンケートを行うことはできなかったが、10 日目の終了後に参加した 8 名の生徒から、聞き取り調査を行った。これらのまとめを示す。

4.2.1 実習 1

受講した 18 名の生徒から、「難しさ」と「楽しさ」についてそれぞれ 5 段階でアンケート調査した結果を示す。

「難しさ」については、講習を重ねるごとに、「強く思う」「少し思う」と難しさを感じる割合が増え、5 日目は 5 割を越えた (表 3, 図 6)。

表 3 学習内容を難しいと感じましたか? (n=18)

Table 3 Did You Feel the Lesson Difficult?

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
受講者数	14 名	17 名	9 名	17 名	18 名
あまり思わない	9 名 64.3 %	2 名 11.8 %	1 名 11.1 %	2 名 11.8 %	0 名 0.0 %
どちらとも言えない	4 名 28.6 %	11 名 64.7 %	4 名 44.4 %	8 名 47.1 %	5 名 27.8 %
少し思う	1 名 7.1 %	4 名 23.5 %	4 名 44.4 %	6 名 35.3 %	11 名 61.1 %
強く思う	0 名 0.0 %	0 名 0.0 %	0 名 0.0 %	1 名 5.9 %	2 名 11.1 %
平均	2.4	3.1	3.3	3.4	3.8

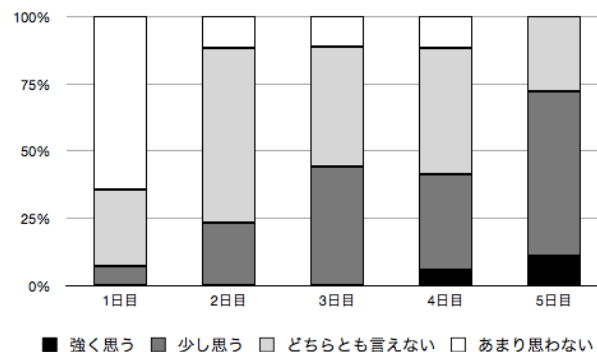


図 6 学習内容を難しいと感じましたか?

Fig. 6 Did You Feel the Lesson Difficult?

「楽しさ」については、5 日間とも「強く思う」「少し思

表 4 学習内容を楽ししいと思えましたか？ (n=18)

Table 4 Did You Enjoy the Lesson?

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
受講者数	14 名	17 名	9 名	17 名	18 名
あまり思わない	0 名 9.9 %	0 名 0.0 %	0 名 0.0 %	1 名 5.9 %	0 名 0.0 %
どちらとも言えない	5 名 35.7 %	3 名 17.6 %	7 名 0.0 %	3 名 41.2 %	0 名 16.7 %
少し思う	5 名 35.7 %	7 名 41.2 %	6 名 66.7 %	4 名 23.5 %	2 名 11.1 %
強く思う	4 名 28.3 %	7 名 41.2 %	3 名 33.3 %	5 名 29.4 %	13 名 72.2 %
平均	2.4	3.1	3.3	3.4	3.8

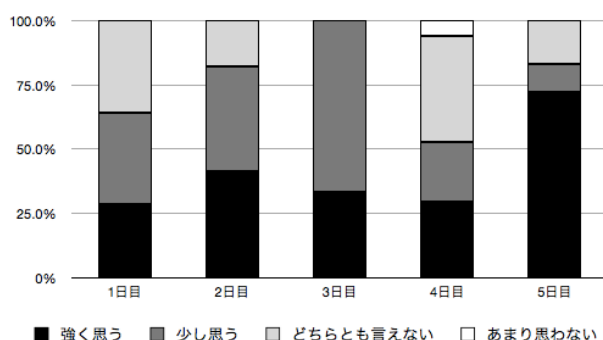


図 7 学習内容を楽ししいと思えましたか？

Fig. 7 Did You Enjoy the Lesson?

う」と楽しさを感じる割合が5割を越えた(表4, 図7)。

「実習を通して感じたこと」については, 同様の記述も多かったため, 複数の生徒が書いたコメントを以下のようにまとめた。

- 小さなラズベリーパイで色々なことができることにびっくりした
- ドリトルの日本語入力はわかりやすくよかった
- サンプルプログラムは自分で修正できるのでよかった
- ドリトルは色々な事が出来て凄いなと思った
- 他のセンサーを使ってみてみたいと思った (音声, 位置, 色, 光, 距離, 電磁波, ジャイロ, 加速度, 振動, 血圧, 心拍数, 嘘, 赤外線)

「講習の内容やレベルが高校生の学習として相応しいと思うか」については, そう思う (14 名), H 高校ならいいと思う (3 名), どちらとも言えない (1 名) という回答を得た。どちらとも言えないと答えた生徒も, やって損はなかったと答えた。

4.2.2 実習 2

実習 2 では受講した生徒 8 名に, 全体的な印象と学習内容毎の難しさや感じたことを聞き取り調査した。

まず, 全体的な印象としては, 8 名とも実習 2 は実習 1 より内容の高度になっていたために, 楽しさが失われ, 難しさが上がったと感じていた。『このような講習があったらまた参加したいか』という問いに対して, 5 名が「強く思う」, 2 名が「少し思う」, 1 名が「内容次第」と答えた。

『この環境を使うことでどのような研究が可能になると思うか』という問いに対しては, 「センサーと連動させたゲームが作れる」「音声に反応させて人のために働くロボットが作れる」「温度で人の侵入を検知する防犯センサーが作れる」「人が立ち入れないところでの計測」など, センサーと連動させた仕組みや研究を提案する生徒が多かった。

学習内容毎については, 「ネットワークの設定」「Web へのデータ転送」「電子工作」「サンプルプログラムの改変」に分けて質問した。「ネットワークの設定」では, 1 文字でも間違えてしまうとコマンドが実行されないことや, 正しく設定できないことに難しさを感じた生徒がいた。また, プリントの通りに実行すれば設定ができたが, 一つ一つのコマンドの意味を知りたいという生徒もいた。エンジニアみたいで楽しかったと話した生徒もいた。「Web へデータ転送」については, 「家で開けた時はすごく感動した」「自分たちでネットにデータを送ることができてうれしかった」と喜びを表す生徒が多かった。「電子工作」については, 「やりがいがあった」「自分で配線を考えるのが楽しかった」という肯定的な感想と, 「緊張を感じた」「複雑になるとどれを繋げればいいのか分からなかった」と緊張や不安を表す感想に分かれた。「サンプルプログラムの改変」については, 「エラーが出た時の対応がわからなかった」「難しくてわからなくなったので途中でやめた」と, 苦労した様子が伺える感想が多かった。

4.3 生徒の自由課題から

実習 2 では, 自由に課題を設定し, 研究をしてみようことを勧めた。何人かの生徒が, 数学科と情報科で実施した夏休みの課題「データの分析」に, 本実習で学んだことを活かした作品を提出した。その中の 2 点について示す。

合唱部に所属している生徒 I と生徒 Y は, 活動場所である音楽室が, 喉に優しい環境かどうかを, 気圧, 温度, 湿度を計ることで確かめた(図 8)。その結果, 「湿度が高くダニやカビが発生しやすい環境のため, 長時間人が入らなかった時はそうじを徹底すること」や「喉に負担をかけてしまう湿度 40 %以下にならないよう, 換気に気を付けて練習すること」などを提言した。

横浜市に在住する生徒 T は, 「自ら計測した室内の温度と湿度」のデータから, 真夏の室内温度は夜になっても下がることなく, 横ばいもしくは朝まで上がり続けることを示した。その上で, これを「横浜気象台が公表している温度と湿度」と比較した。その結果屋内は屋外に比べると「気温は高いが湿度は低いこと」ことから, 除湿しながら外気を取り入れることが, 寝苦しい夜には必要であることを示した。

その他にも, 教室で観察しているオヒルギ(マングローブの一種)の成長が温度変化によってどれだけ影響を受けるかを調べた生徒(図 9)や, クラスによって過ごしやすさ

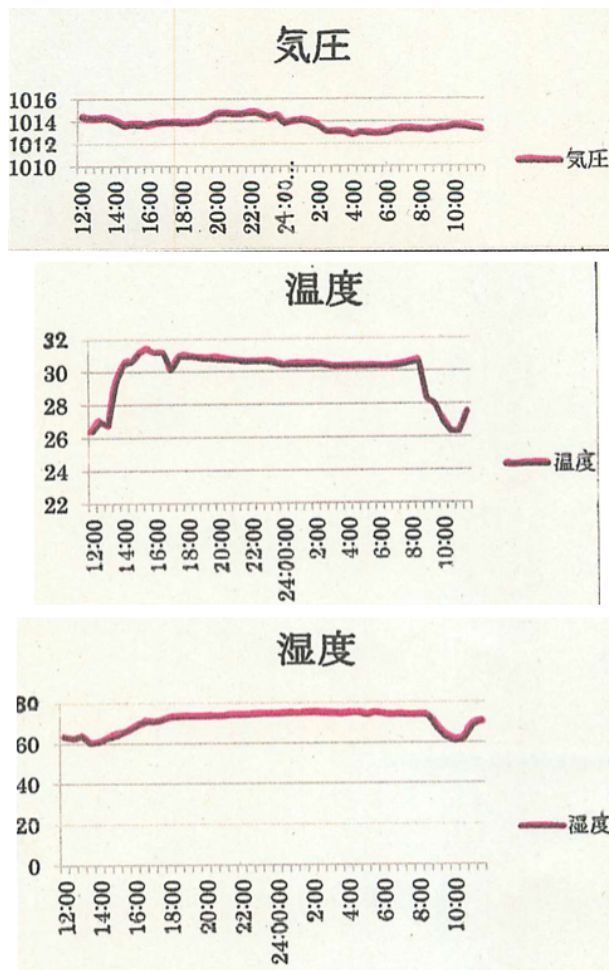


図 8 音楽室の環境の変化

Fig. 8 Changes in the Music Room of the Environment

(勉強のしやすさ) にどれほどの違いがあるかについて、6つのクラスの計測データから不快指数を算出して確かめた生徒もいた。

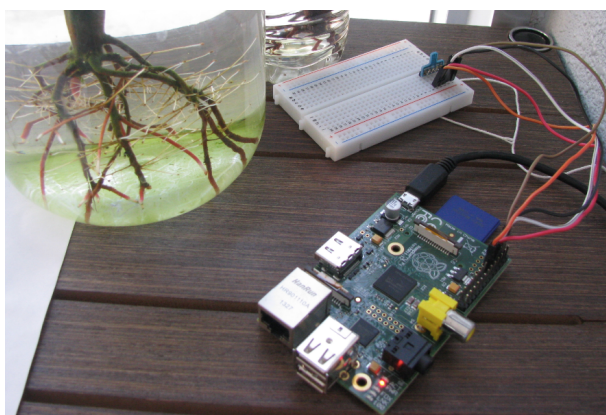


図 9 「オヒルギの成長と気温の関係」の計測実験

Fig. 9 The Experiment of 'The Relationship between Black Mangrove's Growing and the Temperature'

5. 考察

ドリトルとラズベリーパイを用いた2回の計測実習を実践した結果から、本実践の課題探求学習と情報科学教育への活用の可能性について考察する。

5.1 課題探求学習への活用

筆者らは、高校生が行う課題探求学習での研究テーマ設定の着想を助ける目的で、データの計測環境を整え、実証実験を通してその可能性を明らかにすることをと試みた。実証実験では、温度、湿度、照度、気圧センサーを用いたところ、生徒の多くは温度センサーから得た温度変化を中心に、身の回りの問題に着目するようになった。その中でも、「音楽室の練習環境」「自室のデータと横浜市の公表するデータの比較」「温度変化がオヒルギの成長に与える影響」「教室による学習環境の違い～不快指数を通して探る”不公平”」という生徒が考えた研究テーマは、身の回りにある問題に対して客観的なデータから結論や解決策を導き出そうとしている点が共通している。これは、高校生に求められる研究の姿勢や統計的問題解決法に通ずるものであるが、これまでのH高校の研究活動の中ではあまり見られない姿勢であった。この姿勢を持つことができた生徒について、筆者らは、計測実習を通して‘自分で’客観的なデータを取得した事と、そのデータから‘自分で’何らかの結論を導き出した過程とが「自信」となり、生徒の研究の目を育てたと考えている。そしてその「自信」を生んだ背景として、サンプルプログラムとデータ格納サーバの存在があると考えている。

サンプルプログラムは、自分のやりたいことに合わせて、データ取得の回数や間隔、保存場所など、どのようにデータを取るかをプログラムの中に思い通りに指定できる。そして計測を24時間続け、取得したデータをWeb上のサーバに送れば、自宅や生徒所有の携帯端末からいつでもデータを確認することができる。この体験は、生徒に大きなインパクトを与え、‘自分で広げられる可能性’の大きさに気付かせた。そして、生徒はこの環境をどのように研究活動に活かそうかと、思いを巡らせた。その結果、温度センサーを用いて様々な研究を行ったと言える。

それ以外の生徒についても、本実習をどのように活かすことができるか、他にどのようなセンサーを使ってみたいか、などデータの計測と活用をテーマとして、様々なことを考えるようになった。以上より、本システムの課題探求学習への活用を提案する。

5.2 情報科学教育への活用

本実践は、中学校の技術・家庭科や高等学校の情報科学教育へ活用できると考えている。どちらの科目でも、データを計測する実践はほとんど報告されていない。本実践で

は、日本語で入力できるプログラミング言語ドリトルとそのサンプルプログラムを用いて、プログラミング未経験の生徒でも計測実習ができることを示した。

今回の実習で期待できる学習効果を、それぞれの科目の学習目標と照らし合わせることで、様々な授業が実践できるようになると考えている。例えば、中学校の技術・家庭科では、計測は必須の学習分野であるから、本実習の「計測値のグラフ化やファイルへの保存」(5日目の内容)は、リアルタイムな計測、収集したデータの2次的な利用、複数箇所での観測などの発展的な利用形態も含めて、様々な使い方ができるようになると考える。

高等学校の共通科目「情報の科学」の「情報システムの働きと提供するサービス」分野は実感を伴って教えることが難しい内容であるが、本実習の「Web上のデータ格納サーバーへの転送」(9日目の内容)は、サーバとクライアントがネットワーク上で連携してデータを処理する情報システムの仕組みを体験的に学ばせることが可能になると考える。

今回は、2度の講習期間で合計10日間を使うことができたので、計測実習だけでなく、それに関連したネットワークの設定やOSのアップデート、半田付け、電子回路作りなども行った。実際に、一般の授業として実践する際には、時間的な制約が大きいため、本実習で行った様々な活動の中から、授業目的に見合った活動を取り出して実践することが必要である。

6. おわりに

高等学校における課題探求学習でのデータ計測活動を想定してデータの計測ができるシステムを構築し、それを活用した実習を行った。生徒はラズベリーパイとドリトルとセンサーを組合せることで、簡単にデータの計測ができることや、グラフ化ができること、Web上のサーバーに送って他のデバイスから確認できることを驚きと共に学習した。実習中の生徒の様子や、実習後の生徒のシステム活用の様子から、本システムが、高等学校の課題探求学習に適用が可能であると考えられる。今後は、接続するセンサーの種類を増やしたり、サンプルプログラムを充実させることなどで、その可能性を広げていけると考えている。今後も、本実習環境の充実とそれを活用した有効な実践例の探っていきたい。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C)25350214, 奨励研究15H00219)、パナソニック教育助成財団の補助、並びに、NPO法人Canvas様の協力を受けています。

参考文献

- [1] 中央教育審議会: 新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的改革について(2014).
- [2] 学士課程教育の在り方に関する小委員会高等学校と大学との接続に関するワーキンググループ(WG)議論のまとめ(2014).
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/08030317/002.htm
- [3] 酒井聡樹: これから研究を始める高校生と指導教員のために、共立出版(2013).
- [4] 辻仁志, 喜多一: プログラムによる計測・制御のためのRaspberry Pi用写真型学習教材の開発情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE), CE-127(4), pp.1-9(2014).
- [5] 兼宗研究室: プログラミング言語「ドリトル」
<http://dolittle.eplang.jp/>.
- [6] 東京書籍: 情報の科学, 平成24年検定教科書.