

授業と地域貢献講座との相互フィードバック

大槻 典行* 二谷 聡志**

Mutual Feedback between School and the Area Contribution Lecture

Noriyuki OHTSUKI Satoshi FUTAYA

Abstract – In this report, We reported on the results obtained by collaboration between school and the area contribution lectures. Through this collaboration, the contents of the lecture has been updated quickly and accurately. We were able to anticipate the problems that occurred during the lecture and we could think of ways to deal with that problem in advance. School and the area contribution lectures will be improved by extracting problems between each other.

Key Words : area contribution lecture, collaboration

1. はじめに

釧路高専教員の職務には教育・研究の他に地域貢献事業に関する業務も含まれる。地域貢献事業として地元小中学校に対する出前授業やチャレンジジュニアラボなどの講座、一般社会人や地元企業向けの公開講座などがある。しかし、昨今の業務の増加に加え授業に新しい技術の導入等を考えるとこのような講座のために新たなカリキュラムを作るのは時間的な余裕が取れず難しい問題である。この負担を少しでも軽減し地域貢献ができ、さらに、地域貢献講座で得た成果を授業へフィードバックした取り組みを紹介する。この取り組みは、平成21年より実施している。

IT業界の技術の進化は非常に早く、これらの技術はすぐにでも授業等に反映したいと考えるが、新しい技術を導入した実験などには思いもよらない不具合が生じるものである。このような問題は早目に解決する必要があるが授業は一年毎に改善されていくので問題点が生じてから解決が反映される期間が長い。そこでこれらの技術を地域貢献講座にも取り入れると授業から講座へ、講座から授業への相互フィードバックが可能になる。この相互フィードバックを行うことで、通常よりも短い時間で授業内容の修正を行うことが可能になる。また、講

座向けに新たな準備等が必要最小限で済むので負担も少なくなる。

本報告では、授業内容と地域貢献講座の内容を連携した事例を紹介する。

2. 授業と地域貢献講座間の相互フィードバック

子ども解放プラン（チャレンジジュニアラボ！）や公開講座などの地域貢献講座を授業と全く異なる内容で開講することを考えると講座の内容を考え、予備実験、テキスト作成などの準備をする必要があり多くの時間を要する。講座を多く開講したくても授業、研究その他の業務の他に時間を作る必要があり無理が生じることになる。したがって、開講できる講座の数には限度があるのが現状である。

そこで我々は、授業の一部を改変し地域貢献講座用のカリキュラムに変更し少ない時間で講座を開講する方法をとった。また、逆に公開講座のカリキュラムをブラッシュアップして授業に取り入れることで新しい技術を習得する授業を行うことができた。さらに、これらの講座と授業を連携させ繰り返すことで、それぞれにおいて生じた問題点などを逸早く改善し、授業や講座に取り入れることで短い時間でカリキュラム上の問題点を改善することができた（図1）。

*釧路高専創造工学科

**教育研究支援センター

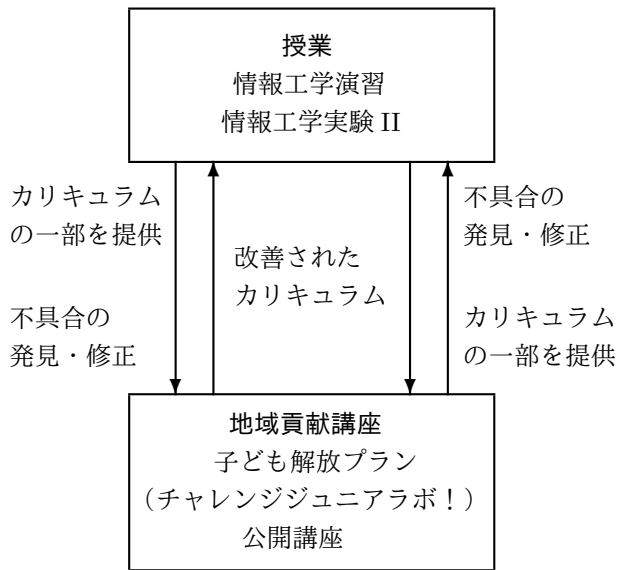


図 1 授業と地域貢献講座間の相互フィードバック

3. 地域貢献講座と連携した授業

ここでは、地域貢献講座にカリキュラムを一部提供してきた授業および逆に地域貢献講座の成果を取り入れた授業を紹介する。

3.1 情報工学演習

情報工学演習は平成 22 年度から始まった情報工学科 2 学年を対象としたハードウェアとソフトウェアに関する演習および実験である。第 2 学年では情報工学科に配属されたばかりでありプログラミングの知識や技術をまだ習得していないのですぐに組み込みプログラミングを行うことは難しい。そこでプログラミング初心者やプログラミングを専門としないアーティストなどにもフィジカルコンピューティングができるのためのハードウェア Arduino[1] とソフトウェア開発のための統合開発環境 Arduino IDE を導入している。

3.1.1 Arduino

Arduino は 8bit のマイクロコントローラ (CPU, メモリ, パリフェラル IO, ADC が一つになった LSI) と USB インターフェース, 電源回路を一つの基板にまとめ IO 端子にソケットを装備したワンボードコンピュータである (図 2)。このワンボードコンピュータはオープンハードウェアなので回路図およびマイクロコントローラのファームウェアが公開されており, このボードを用いずユニバーサル基板やブレッドボードに自分で作ることも可能である。地域貢献講座のチャレンジジュニアラボ!

では小さなブレッドボードに製作し利用している。

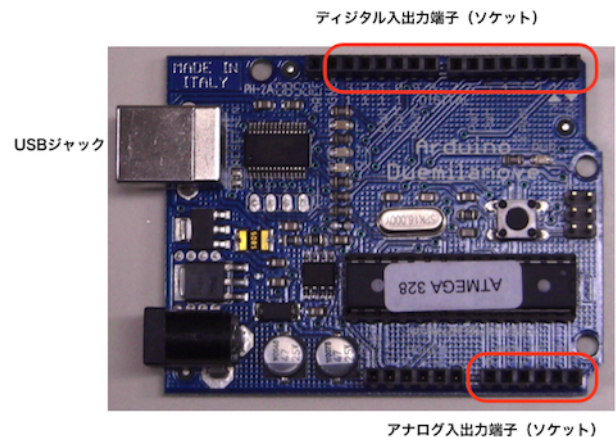


図 2 ワンボードコンピュータ Arduino

3.1.2 Arduino と外部回路の接続

Arduino は 14 個のデジタル入出力 (6 個は PWM 出力として利用可能) 端子と 6 個のアナログ入力 (デジタル入出力として利用可能) 端子をボード上にソケットとともに備えておりボードから直接 LED などの素子を接続したり, ジャンパ線を介しブレッドボード上に作成した外部回路に接続できる (図 3)。また, シールドと呼ばれる

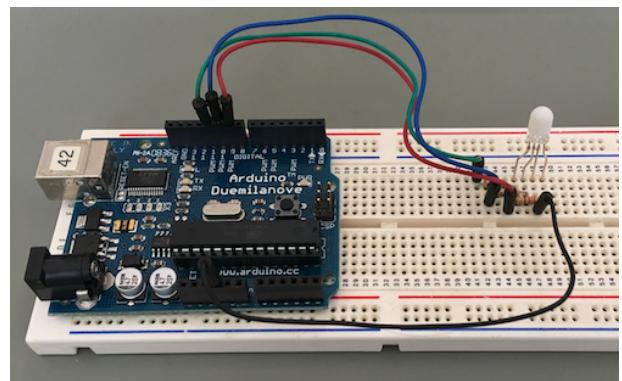


図 3 Arduino と外部回路の接続

れるプリント基板を Arduino に重ねる形でソケットに接続して機能を拡張することができる。図 4 は 8 × 8 マトリクス LED と加速度センサを載せたシールドを製作して Arduino に接続した例である。

3.1.3 Arduino IDE

ソフトウェア開発は統合開発環境 Arduino IDE を使う。この開発環境ではソースプログラムの記述に使用するテキストエディタ, ソースプログラムのコンパイル, ターゲットプログラムを Arduino に転送する機能および

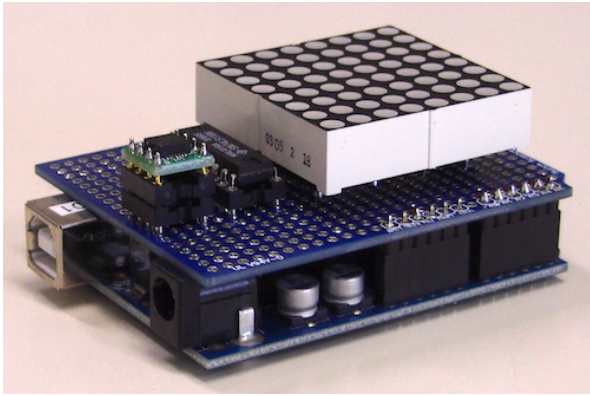


図 4 Arduino と 8 × 8 マトリクス LED シールドの接続

USB 経由でのシリアル通信機能を備えている。Arduino IDE を図 5 に示す。

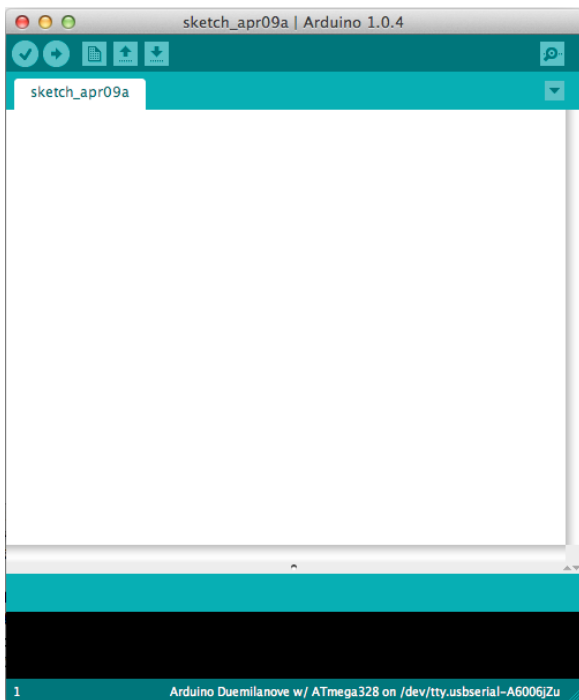


図 5 統合開発環境 Arduino IDE

この統合開発環境は Processing[2] という電子アートとビジュアルデザインのためのプログラミング言語および統合開発環境をベースに作られている。したがって初心者でもプログラミングに入りやすい。また,Arduino IDE はオープンソースソフトウェアであり動作する OS も Linux,Mac,Windows のいずれにも提供されている。

3.1.4 実験回路の組み立て

演習では Arduino に実験用回路を接続して実験する。この回路はブレッドボード上に組み立てて Arduino とは

ジャンパ線で接続する。初心者は回路図を見て回路を組み立てることは難しい。そのような場合には実体配線図が有効に使われる。演習に使う回路は実体配線図で Web ページに貼り付けておき、これを見ながら配線する。実体配線図を描くには労力を要するが Fritzing[3] というソフトウェアを使うことで比較的容易に実体配線図を作ることができる。このソフトウェアもオープンソースで公開されている。

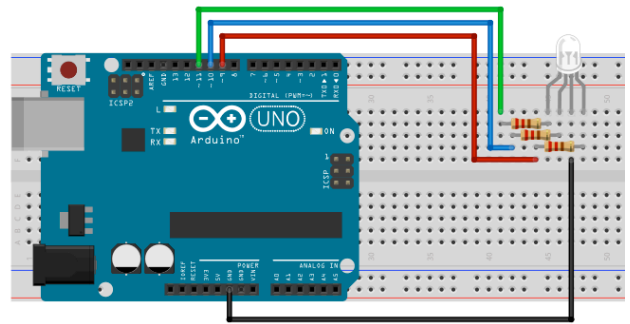


図 6 Fritzing による実体配線図

3.1.5 情報工学演習のテーマ

Arduino を使った演習の内容は以下の表 1 の通りである。最初は体験的に Arduino のプログラミングに慣れていき、徐々に自分でプログラムを構成するような内容になっている。センサ,アクチュエータの種類は 3 色 LED,CdS,加速度センサ,圧電スピーカ,8 × 8 マトリクス LED, サーボモータである。なお,8 × 8 マトリクス LED はシールドで接続する。

演習テーマ	演習内容
準備 フィジカルコンピューティングをはじめよう	フィジカルコンピューティングを体験的に修得する為に、基本的なマイコンプログラミングを体験する。
第 1 回目 LED の点灯を制御しよう	Arduino に RGB3 色 LED を接続し点灯の状態が変化するプログラムを改造する。
第 2 回目 SW と CdS セルを使おう	Arduino に接続した SW と CdS セルを使って,SW の ON,OFF 状態の読み込みと CdS セルからの明るさに対応した値の読み込みについて調べ,それを応用したプログラムを作る。

演習テーマ	演習内容
第3回目 加速度センサを使おう	いろいろな機器に組み込まれている加速度センサを利用してLEDの光り方をコントロールするプログラムを作る。
第4回目 音を鳴らそう	Arduinoを使って音を鳴らすプログラムを作りながら関数と配列について調べる。
第5回目 8×8マトリクスLEDで表示しよう	割り込み処理について調べ、Arduinoの割り込み処理を使って8×8マトリクスLEDシールドの点灯を制御する。
第6回目 加速度センサでドットを動かそう	8×8マトリクスLEDシールドに加速度センサをセットしてシールドの傾きによって点灯するドットが移動する仕組みを調べる。
第7回目 迷路プログラムを作ろう	8×8マトリクスLED制御の応用として迷路プログラムを作る。
第8回目 Arduino同士のシリアル通信をしよう	コンピュータでシリアルデータ伝送で広く使われている非同期データ伝送（調歩同期式）の原理と動作を調べる。
第9回目 サーボモータを使ってみよう	サーボモータを利用して物を動かす制御をArduinoで実現する。
第10回目 サーボモータで水平を保とう	サーボモータと加速度センサを使って水平を保つ制御実験を行う。
第11回目 PCと通信しよう	PCとArduino間のシリアル通信を行う手法について調べArduinoに接続したセンサからの情報をPCで利用する。
第12回目 PCから指令を受けよう	PCからの指令でArduinoが制御できるような仕組みを調べる。
第13回目 タッチセンサを作ろう	タッチセンサの原理を調べ簡単な部品でタッチセンサを作って実験する。
第14回目 ボールを大きさで仕分けしよう	今まで学習したことを利用して実用的な作業として、ボールの仕分け作業の自動化を試みる。ボールの大・小を光センサで判定してサーボモータで仕分けする。

表1 情報工学演習の各回のテーマと内容

3.2 情報工学実験 II

情報工学実験 II は情報工学科 5 学年を対象としたソフトウェアに関する 30 回の実験であった。平成 21 年度より 15 回をソフトウェアの実験、残る 15 回を組み込みプログラムの実験に当てている。当初内容が情報工学演習とほぼ同じ内容のものを実施していたが、第 2 学年でフィジカルコンピューティングの演習を学習した学生が第 5 学年になる年度に内容を変更した。また、その後実施時期を第 4 学年に変更している。

第 5 学年では C 言語のプログラミングの知識や技術を十分に習得しているのですぐに組み込みプログラミングを行うことができる。この実験で用いるワンボードコンピュータは平成 24 年度までは情報工学演習と同じ Arduino を用いていたが、平成 25 年度よりより高性能な mbed というワンボードコンピュータを導入した。mbed は、ソフトウェア統合開発環境がクラウド上にあり Web ブラウザがあればソフトウェア開発ができる。この mbed を使って Arduino を使った実験の内容の他にネットワークに mbed を接続する実験を追加した。第 4 学年に実施時期を変更するに伴い実験内容も変更し mbed を載せた 2 輪走行ロボットを Web アプリケーションから無線 LAN を経由して制御する内容にした。Arduino については既に説明しているので、ここでは mbed の説明をする。

3.2.1 mbed

導入した mbed を図 7 に示す。mbed は 32bit のマクロコントローラを載せたものワンボードコンピュータで Arduino に比べ処理速度が格段に速くなったのは当然として USB やイーサネットなどの周辺デバイスもコネクタを接続するだけで利用可能になる点が有利である。

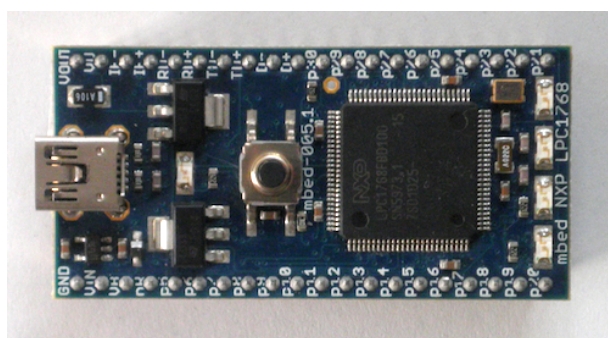


図 7 ワンボードコンピュータ mbed

3.2.2 mbed と回路の接続

mbed は Arduino のように各入出力端子がソケットに接続されている状態ではなくピンに接続されている。したがって、LED などの素子を直接に接続することができないのでブレッドボードなどに mbed 自体を挿し込

んでブレッドボード上に作った回路と接続する必要がある (図 8)。

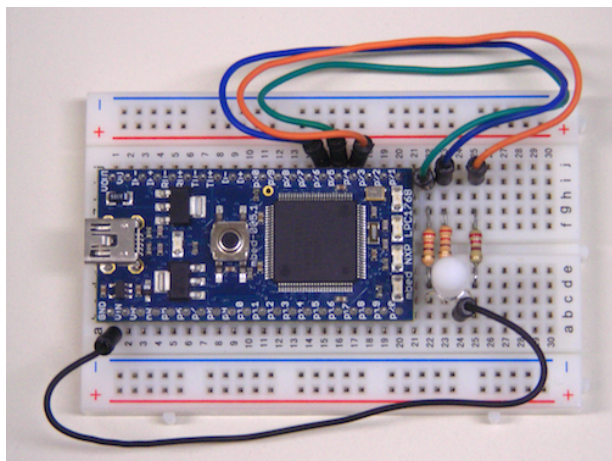


図 8 mbed と外部回路の接続

3.2.3 mbed の開発環境

mbed のソフトウェア開発は統合開発環境がクラウド上にあるので、Web ブラウザがありインターネットに接続されていれば PC、タブレット端末、スマートフォンのいずれでもソフトウェア開発が可能であり統合開発環境等を PC 等にインストールする必要がない。ただし、ターゲットプログラムを mbed に転送するには、コンパイルしてできたバイナリプログラムを PC にダウンロードして mbed にコピーする必要がある。mbed の開発環境を図 9 に示す。

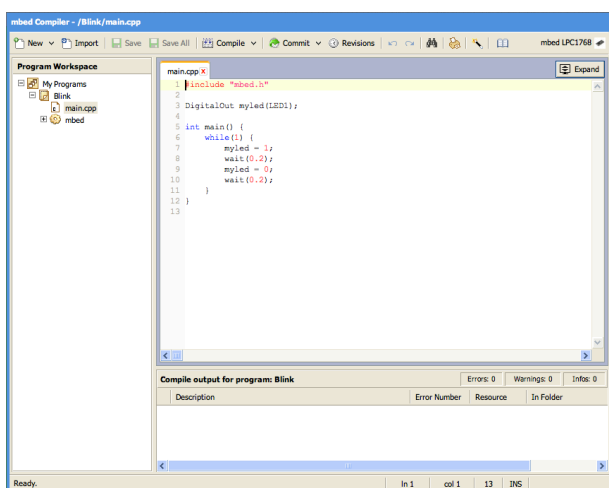


図 9 Web ブラウザで利用する mbed 統合開発環境

3.2.4 情報工学実験 II のテーマ

情報工学実験 II は通年 30 回の授業である。GTK によるグラフィックアプリケーションを作るソフトウェア

の実験内容であったが、前述したように平成 21 年度に 30 回を 15 回に圧縮し残りの 15 回を Arduino を使った組み込みプログラミング技術を習得できる実験テーマに変更した。その後、実験内容は同じで mbed を使う実験に変更している。さらに、平成 26 年度より実施学年を 4 学年に変更しローテーション形式の 7 回の授業になったため実験テーマも変更した。平成 25 年までの実験内容は情報工学演習とほぼ同じなので、変更後の mbed を使った演習の内容を表 2 に示す。

実験テーマ	演習内容
第 1 回目 HTML5 と Canvas	Web ブラウザがあればどんなプラットフォームでも実行可能な Web アプリケーションの基礎について調べる。
第 2 回目 Canvas アプリケーション	HTML5 Canvas を使って「画像表示&処理」ができる Web アプリケーションをつくる。Canvas の画像操作および操作性を良くする方法を調べる。
第 3 回目 HTML5 と組み込みプログラミング	HTML5 を利用した組み込みプログラミングを実現する前に、基本的な組み込みプログラミング技術を修得する。mbed にセンサやアクチュエータを接続して外部との入出力を制御する。また、プログラム開発にクラウドを利用した開発環境を使ってみる。
第 4 回目 mbed で Web サーバ	組み込みマイコンでも Web サーバとして動作させることができることを確かめる。HTML5 のコンテンツを置くことによって高度な GUI を持つアプリケーションを構築できることを体験する。また、WebSocket サーバ機能を加えリアルタイム通信を行う。タブレット端末で mbed をコントロールする Web アプリケーションを作る。

実験テーマ	演習内容
第5回目 「うおーるぼっと」を動かそう	「うおーるぼっと」という鉄の壁を走ることもできる2輪走行ロボットを制御する。オープンループ制御で「うおーるぼっと」をコースに沿って走らせる。
第6回目 「うおーるぼっと」をWebアプリケーションでコントロールしよう	「うおーるぼっと」をタブレットで自由にコントロールできるWebアプリケーションを完成する。
第7回目 JQueryを使って「うおーるぼっと」を動かそう	JQueryを使って「うおーるぼっと」を動かすWebアプリケーションの操作性をよくする。

表2 情報工学実験IIの各回のテーマと内容

「うおーるぼっと (図10)」と呼ばれる鉄の壁を走ることもできる2輪走行ロボットを無線LANを経由して制御するものである。「うおーるぼっと」に搭載されたmbedのプログラミングと操作を担うWebアプリケーションのプログラミングを行うものである。

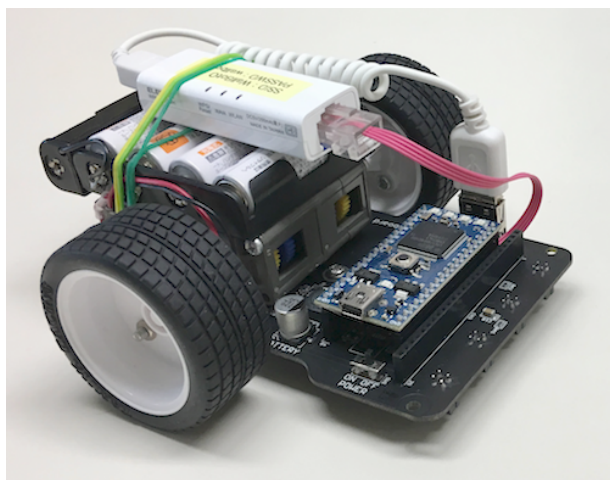


図10 WiFiアダプタを接続した「うおーるぼっと」

4. 授業と連携した地域貢献講座

ここでは、授業から提供されたカリキュラムを使った地域貢献講座、講座の内容が授業に反映した地域貢献講座を紹介する。地域貢献講座の一環として情報工学演習と情報工学実験IIの授業の内容の一部を用いて開講

した講座は次の通りである。同じ内容で複数年続けている講座や毎年内容を少しずつ変更している講座もある。子ども解放プラン（チャレンジジュニアラボ!）と公開講座を実施している。

子ども解放プラン（チャレンジジュニアラボ!）と情報工学演習で連携した「手のひらコンピュータで遊ぼう～光るメロディボックスをつくろう～」,「タブレットで二輪走行ロボットを制御しよう!」,公開講座と情報工学実験IIで連携した「オープンソース組込みプログラミング超入門」,「組込みAndroidプログラミング超入門」,「組込みAndroidプログラミング入門」,「組込みWebプログラミング入門」,「タブレットで組込みWebプログラミング入門」が実施された。また、外部機関で実施した「組込系プログラマー育成研修」は情報工学演習および情報工学実験IIの両方と連携している。

表1と表2において背景に色がついているテーマが講座との連携したものとなっている。

4.1 授業と地域連携の留意点

授業の内容をそのまま公開講座などに応用する場合に注意しなければならない点は使用する機器、ソフトウェアなどの使用権利である。特にソフトウェアの利用に関しては熟慮する必要がある。従来ソフトウェアのライセンスは使用機器に付随するものが主であったが、現在はサイトライセンス、ネットワークライセンスやボリュームライセンスなどがあるが教育用でライセンスを受けているものには使用者制限が設定されているものが少なくない。小・中学生や一般の人が受講する公開講座等で利用するにはこの点を考慮する必要がある。情報工学演習および情報工学実験IIでは、この点を考慮しており、できるだけオープンソースソフトウェアを利用することにしている。また、動作するプラットフォームもLinux,Mac,Windowsのいずれでも動作するようにしている。授業でこのような態勢を整えておく公開講座等にも、ライセンス等の制約を考えずそのまま利用することが可能になる。また、講座の受講者が講座終了後に各自で講座と同様の環境を作る場合、ソフトウェアの入手やプラットフォームの制限などが無い方がよい。

4.2 子ども開放プラン（チャレンジジュニアラボ!）

一つ目は「手のひらコンピュータで遊ぼう～光るメロディボックスを作ろう～」というテーマで開催された講座である。これは、第1回目のテーマ「LEDの点灯を制御しよう」と第4回目のテーマ「音を鳴らそう」の内容を使っている。手のひらコンピュータは図11に示

すようにブレッドボード上に最小限の部品で組み立てたものである。この手のひらコンピュータには、圧電スピーカと赤と緑で光る2色LEDが載っておりプログラムで音を鳴らしながらLEDの点灯色を変更できるようになっており、自分のプログラムを書き込んだ後は単三電池2本で電子オルゴールとして動作させることができる。講座は小中学生を対象にしているのでプログラミング

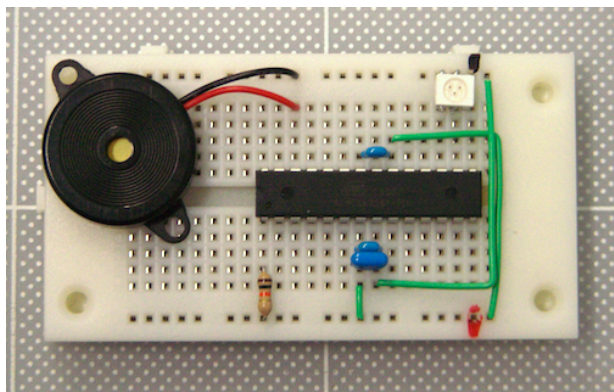


図 11 Arduino 互換の手のひらコンピュータ

経験が無い子供達でもプログラミングを体験できるようにソースプログラムの基本的な部分が完成しており、奏でる音楽のデータ部分を各自で入力するようにしている。この音楽データの入力はマウス等を使って音符を入力することができるアプリケーションもあり、講座で利用できるが、各自が用意してきた楽譜から数値データを作り数値で手のひらコンピュータに入力する形にした。これは敢えて数値データをキーボードから入力することでプログラミングを体験した気分を高めるためである。二つ目は、「タブレットで二輪走行ロボットを制御しよう!」というテーマで開催された講座である。これは、次に記述する公開講座と同様のテーマであるが小・中学生向けに簡素化した内容に変更し第4学年の情報工学実験IIと連携して実施した。

4.3 公開講座

公開講座は複数のテーマで実施されているが講座の内容は少しずつリニューアルされているもので基本的には第4学年で実施している情報工学実験IIと連携している。講座の内容はWebアプリケーションの作成、mbedのプログラミングで二輪走行ロボットを制御、WiFiを利用してタブレットから二輪走行ロボットを制御するアプリケーションを作成するものである。情報工学実験IIの第3回目のテーマ「HTML5と組み込みプログラミング」、第4回目のテーマ「mbedでWebサーバ」、

第5回目のテーマ「うおーるぼつとを動かそう」、第6回目のテーマ「うおーるぼつとをWebアプリケーションでコントロールしよう」の内容を踏襲している。実施時期は第4学年の情報工学実験IIよりも早く、情報工学実験IIが公開講座の内容を取り入れた形になる。

4.4 外部機関による研修

外部機関による研修とも連携した、「組込系プログラマー育成研修」は企業に所属する社会人向けの研修で、Arduinoを使った初心者向けの組込みプログラミングを行う研修である。これは情報工学演習の内容に類似したものであるが研修の最後に行った内容はプラスチックのレール上を走る模型電車を色によって走るレールを切り替えるものである。切り替えのポイントの軸にサーボモータを付け三方向へ切り替えるようにした(図12)。模型電車の色はカラーイメージセンサを利用して判別しサーボモータをコントロールする。

情報工学演習ではこの成果を利用して第14回目のテー

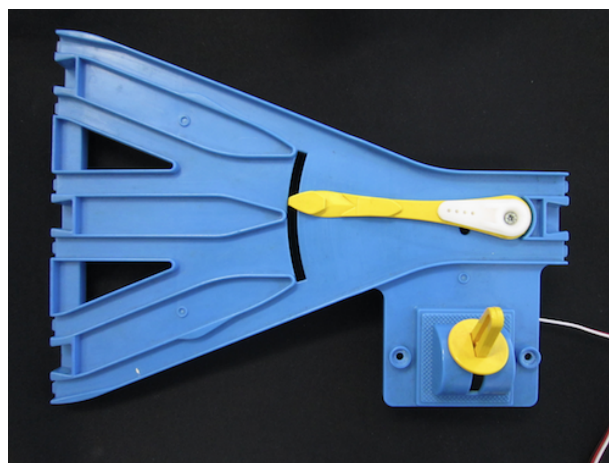


図 12 プラスチックレールのポイント切り替え

マ「ボールを大きさで仕分けしよう」となった。これは、坂を転がり落ちるボールの大きさをCdSを使って光を遮る状態により判定し、サーボモータに付けたラダーでボールを左右に仕分けるものである(図13)。

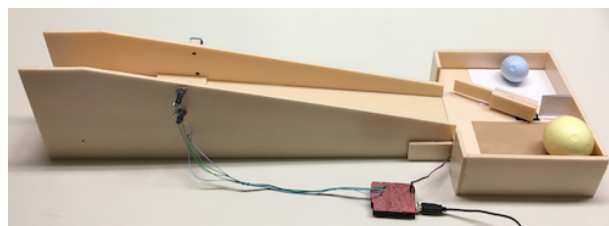


図 13 ボール仕分け装置

5. 授業と地域貢献講座の連携の効果

情報工学演習と情報工学実験Ⅱの授業と地域貢献講座の連携について紹介した。連携の効果として授業の内容を講座等に反映することができたこと、逆に講座等で得た成果を授業に取り入れることができたことが挙げられる。実験や演習に新しいことを取り入れた場合、学生が授業中に遭遇する事象を事前に検証等をしていても全てを網羅することができずその対処に追われることが多い。その点、公開講座等で検証しておくことができ、こちらが想定していなかったことをあぶり出すことができる。つまり、一年より短い期間でカリキュラム上の不具合の確認、学生が犯しやすい誤りなどを事前に知ることができ、授業に対処する方法が準備できることになる。このことによって新しいテーマの導入を迅速に進めることができ不具合など事前に対処可能なので、予め改善された内容で授業に挑むことができる。

具体的な事例を挙げると、情報工学演習で行なった「第4回目 音を鳴らそう」は Arduino のメモリ管理についてある程度コンピュータの知識がある者が扱う場合と、全くの未経験者が扱う度合いが大きく異なり、授業では起こらなかった不具合を地域貢献講座で知ることができた。その後、授業でもその事象が起こらない対策を予め取ることができた。

公開講座では「タブレットで組込み Web プログラミング入門」の前身となる講座で生じた WiFi 接続の煩雑さを改善し情報工学実験Ⅱ向きに変更することでスムーズに授業に利用することができた。

この他にいくつも互いに改善することができている。

6. おわりに

高専の教員は授業、研究の他に多くの業務をこなす必要がある。さらに、地域貢献事業の実施も求められている。その中で地域貢献講座も重要な項目である。なるべく少ない労力でこのような講座を開講できればもっと多くの講座を開講することができる。本報告では授業の内容と地域貢献講座がほぼ同じ内容になるようにすることで、準備に大きな労力を用いず講座を開講できた事例を紹介した。さらに、これらの講座で生じた問題点や成果を互いにフィードバックすることで授業内容および講座の内容が改善されることを示した。

平成 28 年度の改組により情報工学演習の授業が無くなり地域貢献講座との連携ができなくなったが、情報工学実験Ⅱは継続しているので地域貢献講座との連携が可能である。さらに、この取り組みと同様にして新しい

地域貢献講座の開講を考えている。

参考文献

- [1] Massimo Banzi, “Arduino をはじめよう”, オライリー・ジャパン, 2009.
- [2] Casey Reas, Ben Fry, “Processing をはじめよう”, オライリー・ジャパン, 2011.
- [3] nekosan, “基礎からの Fritzing”, 工学社, 2017.