

情報系高校における 環境情報を計測・可視化する実用的なプログラミング教育の実践

滑川敬章[†], 落合秀也^{††}, 山内正人^{*}, 高岡詠子^{**}
中山雅哉^{††}, 江崎浩^{††}, 砂原秀樹^{*}

プログラム言語を身につけるためにプログラム言語を学ぶのではなく、実際やりたいことの実現のためにプログラム言語を学ぶというコンセプトのもと、2011～2012年度にかけて情報系高校で、ハードウェア、ソフトウェア両方を扱う講座を行った。プログラム作成の対象がゲームであることが多い現状を踏まえ、ゲーム以外のプログラミングに興味を持たせるため、センサ制御やネットワーク経由でセンサデータを取得するなどのプログラム作成をテーマとして行った講座の実践について報告する。

Practical Programming Education for measuring and visualization of Environmental Information on a High School of Informatics

TAKAFUMI NAMEKAWA[†] HIDEYA OCHIAI^{††}, MASATO YAMANOUCHI^{*}
EIKO TAKAOKA^{**}, MASAYA NAKAYAMA^{††}
HIROSHI ESAKI^{††} HIDEKI SUNAHARA^{*}

We conducted lectures for teaching both hardware and software on a high school of informatics from 2011 to 2012 with the concept of “Learning programming language for implementing what need to be done not learning a way of skills of programming language”. We report that we provided lectures on the themes of “sensor controls” and “getting sensor data through Internet” though high school students nowadays tend to make a lot of game programming.

1. はじめに

柏の葉高校の「情報理数科」は、千葉県で初めて設置された情報に関する専門学科である。母体となったのが普通科の高校であること、地域的に進学志向が強いこと、高卒で情報系の求人がほぼ無いことなどから、情報系、理工系大学への進学を目標としつつ、高度情報化社会を担う人材育成を目指し、専門的な知識・技術だけではなく、主体的に取り組む力、考えて取り組む力、チームで取り組む力などの育成に力を入れている。また、高校3年+大学4年の7年間を見通して、将来のスペシャリストを育てていくためには、高等学校段階で何を身に付けさせたらよいかを考えながらさまざまな指導を行っている。

本学科の大きな特徴の一つに「大学・企業・地域連携」がある。もともとは、県内で初めての情報科ということで、専門教科「情報」の担当教員の不足を補い、学習内容のレベル向上やキャリア教育の推進のために大学との連携をスタートさせたが、その後、連携先を企業や地域へも広げ、現在では、年間200時間を超える連携授業・連携講座^{*1}を

実施している。その中で、プログラミング教育に関しては、大学教員が高校1年生に対して年間15回にわたって延べ40時間以上の授業を行うという実践も5年間継続して行っている[1]。また、学んだ内容を生かして外部に発信していくことにも力を入れており、地域の小学生に科学の楽しさを教える科学教育ボランティアや、近隣の小中学校の学校ネットワーク支援を行うボランティアなどの活動も行っている。

最近では、3年生の遅い時期まで進路を具体的に考えることができない生徒が増えているが、それは、様々なことを実体験する機会が少なく、自分がやりたいこと、学びたいことを考えるもとなる経験があまりないからではないかと考えている。我々は、大学・企業・地域と連携した様々な連携講座やボランティア活動等の体験的な学習活動の中から、生徒たちが新たな学びを発見し、専門的な学びに興味・関心を高め、目を輝かせて自分たちの将来を考えるようになっていく姿を目の当たりにしている。そのような中で、高校の教科学習の枠にとらわれず、専門的で高度な内容を含む学習活動であっても、目的意識をもって取り組む中で生徒たちが成長する過程を見てきている。本稿では、情報系高校において、「実際にやりたいことの実現のためにプログラム言語を学ぶ」というコンセプトのもと、2011～2012年度にかけてLiveE!プロジェクトとの連携で行った、ハードウェア・ソフトウェアの両方を扱う講座の実践につ

[†] 千葉県立柏の葉高校

Chiba Prefectural Kashiwanoha Senior High School

^{††} 東京大学 Tokyo University

^{*} 慶應義塾大学 Keio University

^{**} 上智大学 Sophia University

^{*1} 基本的に授業は授業時間中に実施するもので、講座は放課後等の授業時間外に実施するもの

いて報告する。

2. LiveE!プロジェクト

2.1 LiveE!プロジェクト

LiveE!プロジェクト[2]では、IPネットワークを介して数秒間隔で気象情報を収集することができる気象データ収集装置として、「デジタル百葉箱」を各地に設置することで独自の気象観測を行っている。デジタル百葉箱から得られたデータの収集解析を行うことによって、各地の気象、環境の変化や異常気象などを把握し、その情報を電子的に共有してその共有網を発展させていくことで、地球上のリアルタイムの気象情報を把握し、起こりうる環境の変化に対応して人類が安全に過ごせるようにしていくことを目指す組織である。地球温暖化対応のような環境保護対策での利用はもちろんのこと、教育、公共サービス、ビジネスアプリケーションなどの分野での自由で自律的な利用法について模索している。

2.2 デジタル百葉箱

LiveE!プロジェクトの設置しているデジタル百葉箱は、気温、湿度、気圧、雨量、風向き、風速、二酸化炭素濃度を測定することができる。測定した気象データはインターネットを通じて数秒間隔でLiveE!のサーバーにアップロードされている。デジタル百葉箱はアメダスなどと比較して、簡単かつ低コスト、短い間隔で気象データを取得することが可能である。1秒から間隔を指定して気象データを取得することが可能であり、狭い間隔でいくつも設置することにより、狭い範囲の局所的な気象観測を行うことができる。気象センサーで観測されたデータはロガー(Armadillo-220)に送られ、USBメモリ等に保存することもできるが、ロガーに送られたデータは、インターネットを通して数秒間隔でLiveE!サーバーに送信される。アップロードは、通常有線または無線で通信しているものが多いが、最近ではPHSやモバイル機器で通信するものもいくつか増えている。

LiveE!プロジェクト会員には、各気象センサーからデータアップロード、サーバーからのデータダウンロードするためのライブラリが提供されており、気象データを可視化させる気象データ可視化アプリケーションを構築して高校や大学の教育に応用したり、局所的な気象に関する解析が行われている[3,4]。

2.3 サイエンスコンテスト

LiveE!プロジェクトにより、全国各地(アジア圏を中心に海外にもある)に100基以上設置されているデジタル百葉箱の一つが柏の葉高校に設置されており、計測した気象データはインターネットを通じて数秒間隔でLiveE!のサーバーにアップロードされる。2012年度の取組は、「自分の

高校に設置されているセンサーの気象データをLiveE!サーバーから取得し、Webページに表示しよう」という目標を設定し、夏休みの4日間を利用して高校1~3年生の希望者を対象にPHPプログラミングの授業を行った。2012年8月末締切のLiveE!プロジェクト主催のサイエンスコンテストに応募することができた生徒も何人かいたので、そのコンテストの詳細について先に述べておく。

LiveE!プロジェクトは、2012年、株式会社ユビテックの協賛により、ハードウェアの製作やプログラミングによるソフトウェア作成、計測データの解析などの部門で、LiveE!サーバーの提供するデータを有効活用してもらうことを目的としてLiveE!プロジェクト第1回サイエンスコンテスト(<http://www.live-e.org/contest/>)を開催することにした。

応募は高校生、大学生、および若手研究者とし、複数の作品を応募しても、複数人で1つの作品を応募してもよい。応募締切は8月31日であったので応募に間に合うようなスケジュールを組めば何人かは応募できる。今回のプログラミング講座で何人かの生徒がこのコンテストのプログラミング部門に応募できるほどのPHPプログラミングスキルが身に着くことが一つの目標になった。

次節以降、2011年度の取組、2012年度の取組に分けて説明を行う。

3. 2011年度の取組

3.1 取組の概要と講座のねらい

先に述べたように、本校には情報の専門学科である「情報理数科」が設置されている。そのため、基本的に情報系・理工系に興味・関心を持っている生徒たちが在籍している。日頃、彼らを見てみると、特に1年生のときは、プログラム作成に興味を持っていても、その対象がゲームであることが多い。もっと興味の範囲を広げさせ、ゲーム以外のプログラミングに興味を持たせることの必要性を感じている。そこで、電子機器や家電製品の内部で使われる組込系プログラムへの興味・関心を高めさせるために、センサーを制御したり、ネットワーク経由でセンサーからデータを取得したりするプログラムの作成をテーマとして講座を企画した。

講座では、実際にはんだ付けを行って、ネットワークインタフェースとなるPICマイコンボードを製作させ、組込系プログラミングへの興味・関心を高めさせたり、気象センサーから取得したデータを処理・活用する方法を考えさせることで、地球温暖化や環境保護などの分野への興味・関心やセンサーのデータをWebサイト上に可視化するためのWebプログラミングやネットワークの活用に興味・関心を高めさせたりすることをねらいとした。これらの学習成果を、専門科目での実習テーマや課題研究の研究テーマとして発展させていくことも、もう一つのねらいとしている。

また、役に立つ実用的なプログラムの作成を経験させることや、完成したプログラムを実際に使って計測させることで、学んだことへの達成感を与えられるように配慮した。

さらに、講座の最初にセンサやネットワークについて関心を高めさせるために、それらの活用事例に関する講演を聴かせたり、大学でセンサやセンサをつなぐネットワークが運用されている状況を見学させたりして、興味・関心を高めさせ、講座で学習した内容を元に、生徒たちが研究を行い、その成果をシンポジウムや研究発表会で発表したいという意欲を持たせるように工夫した。

3.2 講座の内容

3.2.1 第1回講座

6月7日に「ICT活用による地球環境への貢献」というテーマで、第1回の講座を実施した。センサやネットワーク等のICT技術を使ってできることについて、具体的な事例を挙げての講義を行った。講義により、地球温暖化等の環境変化に対する興味・関心や、センサやネットワークの活用に関する興味・関心を高めさせることができた。

3.2.2 事前アンケート

講座への参加者が多かったため、第2回以降の講座については、機材の都合上事前にアンケートを行い下記2グループに分けて授業を行った。

Aグループ：マイクロログを用いた計測機器の擬人化

Bグループ：PICマイコンボードを用いた遠隔計測・遠隔制御の実習

また、最終的にA,Bグループでの成果を連携させる計画とした。

3.2.3 Aグループ授業計画（第2回講座～第4回講座）

1回目前半(7/11)：身の回りの環境に触れてみよう

1回目後半(7/11)："環境"がインターネットに繋がっていたら

2回目(7/25)：環境情報の自律的流通

3回目(9/15)：応用演習

2011年7月から夏休みを挟んで9月まで計3回に渡り、大学から講師を招き、講義を行った。参加者は1年生から3年生までの20名程度であった。参加者のスキルもプログラミング初心者から中級者まで様々であったため、スキルに関係なく楽しめる計画とした。また教員1名とTA1名とで20名程度を見る必要があるため事前検証をすることで質問の出そうな箇所を減らした。

1回目の授業は2部構成とし、前半では普段余りにせず生活している身の回りの環境に触れることで興味喚起すると共にこれから行うことや出来ることのイメージを理解しやすくした。後半は事前に用意されたセンサユニットに対してWebを介して設定を行いインターネットにデータ

をアップロードした。

2回目の授業ではマイクロログにセンサデータをつぶやくサンプルプログラムを基にスキルに応じて授業を行えるようにした。

3回目の授業ではBグループとの連携等、2回の授業を基に出来そうなことを夏休みに考えてもらい、応用演習として各自行うこととした。

3.2.4 Aグループ授業内容

●1回目前半

3名程度の7グループにわけ二酸化炭素センサを用いて各所の二酸化炭素濃度の計測を行った。計測を行う際に仮説を立て、その仮説を検証する形で行った。例えば二酸化炭素は重い気体であると理科で習ったので、それを基に校舎の1階と上層階で二酸化炭素濃度の変化を計測する等の実習を行った。最後にそれぞれの結果を各グループから発表した。それぞれの結果を各参加者は興味を持って聞いており、普段の生活では気にしていない二酸化炭素濃度に興味を持つようになった。

●1回目後半

各グループに渡した二酸化炭素センサに Armadillo(小型のPC)を接続し(図1参照)、センサデータをインターネット上にアップロード出来るようにした。インターネット側のデータ受信部やセンサデータをアップロードするソフトは事前に用意しておき、正しい設定を行うことでアップロードが可能となるようにした。またこれら環境情報がインターネットに繋がると、世界中からデータを集めることが可能となるとどういったことが出来るかについて考えてもらった。

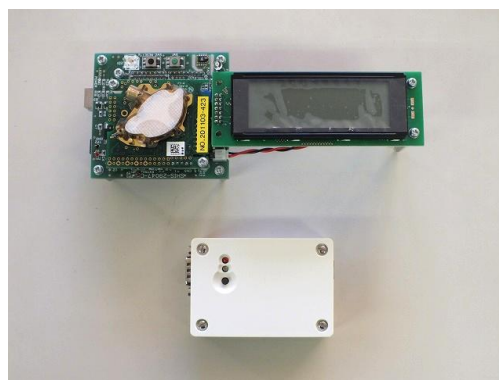


図1 二酸化炭素センサ(上)と Armadillo(下)

●2回目

様々な環境情報がインターネットに繋がったときの情報の活用例として、センサデータの擬人化をマイクロログを用いて行った。

Live E!プロジェクトにより集められている情報を用い、それらの情報を処理しマイクロログにつぶやくプログラ

ムを作成した。事前にサンプルプログラムを用意しておき各自のマイクログラアカウントにつぶやくるように設定した。またプログラミング初心者はつぶやく文言を変える等どこを改変するとどのような変化がおこるかを体験してもらい、中級者はどのような条件の時にどのような文言をつぶやくかプログラムの改変をした。

●3 回目

2 回目の授業から夏休みを挟み、1 か月程度時間があつたため、中級者には1 か月でさらなる応用を各自考えてもらい各自の考えた応用を実装してもらった。また、初心者は応用を考える事が難しかったため、B グループと連携し、B グループで作成したセンサのデータをマイクログラにアップロードするプログラムの作成をしてもらった。

3.2.5 A グループの結果と考察

3 回の授業を通して、参加者の減少は無くプログラミング初心者から中級者まで幅広い参加者に興味を持ってもらえたと考える。しかし、各自のプログラミング環境を整える、サンプルプログラムのプロキシへの対応等高校の特殊な環境へ対応するための事前準備コストが非常に高かった。そのため今後はクラウドコンパイル環境等、事前準備コストを踏まえた環境の準備が重要と考える。

3.2.6 B グループ授業計画 (第 2 回講座～第 4 回講座)

- 1 回目(7/11) : センサのインタフェース装置の製作
- 2 回目(7/25) : 装置のネットワーク接続とプログラミング
- 3 回目(9/15) : Live E! サーバに計測データをアップロードする

B グループには、1 年生、2 年生、3 年生からほぼ均等に全体で 15 名程度の生徒が集まった。学年ごとに班を分けてグループで半田付け、プログラミングなどを行う形式をとった。

1 回目の実習は、自分たちの手で電子部品を基板に半田付けすることで、「つくる」ことの基本や楽しさを学ぶことを目的とする。

2 回目の実習は、基礎的な TCP/IP 通信プログラミングとして、UDP プログラミングを学び、遠隔地から値を取得してくる間隔をつかむことを目的とする。

3 回目の実習は、情報システムと組込みシステムの連携について考えることを目的とする。

第 2 回目および第 3 回目は、生徒に対しては、簡単なサンプルプログラムを提供するとともに、内容に関して詳細の解説は行わない。これは自ら考えてもらうことを最重視してのことである。

3.2.7 B グループ授業内容

●1 回目

- ・アナログ入力 8 点・デジタル入出力 16 点とネットワークインタフェースを持つ PIC マイコンボード (図 2 参照) を製作する。

●2 回目

- ・プログラミング環境を構築する。
- ・制作した PIC マイコンボードをネットワークに接続し、気温計測を行うプログラムを作成する。

●3 回目

- ・PIC マイコンボードをネットワークに接続し、計測した気温データを Live E!サーバにアップロードするプログラムを作成する。



図 2 PIC マイコンボード (PIC-NIC)

3.2.8 B グループの結果と考察

1 年生、2 年生、3 年生ともに、半田付けを伴う PIC マイコンボードの製作は少ない指導だけでも順調に進み、第 1 回目ですべての班で動作を確認するところまで達成できた。第 2 回、第 3 回のプログラミング実習では、やはりある程度経験のある 3 年生の方が、理解も早くプログラムの改良を進んで行えた。1 年生には、少し解説を施しながら、ソフトウェアの改変方法を見せることで、どのように変えれば良いかのイメージをつかんでもらった。

3.2.9 第 5 回講座

第 5 回の講座として、2011 年 9 月 17 日に東京大学工学部で行われた Live E! シンポジウムに参加し、大学・企業や、以前から活動している他の高校からの発表を聴講した。また、東京大学工学部に設置されているセンサやサーバ等のシステムを見学した。

センサやネットワークの活用に関する発表や、同世代の高校生からの発表を聞いたことで、参加した生徒たちは非常に刺激を受けていた。シンポジウム後の懇談で、今後、生徒が自主的に課題を設定して研究に取り組んでいくためのアドバイスもいただくことができた。

3.2.10 事前学習・事後学習・発展学習

講座の実施に際しては、講座がスムーズに進められるように、事前学習、事後学習を実施した。

事前学習では、講座の趣旨や概要についての説明を行ったり、プログラミング環境に関する説明など、基本事項の学習を行ったりした。また、事後学習では、講座の学習内容の復習の他、はんだづけの熱で破損してしまった、レギュレーターや温度センサ等の修理・交換なども行ったりした。

さらに、講座実施後の発展的な学習として、PIC マイコンボードに、赤外線（人感）センサ、照度センサ、磁気センサを接続し、追加したセンサを利用するためのプログラム作成に取り組んだ3年生や、本校の屋上に設置されたセンサのデータを、Live E!サーバから読み出してWebページ上に表示するプログラム作成に取り組んだ2年生などがいた。

これらの学習成果については、2012年2月25日に実施した学科の研究発表会で発表を行ったり、2012年3月30日に東京大学にて開催された「高大連携事業2011年度成果報告会」にて発表を行った。

4. 2012年度の取組

4.1 取組の概要と講座のねらい

前年度に実施した「気象センサと組込系プログラミング」の講座では、多様なセンサを使って環境情報を計測することに生徒たちは非常に興味を持ち、そのためのプログラミングにも熱心に取り組んでいた。プログラミングというとゲームのイメージがある生徒たちにとって、実用的なプログラムの大切さを経験する良い機会となった。そこで、2012年度はこの取組を継続し、計測したデータの処理や可視化のためのプログラミングを中心に講座を進めていきたいと考え、企画した。

情報を可視化して社会で役に立つプログラムを作成する経験をさせるとともに、前年度と同様に地球温暖化等の環境変化に関する興味・関心を高めさせたり、ネットワークの活用に関する興味・関心を高めさせたりすることや、専門科目の情報実習の実習テーマや課題研究の研究テーマとしても発展させていくこともねらいとしている。

また、講座実施後に、学んだことや自分で研究したことを整理して発表させる活動をとおして、達成感を感じさせるとともに、知的探究心を育成していきたいと考えている。

4.2 講座の内容

4.2.1 第1回講座

6月8日に第1回の講座を実施した。参加者には昨年度も受講している生徒もいるが、1年生をはじめとして、今年初めて受講する生徒が多いので、初回の講座は昨年度と同様に、

- ・センサとネットワークの活用事例
- ・情報を可視化することの意義や活用事例

・センサとネットワークを使った観測の実際などについての講演を行った。

4.2.2 第2回講座～第5回講座

今年度は、データの可視化を行うための一つの方法として、PHPを使ったウェブサイトの構築を行った。

4.2.3 第2回講座～第5回講座の内容

(1) 授業設計の条件

本実践はLiveE!プロジェクトとの高大連携事業（サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト事業）「気象センサのデータ解析とWebプログラミング—環境情報の可視化—」の一環であり、「自分の高校に設置されているセンサの気象データをLiveE!サーバから取得し、Webページに表示しよう」という目的が先に設定されており、夏休みの4日間という短い時間であったため、通常の授業期間に行うプログラミング教育と同様な進め方ができない。さらに、高校1年生から3年生というスキルがバラバラの生徒が対象となるため、どのように授業を行うかが問題であった。また、参加する全生徒は無理としても、何名かは前述のサイエンスコンテストに応募できるようになればよいと考えた。

まず、4日間という短時間であることを考え、事前学習を取り入れることにした。柏の葉高校情報理科では、NetCommonsを利用した学内連絡用掲示板を利用しているため、その掲示板に事前に学習してほしい資料をアップロードし、それを夏休みの授業までに各自学習してもらうこととした。なお、6月の第1回講座では、LiveE!プロジェクトについての説明があり、それによって、夏休みにプログラムを書いてどんなことができるのかをイメージすることが事前にできているという前提で授業設計を行った。

対象の生徒のスキルがバラバラということに関してもう少し詳しく説明する。情報理科では1年生のときにProcessingを用いたプログラミングの授業が行われており[2]、1年生終了時には一通りプログラミングを学んでいる状態となる。したがって、夏休みの段階では1年生はまだプログラミングの初歩しか学んでいない。2年生はプログラミングを一通り学び終わった状態である。3年生になると、自宅にLinuxのサーバを立ててすでにPHPやCなどでプログラムを書いている生徒もいるような状態である。つまり、参加する生徒のスキルは本当にバラバラな状態なのである。そこで、スタート地点でのスキル差をできるだけなくすために1年生にはできるだけ事前学習をしてもらうように指導することにした。

(2) プログラミング環境

LiveE!が提供しているデータ取得ライブラリは、Java、PHP、Rubyなど多くのプログラム言語に対応しているが、

今回 PHP を言語として選んだ理由として、短い期間で Web アプリケーションを開発しなければならないため、プログラムを書いた結果がすぐに反映できる、Web アプリケーションとして一般的である、Windows 上の XAMPP を利用することで疑似 Web サーバも立ち上げられるという点を考慮して、PHP を採用した。XAMPP は、Web アプリケーションの実行に必要なフリーソフトウェアをパッケージとしてまとめたもので、apachefriends.org から提供されている。

(3)事前学習

5 月 30 日から事前学習資料のアップロードを始めた。PHP とは何か、XAMPP とは何か、基本構文などの基礎的な内容について「PHP 学習の手引き」という形で 10 ページほどのマニュアルを最初にアップロードし、同時に高校側の担当教員が XAMPP のインストール方法や PHP プログラムを実行するというところまで一度対面で授業を行った。その後は事前学習を一週間ごとに少しずつ進めてもらうように表 1 の通り資料のアップロードを行った。各事前授業のスライドは PowerPoint で 5~6 枚ほどであり、最後は各回の演習問題を 2 題ほど出す。次回のスライドの最初には前回の演習問題の解答例を出しておく。

表 1 事前学習スケジュール

教材アップロード日程	教材のテーマ
5 月 30 日	文章記述
6 月 13 日	定数, 変数
6 月 20 日	演算子を使って表示
6 月 27 日	配列
7 月 4 日	条件分岐
7 月 11 日	繰り返し処理
7 月 25 日	関数

(4) 講義の様子

2012 年 7 月から夏休み中計 4 回に渡り、大学から講師を招き、講義を行った。計画としては、最終的にサイエンスコンテスト応募締め切りが 8 月 31 日であるので、後半の 2 回は応募者は作品を作ってもらうことにし、前半の 2 回で PHP の基礎を行うという計画である。もし 1 年生が授業についてこられなくなった場合には後半は作品作りを行う生徒は TA に任せ、1 年生向けに演習問題を行う時間を設けることにした。

表 2 講座スケジュール

7 月 27 日	第 1 回授業：文章記述から配列まで
8 月 8 日	第 2 回授業：条件分岐，繰り返し処理，関数，気象データの取得
8 月 28 日	第 3 回授業：

	1 年生：PHP 基礎演習 2~3 年生：コンテスト応募作品制作
8 月 29 日	第 4 回授業： 1 年生：簡単なフォーム作成と数当てゲーム作り 2~3 年生：コンテスト応募作品制作

4.3 結果と考察

授業進行は表 2 に示す通りの計画通りほぼ進んだが、1 年生と 2, 3 年生のスキルの差がやはり問題であった。前半は計画通り行い後半部分は、2, 3 年生は計画通りコンテスト応募作品をつくってもらうことにした。後半は計画にもあったとおり 1 年生はコンテスト応募できるレベルまでは行かなかったため、急ぎよ、フォーム入力などを使った数当てゲームの例を示し、入力した値とコンピュータがランダムに生成した値と比較を行って判定を行うコードを書いてもらうという演習を行った。また、`imagecreate` 関数などを使って、図形を書いたり色をつけたりするようなプログラムも紹介した。

結果として、2, 3 年生は最初の目標の一つであった、第 1 回 LiveE!サイエンスコンテストに応募することができた。1 年生はさすがにはじめてのプログラミング経験であったこともあり、そこまで難しいプログラムを書くところまで行かなかったが、数当てゲーム、フォームなどの作成を通じて、最後まで頑張っていた。講義で行った講義の最後にアンケートを行った。詳細な集計については別の機会に紹介したいが、「別のプログラミング言語もやってみたくなった。来年もこのような講義があるならば、ぜひ参加したい。」「PHP という難しそうなプログラム言語になかなか手が出せなかったが、今回の講義で難しいというイメージがなくなった」という前向きな意見が多かったのが印象的である。やはり、自由参加という形式で目的意識が高い生徒が集まったためと思われる。

5. 2 年間の成果

これまでは、プログラミングというと Processing や VisualBASIC などのローカルコンピュータ上で完結してしまうものが多かった。Processing のプログラムでは、Gainer という I/O 装置上の加速度センサの値を利用するプログラムを作成していたが、ネットワーク上のセンサやサーバのデータを取得したり、ネットワーク上に結果を出力したりするプログラミングは初めてで、そのできることの広がり大きな刺激を受けていた。以下、2 年間の主な成果を具体的に述べる。

また、2012 年度は、それらの生徒たちが、昨年度の成果を踏まえ、ウェブサイト上で Live-e! のデータを可視化するサイトの作成を行った (Web サーバ側で動く PHP のプログラム)。

講座には、1年生から3年生までの生徒たちが参加したが、講座に参加した時点でのプログラミングに関する知識・技術に差があるため、必ずしもすべての生徒に同じような成果が得られたわけではない。これについては課題として後述する。

5.1 データを可視化・分析するためのプログラム作成

2011年度、当時2年生だった生徒たちが、講座の実施後に、本校の屋上に設置された気象センサの計測データを分析するためのプログラムを作成した（クライアント側のWindows上で動くプログラムで、Visual C++ と .NET Framework で作成）。

屋上に設置された気象センサから出力されるデータは、一定時間毎に複数のセンサからのデータが数行になって適すと形式ではき出される。そのため、その中の特定のセンサからのデータを分析するためには、出力されたデータから特定のセンサのデータだけを取り出す必要がある。このデータ処理とともに、簡単にデータの傾向を見るためにその場でグラフ化できるようにした（図3, 4参照）[5]。

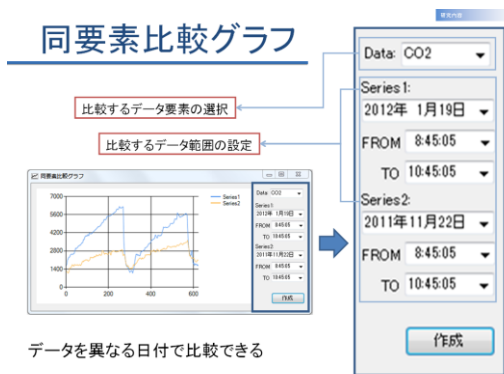


図3 同じ要素のデータを取り出してグラフ化

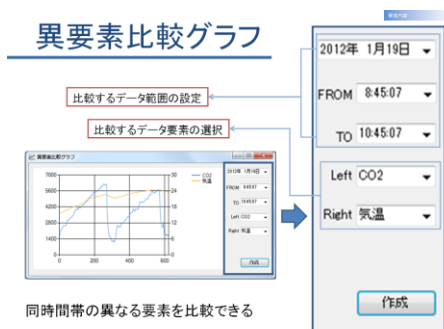


図4 異なる要素のデータを取り出してグラフ化

5.2 教室内 CO2 濃度計測

2011年度、二酸化炭素センサを用いて教室環境の二酸化炭素濃度が換気によってどのように変化するかということ調べてまとめた[6]。この研究は、今年度も継続して行われている。

具体的には、窓を開けたときや、植物を置いたときの教室中の二酸化炭素濃度を測定し、普段の教室中の二酸化炭素濃度と比較した。その結果を使い、教室中の二酸化炭素を有効に減らす方法を探すとのものである。

窓を開けての換気が本当に有効なのか、窓を閉めて、外気を取り入れない教室の二酸化炭素濃度の変化を調べたり、その後窓を開け、二酸化炭素濃度の変化を調べたりした。また、窓を開ける数による二酸化炭素濃度の変化の差や、換気時の窓を開ける時間による二酸化炭素濃度の変化などを調べ、換気の効率について検討した。

5.3 Live-E! データ可視化サイト構築

2012年度、教室のCO2濃度の変化を調べるために作成していたグラフ作成ソフトをWeb化し、Live E! サーバのデータを見やすくし、データの変化を分かりやすくするために、データ可視化サイトを構築した（図5参照、講座だけでなく、課題研究の授業の中での取組）。

このサイトでは、これまでに学習したツイッターを利用した情報公開や、データのグラフ化の機能の他、グーグルマップの機能を利用した可視化などについても取り組んだ。（公開中のサイトのURL <http://www.live-e-sv.info/>）

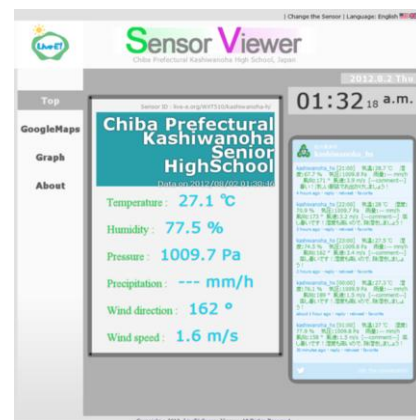


図5 Live-E! データ可視化サイト

5.4 APNG Camp での発表

これらの成果については、8月15日～19日に韓国で行われたアジア太平洋地域の若手研究者が集まりインターネットの諸問題や研究について話し合う APNG Camp において、「The research for CO2 & Visualization of Meteorological data」というタイトルで発表することができた[7]。発表した生徒たちにとっては大きな自信につながったことは間違いない。

5.5 成果と課題

これらのように、講座の中だけでの学習ではなく、その後の実習や課題研究にも大きな成果を残した2年間であった。1年生から3年生まで多様な生徒が学んだ講座であったので、それぞれ得られたものは異なるが、狙い通り、そ

の後の学習に大きな影響を与えている。

情報系の専門学科を設置している本校では、プログラミングに興味を持っている生徒が多く入学してくる。プログラミング＝ゲーム作成となってしまうがちな生徒たちが、コンピュータで何ができるのか、について広く考えることができ、センサやネットワークを活用してできることの幅広さ、面白さにふれ、そこから自分でやりたいことを見つけ、実用的なプログラムを書くことができるところまで成長していく様子が見られたことは、本当に大きな成果だった。また、これらの講座の成果が、専門高校としての課題研究の対象（ネタ）になり、生徒たちの専門的な学びへの入り口を開く役割を果たしていることも、非常に大きなことである。

しかしながら、これらの生徒が参加したすべての生徒にもたらされたものでないことも事実である。これは、参加者の学年、能力、関心などにばらつきがあることなどが主な原因である。より多くの生徒に成果を求めるのであれば、事前学習や事後学習を充実させたり、講座実施時期を検討したりすることなどにより、生徒の力の差を埋める努力をする必要がある。

高校生は、1年の中でもどんどん成長していくので、講座の実施時期については、理科や数学に関する知識・理解、情報に関する知識・技術等について、どの時期にどのようなことを学ぶのかを踏まえての検討が必要になる。しかし、講座の講師を担当する大学側と実施する高校との日程調整もあり、難しいところがある。

また、複数の学年が同時に受講することについては、受講者のレベルを揃えるという意味で、単一の学年で実施することも考えられるが、1年目をきっかけに2年目に実践・研究を深めていく生徒もいるので、簡単ではない。

6. おわりに

プログラム言語を身につけるためにプログラム言語を学ぶのではなく、実際やりたいことの実現のためにプログラム言語を学ぶというコンセプトのもと、2011～2012年度にかけて情報系高校において、ハードウェア、ソフトウェア両方を扱う講座を行った。プログラム作成の対象がゲームであることが多い現状を踏まえ、ゲーム以外のプログラミングに興味を持たせるため、センサ制御やネットワーク経由でセンサデータを取得するなどのプログラム作成をテーマとして行った講座の実践について報告した。2年間にわたる取組の結果、実用的なプログラムを書くことができるところまで成長する生徒がいたなど大きな成果を残すことができたが、いくつかの問題点も浮上した。

今後これらの問題点を解決しつつ、このような取組を継続して行うことで、こういった講座を受けた生徒たちが将来どのような分野に進むかという調査もできれば、これか

らの情報系高校の進むべき道も自ずと開けてくるのではないかと思われる。

謝辞 本実践は2011年度、2012年度にサイエンス・パートナーシップ・プロジェクト事業として科学技術振興機構より支援を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1 大見嘉弘, 滑川敬章, 永井保夫, 情報系高校におけるセンサを利用したプログラミング教育の実践と評価, 情報教育シンポジウム2012, pp.105-112, 情報処理学会, 2012.
- 2 LiveE!-活きた地球の環境情報- (<http://www.live-e.org/>) (アクセス日時 2012/9/1)
- 3 高岡詠子, 谷口和久: LiveE!気象データ取得アプリケーションの高校・大学教育への応用, LiveE!シンポジウム2009, Live E! 協議会, (独) 情報通信研究機構, 2009
- 4 高岡詠子, 日置優里: LiveE!気象データを用いたアプリケーションの開発および気象データ解析, IEICE Technical Report IA2009-81(2009-12), pp91-96.
- 5 滑川 敬章, センサーとネットワークを活用した学校教室の利用状況の可視化, LiveE!高大連携事業2011年度成果報告会, 2011 (<http://server2.ut.live-e.org/>) (アクセス日時 2012/9/12).
- 6 中山 怜央, 宮下 隼, 環境データの可視化と活用, LiveE! 高大連携事業2011年度成果報告会, 2011 (<http://server2.ut.live-e.org/>) (アクセス日時 2012/9/12).
- 7 Reo Nakayama and Hayato Miyashita, Kashiwanoha high school, "The research for CO2 & Visualization of Meteorological data", APNG Camp 2012, <http://www.apngcamp.asia/agenda/> (アクセス日時 2012/9/14)