

高等学校における複数言語によるプログラミング教育の提案 ～情報システムの理解を目標としたドリトル, JavaScript, PHP の連携～

間辺 広樹¹ 長島 和平² 長 慎也² 並木 美太郎³ 兼宗 進⁴

概要：情報機器が普及し、多くのユーザーが日常的に情報システムを使っているが、それらがプログラミングによって構築されているといった仕組みへの関心は希薄である。本研究では、情報機器がどのような仕組みで動いているのかを理解させる目的で、ドリトル, JavaScript, PHP の 3 言語を用いたプログラミング教育を高等学校にて実践した。プログラミングの導入としてドリトルを用いた後、クライアントサイドの技術理解に JavaScript, サーバーサイドの技術理解に PHP を用いた。JavaScript と PHP においては、高校生でもこれらの言語を学習できるように開発された JSLesson と PHPEditor をそれぞれ用いた。10 時間の授業実践を通して、生徒は情報システムとプログラミングを学ぶことの意義を感じるようになった。本稿では実践の概要を示し、成果と課題について報告する。

キーワード：プログラミング教育, IoT, クライアントサイド, サーバーサイド, ドリトル, JavaScript, PHP

Suggestion of the Programming Education by Using Several Programming Languages in High School

MANABE HIROKI¹ NAGASHIMA KAZUHEI² CHO SHINYA² MITAROU NAMIKI³ KANEMUNE SUSUMU⁴

Abstract: Dispite high school students use information devices and information systems on daily basis, they have no attention to the principles which are constructed by computer programs. In this research, we practiced 10 lessons for the students by using three programming languages to teach how information devices work. First, we used Dolittle language for the introduction of the programming. Second, we used JavaScript to teach the client side technology. And third, we used PHP to teach the server side technology. Through the lessons, we observed the students came to feel information technology and computer programming close. In this paper, we report what we have learned from this research. Moreover, we suggest our curriculum as one model of the computer programming education.

Keywords: Programming Education, IoT, Client Side, Server Side, Dolittle, JavaScript, PHP

1. はじめに

情報技術や情報機器の進歩・普及は目覚ましい。平成 26 年度の情報通信白書 [1] によれば、情報通信端末の世帯所有率は 94.8 % である。また、近年はスマートフォン (以下、スマホと記す) の普及が急速に進んでおり、平成 22 年度は

9.7 % であったスマホの世帯保有率が、平成 25 年度は 62.6 % へと急激な伸びを見せた。

この変化は若い世代により顕著である。平成 25 年の高校生のスマホ所有率は 99.0 % にも達するという調査結果がデジタルアート社から報告されている [2]。実際、街を歩けば至る所でスマホを操作する高校生の姿を目にする昨今である。同調査では『使用頻度の高いアプリは「LINE」61.7 %, 「YouTube」39.6 %, 「ゲーム」35.4 %』であることから、スマホが SNS やビデオ視聴, ゲームのためのツールとして使われていることが伺える。

¹ 神奈川県立柏陽高等学校

² 明星大学

³ 東京農工大学

⁴ 大阪電気通信大学

このように、高校生の多くは日常的に情報サービスを利用している反面、これらのサービスやアプリがどのような原理で動いているのか、という仕組みへの関心は希薄である。機械を使いこなすために、その仕組みを理解することは大切である。逆に仕組みを知らずに機器を使うことは、安全性や道德の面で問題が生じるリスクを高める。

SNS もオンラインゲームも「情報システム」である。「情報システム」とは「コンピュータを中心とする情報を処理する機器と、情報を伝達するネットワークを組み合わせ、さまざまなサービスや機能を提供するシステム」である [3]。パソコンやスマホは、ネットワークを介してサーバーと繋がり、共有化されたデータとそれらの操作を行うプログラムが連携し合っている。このような情報システムの仕組みをユーザーは理解して情報機器を活用することが必要である。しかし、その中核となるソフトウェアやサーバーの動作を見ることはできないため理解しにくいという問題も抱えている。

本研究は高校生を対象に、日頃利用している形に近い環境でのプログラミング実習を通して、情報システムの仕組みの理解を促すものである。そのためにドリトル、JavaScript、PHP という 3 種類のプログラミング言語を利用する。まず、プログラミングの導入のためにドリトルを用いる。その後、クライアントサイドの技術理解のために JavaScript、サーバーサイドの技術理解のために PHP を用いる、という流れである。

これまで、情報システムとプログラミングの分野はそれぞれ独立して教育されることが多かった。実際、学習指導要領 (情報科) や、各教科書は別々の単元として扱っている。しかし、これらを統合することは「生徒自身の情報機器の扱い方」と「学習内容」との関連を強く意識させることになるため、効果の高い教育が実現すると考えられる。

本研究では高等学校で共通科目「情報の科学」を学ぶ 1 年生を対象に、独自に開発したカリキュラムと学習用ツールを用いて 10 時間の実験授業を行った。その概要を示し、成果と課題を報告する。

2. 研究の方法

筆者らは実験授業の目標を

- コンピュータはプログラムで動いていることを理解すること
- 情報システムを身近に感じられるようになること
- 自分の情報機器の使い方と関連付けられるようになること

の 3 点とした。そのためには、プログラミング言語と学習内容、カリキュラム、学習用ツール、の設定は重要である。そこで、次節以降で示す授業デザインを行った。

2.1 プログラミング言語の選択と学習内容の検討

日頃の使い方に学習環境を近づけるためには、現実の情報社会で広く使われている言語を利用することが有効であると考えた。そこで、クライアントサイドの技術理解に JavaScript、サーバーサイドの技術理解に PHP を用いることとした。ただし、両言語ともプログラミング初学者には難しさがある。そこで導入にドリトルを用いることとした。以下にその詳細を示す。

2.1.1 ドリトルと IoT

ドリトル [4] は、数行の日本語のコードで容易にプログラミングを体験できるプログラミング言語である。そこで、アイデアを形にすることの楽しさやプログラミングの可能性を伝える目的で用いることとした。また、身近なデータをセンサーを用いて収集し、Web 上のサーバーに送信するという IoT (Internet of THings) へのインターネットへの略称) を体験させ、学習内容と情報社会との関連を意識させることとした。

2.1.2 JavaScript

クライアントサイドの技術理解には、JavaScript を用いることとした。JavaScript はゲーム等にも広く使われているため、多くの生徒がそれを利用したことがあると想定される。また、Ajax (Asynchronous JavaScript + XML の略称) に象徴されるように、他の技術と組み合わせられて Web の先端技術を形成しているため、学習したことを応用して発展的に活用していくことも期待できる。

JavaScript を使った授業内容としては、プログラミング技術を身近に感じさせるために「ゲーム作り」を取り上げることとした。ゲームの中でも、古くから存在しながら今でも形を変えて世に送り出されているタイプの「落ちものゲーム」を題材に、その制作の過程から、変数、関数、制御構造などプログラミングの基本的な考え方を理解させることとした。

2.1.3 PHP

サーバーサイドの技術理解には、PHP を用いることとした。PHP はファイルやデータベースなどを用いてデータの共有を行い、多くの本格的な情報システムを情報社会の中で構築している言語である。

本研究では、身近な SNS とショッピングサイトのサンプルプログラムを通して、サーバーサイドの技術として構築される情報システムの概要を理解させることとした。

2.2 カリキュラム

前節までの議論を踏まえて、本プログラミング教育を 10 コマの授業時間として計画した。その詳細を表 1 に示す。

2.3 学習用ツール

計画したプログラミングの授業を実現するための、学習用ツールを筆者らの研究環境の中でそれぞれに構築した。

表 1 プログラミング教育の授業計画 (各 65 分)

	言語	主な授業内容	授業目標	学習用ツール
1 時間目	ドリトル	プログラミング体験	簡単な命令を組合せることで様々な表現が可能になることを理解させる	
2 時間目	ドリトル	ゲーム作り体験	生徒自身でゲームが作れることとアイデアが大切であることを理解させる	
3 時間目	ドリトル	センサーを用いた計測実習	計測したデータを Web 上のサーバーに保存する IoT を体験させる	ラズベリーパイ
4 時間目	HTML	静的な Web ページの制作	Web ページがテキストで作られていることを理解する	
5 時間目	JavaScript	動的な Web ページの制作	動的な Web ページが JavaScript で実現することを理解させる	JSLesson
6 時間目	JavaScript	プログラミングの考え方	変数、関数、制御構造などプログラミングの基本的な考え方を理解する	JSLesson
7 時間目	JavaScript	ゲーム制作 1	スマホで動作するゲームを自分で作れることを理解する	JSLesson
8 時間目	JavaScript	ゲーム制作 2	アイデアを出し、それをゲームに実装する力を身に付ける	JSLesson
9 時間目	PHP	SNS 体験	Web の仕組みとサーバーサイド技術の概要を理解する	PHPEditor
10 時間目	PHP	ショッピング体験	Web の仕組みとサーバーサイド技術の概要を理解する	PHPEditor

以下にその詳細を示す。

2.3.1 ラズベリーパイとデータ格納サーバー

ラズベリーパイとは、数千円で購入できる手のひらサイズのシングルボードコンピュータである。GPIO(標準出力ポート)で温度などのセンサーを接続して様々なプログラミング言語から容易にデータを取得できる。本研究では、過去に夏期講習などを利用して試行した過去の授業実践 [5][6] を一斉授業用に改変し、3 時間目の授業で活用することとした。

具体的には、気温、湿度、照度の各センサーをドリトルで制御してデータを取得し、Web 上に構築したデータ格納サーバーへと送信するものである。送信したデータは、あらかじめ用意した QR コードを使って、生徒個人所有のスマホからアクセスさせ、リアルタイムに計測されたデータがスマホで確認できる、という IoT を体験させることを目的とした。

2.3.2 JavaScript 学習用ツール～JSLesson

JavaScript の実習は、通常はテキストエディタと Web ブラウザがあれば可能である。他のプログラミング言語のように特別な開発環境の構築を必要としないことがメリットである [7]。しかし、実際の実習では以下のような煩雑さがあり、パソコン操作に課題がある生徒が本来の学習内容に入り込めない、という課題があった。

- テキストエディタと Web ブラウザのそれぞれのウィンドウの頻繁な切り替えが必要。
- HTML 要素と JavaScript 要素が混在しているために、その区別を付けにくい。
- 入力 of 文字数が多い。
- エラーが小さくウィンドウ下部に表示されるためわかりにくい。

そこで、筆者らが JavaScript の学習環境として開発したツールが JSLesson である (図 1)。JSLesson は使いやすさを考慮して、以下の機能を実装した。

- 画面を、ファイル操作エリア、プログラミングエリア、実行結果エリアに分け、ウィンドウの切り替えをなくした。
- HTML 要素と JavaScript 要素を切り分け、タブで切

り替えるようにした。

- タグやクォーテーションなどの入力を補助する機能を備え入力量を減らした。
- エラーをわかりやすく表示するようにした。
- 実行エリアの上部にある「別ページで実行」の文字列をクリックすると QR コードが生成され、スマホから容易にアクセスできるようにした。



図 1 JSLesson の画面

このツールを用いて、5 時間目から 8 時間目までの JavaScript の授業で利用することとした。

2.3.3 PHP 学習用ツール～PHPEditor

PHP はサーバーサイドプログラミング言語であるから、通常は手元のパソコンなどのクライアントマシンで作成したソースファイルをサーバーへとアップロードして実行させる必要があるが、この手間の習得と操作の意味を初学者に理解させることは難しい。

そこで、筆者らが PHP の学習環境として開発したツールが PHPEditor である (図 2)。PHPEditor は使いやすさを考慮して、以下の機能を実装した。

- アップロードの手間を省くために、サーバー上でプログラムの記述と実行ができるようにした。
- JSLesson と同様に画面を、ファイル操作エリア、プログラミングエリア、実行結果エリアに分け、操作感を統一した。
- 実行エリアの上部にある「QR コード生成」の文字列をクリックすると QR コードが生成され、スマホから容易にアクセスできるようにした。



図 2 PHPEditor の画面

3. 実証実験と分析方法

3.1 実証校と指導法の特徴

実証実験は柏陽高校にて必修科目「情報の科学」を学ぶ 1 年生 317 名を対象に行った。柏陽高校は学習意欲の高い生徒が多く在籍する高等学校であるが、情報の授業は一般的な大学入試に直結しないことから、入試の必須科目に比べると生徒の積極性は劣る。生徒の多くがプログラミングの初心者である。スマホをはじめとした情報通信端末を日常的に利用しているが、情報システムについての知識は持っていない。

授業は 65 分と、一般的な高等学校より長く設定されている。「情報の科学」は週に 1 回と限られていて、1 人に 1 台のパソコンが使える情報科学教室にて行った。情報の授業は通常チームティーチングとして複数の教員で担当するが、柏陽高校では 1 人の教員で行わなければならないという制約があるため、操作に関しての細やかなサポートはできない。そのために教師は、生徒同士が気軽に話し合い、助け合う雰囲気作りを重視した。授業の進め方も、知識注入型ではなく、ヒントを出しながら生徒自身で答えに辿り着けるような、生徒の自主性や問題解決能力を尊重した形式で行った。

3.2 分析方法

分析は 2 種類の資料の回答から生徒の意識を読み取って、学習効果を考察した。

1 つ目の資料が大福帳という名のコミュニケーションカードである。このカードは、毎時間の最後に授業の感想や質問を書かせ、教師はその記述を読んで適宜コメントを記入する。これを繰り返すことで生徒とコミュニケーションを図ることのできる教材である。大福帳を公開している向後研究室 [8] によれば、『授業の最後に少しの時間を取って大福帳に高々 150 字程度の文章を書いてもらうことを習慣づけることによって、受講生は授業の内容について集中するようになることが示唆されている。』ことから、授業の一助になると思われる。また、授業の最後を書くコメントであることから、授業中に感じたことがそのまま記入されると期待できる。そのため、大福帳から頻出ワードを抽出することで、各授業における生徒の理解や意識の変化を分

析できると考えた。

2 つ目の資料が全ての授業が終わってから実施したアンケートである。学習内容を振り返らせ、学習目標の達成度やカリキュラム全体の満足度を自己評価させた。

4. 各授業の内容と様子

本章では、授業内容や生徒作品を通して授業毎の様子を概観する。

4.1 1 時間目：プログラミング体験 (ドリトル)

プログラミングの導入としてドリトルを用いた。「歩く」「右 (左) 回り」という簡単な描画命令と、「繰り返す」という制御構造を説明した後、作品を制作させた。また、作品を相互に閲覧する時間も作り、単純な命令だけでもその組合せ方によって様々な表現が可能になることを示した。作品の中には、自分で繰り返しの入れ子構造を作り、短い行数で幾何学模様を作った生徒もいた (図 3)。大福帳には、プログラミングの面白さや楽しさを表す記述が多かった。また「～を作りたい」や「～に活用したい」という要求を表す記述も多かった。

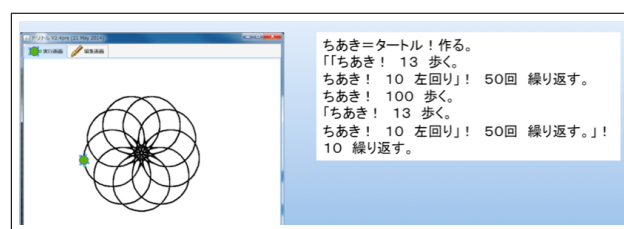


図 3 ドリトルの描画命令を用いた生徒作品

4.2 2 時間目：ゲーム作り体験 (ドリトル)

2 時間目は「1 時間で学ぶソフトウェアの仕組み [9]」を参考にした。ドリトルではボタンを作り、押された時の動作を定義することでカメを制御することができる。また、タイマーを用いて一定時間カメを動かすことや、衝突を判定して他の画像を消すことができる。これらの機能を追加していくことで、ゲームが作れることを体験させた。大福帳には、1 時間目と同様にプログラミングの面白さや楽しさを表す記述が多かった。

4.3 3 時間目：センサーを用いた計測実習 (ドリトル)

3 時間目はラズベリーパイ上でドリトルを動かして、温度、湿度、照度の各センサーを用いた計測実習を行った。ラズベリーパイは 4 人に 1 台を割当てた。入出力装置を持たないため、既設のパソコンの入出力装置を用いた。また、ネットワークの設定をしてインターネットを利用できる環境を整えた。ドリトルにはあらかじめデータの計測が可能なサンプルプログラムを用意した。サンプルプログラムに

は、温度変化に反応したカメラがその軌跡でグラフを作成するもの(図4)や、一定間隔でデータを計測してWeb上のデータ格納サーバーへと送信するものもあり、生徒にはそれぞれのプログラムの意味を考えさせながら授業を進めた。最後に、サーバーへと送信したデータを、他のパソコンや生徒が所持するスマホから確認させることで、IoTを意識させた。大福帳には、データを計測できることとや、離れた場所で確認できることに驚きを感じたという記述が多かった。また、「～に使いそう」とデータ計測の環境に可能性を感じたことを表す記述も多かった。



図4 水をセンサーに近づけて温度変化を確認する生徒

4.4 4 時間目：静的な Web ページの仕組み (HTML)

4 時間目はエディタに HTML ソースを記述し、Web ブラウザで確認するというスタイルで Web ページ作りを体験させた。大福帳には、Web ページがテキストで作られていることや、自分で Web ページを作れるようになったことに驚きを感じた、という記述が多かった。

4.5 5 時間目：動的な Web ページの仕組み (JavaScript)

5 時間目は、文字やネコの画像を画面に表示させることを通して、JSLesson の使い方を説明した。その後、座標を変数にして繰り返しの中で変化させることによって、文字や画像を動かせることを体験させた。また、鉛直方向の座標を変化させることで落体運動になることを説明した(図1)。

大福帳には、エディタとブラウザで実習をした 4 時間目と比較して、簡単に作業ができたと JSLesson の使いやすさを示した記述が多かった。また、動的な Web ページの仕組みがわかったことや、QR コードからアクセスして自分の作品をスマホで確認できたこと(図5)に驚きを示す記述も多かった。

4.6 6 時間目：プログラミングの基本概念 (JavaScript)

5 時間目に実習した内容を用いて、変数、演算、関数、繰り返しなどプログラミングにおける基本的な考え方を説明した。5 時間目の「落体運動」を「落ちものゲーム」へと発展させることができる。そこで、ゲームの完成形を表示し



図5 スマホから QR コードを用いて自分の作品にアクセス

て、どのような処理や機能を追加させればよいかを考えさせた。また、その過程で配列と乱数についても説明した。

大福帳には「できた」と「できない」の相反する記述がそれぞれに多かった。

4.7 7 時間目：ゲーム作り体験 1(Javascript)

7 時間目は、ゲームの作り方を書いた 16 ページの冊子を用いて、ゲームを制作させた(図6)。単に冊子のコードを写すのではなく、新しく使う命令等は試行錯誤して意味を考えながら作業するように指示した。ゲームが少しずつ形になっていく様子に喜びの表情を見せる生徒が多かった。

大福帳には、「できた」と「できない」の相反する記述が 5 時間目と同様に多かった。

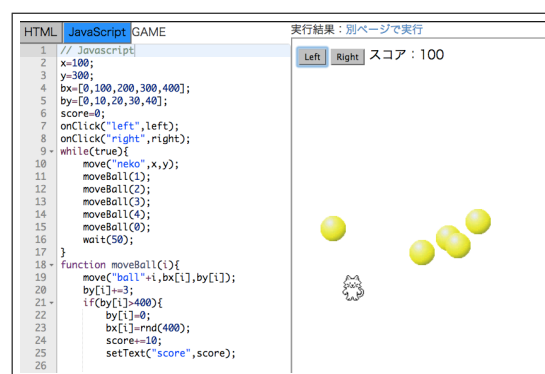


図6 実習課題の落ちものゲーム

4.8 8 時間目：ゲーム作り体験 2(Javascript)

8 時間目は、7 時間目の続きを行わせた。早くできた生徒に関しては、自分でアイデアを考えて、それを形にするよう指示した。

大福帳の「できた」と「できない」の相反する記述は更に増えた。

4.9 9 時間目：SNS の仕組み 1(PHP)

9 時間目は PHPEditor に用意されたサンプルプログラムの一つである LINE 風のチャットを用いて、プログラムレベルでの情報システムの理解を促した。内容としては、サンプルファイルのソースコードを見たり、一部を改変して利用するに留まったが、ファイルの共有によってユーザー同士がメッセージのやりとりができることを、コード中のファイル操作を行う箇所を参照して説明した時は、多くの生徒が興味を示し、その意味を解釈しようとした。(図 7)。

大福帳には、SNS などの「仕組みを理解できた」という記述や、これらがプログラムで作られていることへの「驚き」を表す記述が多かった。また、「改めてネットの怖さを感じた」と情報セキュリティや情報モラルに関する記述もあった。

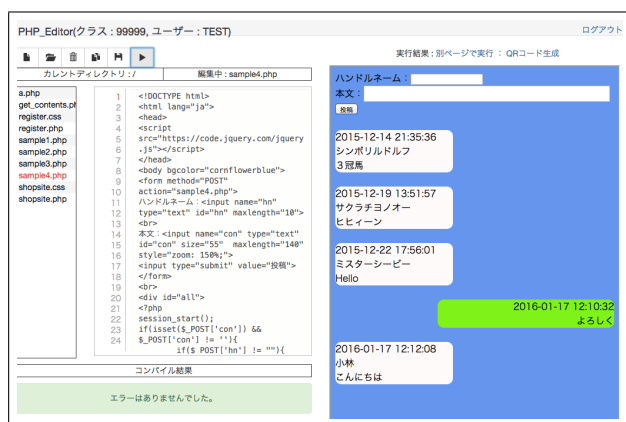


図 7 サンプル・LINE 風掲示板の画面

4.10 10 時間目：ショッピングサイトの仕組み 2(PHP)

10 時間目も PHPEditor のサンプルプログラムの一つであるサンプルショップを使って、情報システムの利用体験をさせた。データベースでデータの共有を行うことで、大量のデータを処理することのできる仕組みをコードの一部を参照しながら説明した(図 8)。

大福帳には、「仕組みを理解できた」という記述と、相反する「理解できなかった」という記述が多かった。逆に、楽しさを表す記述や「～したい」という要求を表す記述は少なかった。

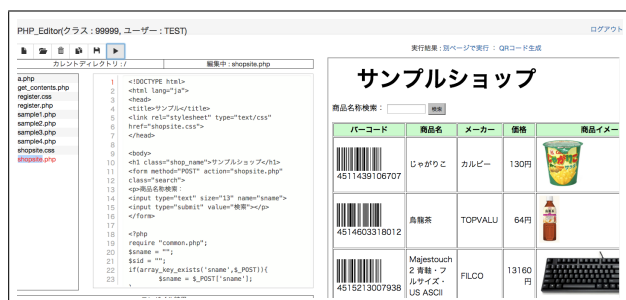


図 8 サンプル・ショッピングサイト

5. 実験授業の結果

5.1 アンケートの集計結果

5.1.1 アンケート項目

すべての授業が終わってから、目標の到達度と授業の満足度を測る目的でアンケート調査を行った。質問項目は以下に示すように、学習目標の到達度を評価するための質問 A～質問 C と授業全体の満足度を評価するための質問 D、授業毎に「もう一度受けてみたいかどうか」を聞いた質問 E の 5 項目を用意し、それぞれを 4 段階法で自己評価させた。質問 D については、理由も記述させた。

- (1) 質問 A (到達度)：コンピュータはプログラムで動いていることを理解できたと思いますか？
- (2) 質問 B (到達度)：情報システム (LINE, お買い物サイト, ネットゲーム, コンビニの POS システムなど) を身近に感じるようになったと思いますか？
- (3) 質問 C (到達度)：「授業の内容」と「自分 (将来も含め) の情報機器」との使い方を関連付けられるようになったと思いますか？
- (4) 質問 D (満足度)：授業を受けて「良かった」と思いますか？ (理由も併記)
- (5) 質問 E：授業毎に「もう一度受けてみたいと思いますか？」

5.1.2 質問 A～質問 C：学習目標到達度に対する結果

質問 A, 質問 B, 質問 C の集計結果を表 2 と図 9 に示す。

表 2 アンケート結果 (n=76)

	強く思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない
質問 A	34 44.7 %	35 46.1 %	6 7.9 %	1 1.3 %
質問 B	21 27.6 %	38 50.0 %	16 21.1 %	1 1.3 %
質問 C	8 10.5 %	35 46.1 %	32 42.1 %	1 1.3 %
質問 D	26 34.2 %	44 57.9 %	6 7.9 %	0 0.0 %

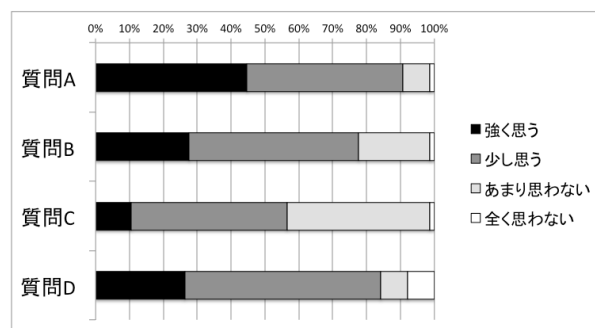


図 9 アンケート結果 (n=76)

質問 A 「コンピュータはプログラムで動いていることを理解できたと思いますか？」については、「強く思う」と「少し思う」の回答がそれぞれ 45 %程度で、合計で 90 %以上

の生徒が肯定的に答えた。質問 B「情報システム (LINE, お買い物サイト, ネットゲーム, コンビニの POS システムなど) を身近に感じるようになったと思いますか？」については、「強く思う」が質問 A に比べると減り、合計で 77 % の生徒が肯定的に答えた。質問 C「授業の内容」と「自分 (将来も含め) の情報機器」との使い方を関連付けられるようになったと思いますか？」については、「強く思う」が 10 % 程度と大幅に減り、肯定的な答えと否定的な答えがそれぞれ同程度の比率となった。

5.1.3 質問 D：授業満足度に対する結果

質問 D「授業を受けて『良かった』と思いますか？」という授業満足度の調査について、9 割を超える生徒が「強く思う」「少し思う」と肯定的に答え。

肯定的に答えた理由の例として、「今まで普通に、何も深く考えることなく使ってきた便利なシステムの仕組みを知ったことで、それらのシステムの危険性や優れた技術も加えて知ることができたから。」と自分の情報機器の使い方を見直すきっかけになったものや、「ゲームやアプリの作り方、仕組みがわかると、普段遊んでいるものはどうやってできているんだろう、と興味がわき考えながら遊べるようになると思うからです。」と仕組みへの興味を高めたもの等があった。

否定的に答えた理由の例として、「情報システムの仕組みがなかなか理解できなかったから。」と授業内容が難しかったことを伺わせるものや、「仕組みを知ったところで、将来使わないし、意味がないと思ったから。」と学習の目的が理解されなかったことを伺わせるもの等があった。

5.1.4 質問 E「もう一度受けたいと思いますか？」の結果

質問 E で授業毎に評価した結果を表 3 と図 10 に示す。

表 3 質問「もう一度受けたいと思いますか？」回答 (n=76)

	強く思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない
1 時間目	9 11.8 %	36 47.4 %	27 35.5 %	4 5.3 %
2 時間目	14 18.4 %	42 55.3 %	19 25.0 %	1 1.3 %
3 時間目	18 23.7 %	36 47.4 %	20 26.3 %	2 2.6 %
4 時間目	20 26.3 %	38 50.5 %	17 22.4 %	1 1.3 %
5 時間目	38 50.0 %	30 39.5 %	17 9.2 %	1 1.3 %
6 時間目	30 39.5 %	33 43.4 %	12 15.8 %	1 1.3 %
7 時間目	35 46.1 %	27 36.8 %	10 13.2 %	3 3.9 %
8 時間目	37 48.7 %	27 35.5 %	8 10.5 %	4 5.3 %
9 時間目	39 51.3 %	27 35.5 %	8 10.5 %	2 2.6 %
10 時間目	20 26.3 %	40 52.6 %	14 18.4 %	2 2.6 %

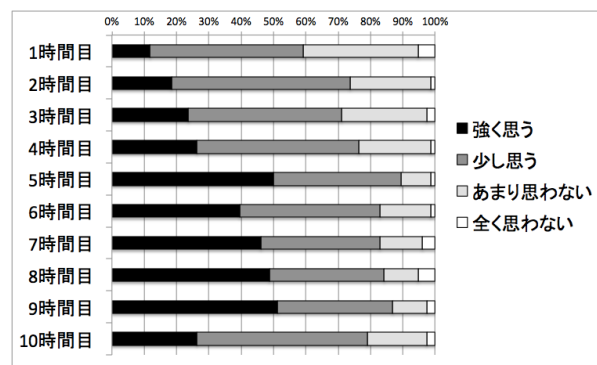


図 10 質問「もう一度受けたいと思いますか？」(n=76)

授業毎に差異はあるが、肯定的な答えは 60 %～90 % の間を維持していて、概ねもう一度受けたいと考えている様子が伺える。その中で、「強く思う」が徐々に増えていて、JavaScript を扱った 5 時間目～8 時間目と PHP を扱った 9 時間目で高い比率を示した。

5.2 大福帳の集計結果

大福帳は各授業毎に 6 行のコメント欄を設けた。生徒にはその時間に感じたことや疑問に思ったことを書くように指示した。多くの生徒がコメント欄一杯にコメントを記述した (図 11)。

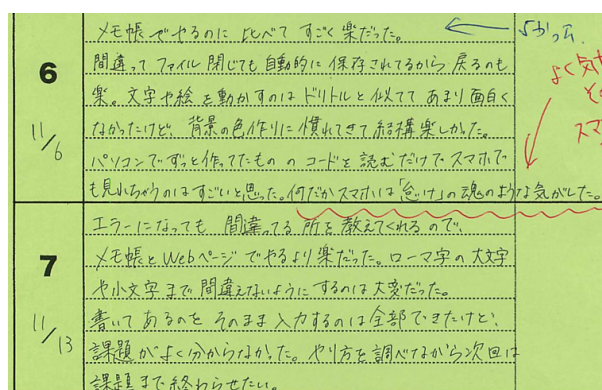


図 11 大福帳と生徒のコメント

大福帳から生徒が感じたことを分析するために、生徒が使用した言葉の中から多く使われたものを拾い出し、その頻度を数えた。頻出した言葉は「できた／できない」というプログラミングが作れたかどうかに関する言葉、「理解できた／理解できない」という内容の理解に関する言葉、「驚き／すごい」などコンピュータの能力などに驚いたことを表す言葉、「面白い／楽しい」などの授業の楽しさに関する言葉、「～したい」と要求を表す言葉にまとめた。生徒の中から無作為に選んだ 50 人が、各授業毎にこれらの言葉を使ったかどうか、まとめたものを図 12～図 16 に示す。これらの結果から特徴的な傾向を示す。

「できた／できない」(図 12) に関しては、ゲーム作りの実習で多く使われた。ドリトルのゲーム作り (1～2 時間

	できない	できた
1時間目	0	5
2時間目	1	9
3時間目	1	3
4時間目	1	4
5時間目	2	7
6時間目	5	12
7時間目	6	15
8時間目	11	18
9時間目	0	2
10時間目	0	2

図 12 「できた／できない」に関する記述の出現頻度 (n=50)

目)では「できなかった」は少なく「できた」が多く使われた。JavaScript のゲーム作り (7～8 時間目) では、「できた」が増えたが「できなかった」も増えた。

	理解できない	理解できた
1時間目	2	3
2時間目	0	6
3時間目	0	4
4時間目	0	13
5時間目	0	9
6時間目	4	6
7時間目	1	5
8時間目	3	5
9時間目	0	21
10時間目	5	17

図 13 「理解できた／理解できなかった」に関する記述の出現頻度 (n=50)

「理解できた／理解できなかった」(図 13) に関しては、「理解できた」は PHP の実習 (9～10 時間目) で多く使われた。「理解できなかった」は、プログラミングの考え方 (6 時間目) とサーバーサイド技術の仕組み (10 時間目) を説明した理論的な学習で多く使われた。

	驚き／すごさ
1時間目	4
2時間目	10
3時間目	26
4時間目	28
5時間目	4
6時間目	3
7時間目	2
8時間目	1
9時間目	19
10時間目	10

図 14 「驚き／すごさ」に関する記述の出現頻度 (n=50)

「驚き／すごさ」(図 14) に関しては、ラズベリーパイによる計測 (3 時間目) と HTML による Web ページ制作 (4 時間目)、PHP の実習 (9～10) で多く使われた。

「面白さ／楽しさ」(図 15) に関しては、ドリトルの実習 (1～2 時間目) で多く使われた。

「～したい」(図 16) という要求に関しては、ドリトルの導入 (1 時間目) と JavaScript のゲーム作り (7～8 時間目) で多く使われた。その中でも「～を作りたい」や「～の工夫をしたい」など、自分で創造的にプログラミングしたいという要求が多かった。

	面白さ／楽しさ
1時間目	29
2時間目	22
3時間目	6
4時間目	12
5時間目	9
6時間目	14
7時間目	10
8時間目	2
9時間目	14
10時間目	5

図 15 「面白さ／楽しさ」に関する記述の出現頻度 (n=50)

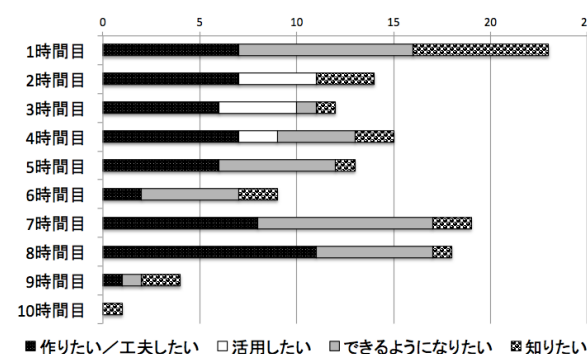


図 16 「～したい」という要求に関する記述の出現頻度 (n=50)

6. 考察

本章では、学習目標の到達度を確認した後、プログラミング教育の観点から本実践と学習用ツールを評価する。

6.1 学習の到達度

学習目標 (1) の「コンピュータはプログラムで動いていることを理解すること」については、大福帳の記述やアンケート結果から、高いレベルで達成できたと考えている。ドリトルの実習では、生徒からプログラミングの「面白さ／楽しさ」や「～したい」という要求を引出した。また、単純な命令でも組合せによって多様な表現ができることを理解させることができた。JavaScript の実習では、ゲームアプリなどがプログラムで作られていることを理解させた。PHP の実習では、LINE やショッピングサイトがサーバーサイドで実現することを体験させた。このように、情報システムを構成する様々な場面で、プログラムによってコンピュータが制御され、様々な処理を実現することを理解させることができた。実習内容によっては「難しさ」を示す記述も多かったが、授業時間の確保や補助教材の充実によって、解決ができると考えている。

学習目標 (2) の「情報システムを身近に感じられるようになること」についても、大福帳の記述やアンケート結果から、概ね達成できたと考えている。JavaScript と PHP は、実際に Web で広く使われている技術である。その技術を使い、LINE やショッピングサイトなど日頃目にする事が多いシステムのプログラムで読み解くこと方法に効果が

あったと言える。また、QRコードを使って生徒所有の情報機器で表示させたことも、親近感を感じさせることに繋がったと考えられる。

(3)の「自分の情報機器の使い方と関連付けられるようになること」は、(1)(2)に比べると肯定的な回答が少なかった。自分の情報機器が情報システムの一部となって動作していることへの意識を芽生えさせることを目指したが、仕組みへの理解が不十分だったことで、実生活との関連性にまで考えが及ばなかったことが考えられる。授業の進め方や補助教材の追加など、改善を図りたい。

6.2 プログラミング教育としての評価

本実践をプログラミング教育の観点から考察する。一般的なプログラミング教育では一つのプログラミング言語を用いて、プログラミングの諸概念を教えたり、作品制作を行わせるなどの実習を行う。本研究でも導入はその形で行ったが、JavaScriptとPHPの授業においては、常に情報システムを実現する仕組みという位置付けでプログラミングを学習させた。このアプローチによって学習したことを現実の情報社会と結びつけ、プログラミングの役割とプログラミングを学ぶことの意義を理解させることができたと考えている。

6.2.1 ドリトルとデータ格納サーバー

ドリトルの教育利用は、多くの先行事例があり、本校の取組みはそれらに示されている学習効果を再確認することとなった。ただし、ラズベリーパイ上でセンサーによる計測実習を一斉授業で行った事例はおそらく筆者らが初めてである。生徒の「驚き／すごさ」を表す回答はHTMLに次いで多く、本カリキュラムの中でも強く生徒にインパクトを与えることができた。この学習環境は、課題探求学習等にも応用できる可能性が高いことから、今後指導法を検討したい。

6.2.2 JavaScriptとJSLesson

JavaScriptはテキスト入力するプログラミング言語であり、初学者には難しいと考えられることが多い。しかし、本実践では、「もう一度受けたいと思いますか?」の質問で肯定的な回答は3言語中JavaScriptが最も多かった。大福帳の記述からも「できた」ことの喜びを示すコメントや、「～したい」と要求を示すコメントが多かった。このことから、JavaScriptは高校生の学習にも十分利用できる言語であると考えられる。

この結果を導いた要因の一つがJSLessonである。HTMLとJavaScriptをタブで選べるようにしたことはプログラムの視認性を高めた。文字入力のアシスト機能は、入力ミスによるエラーを少なくした。ミスをした場合にもわかりやすくエラーを表示した。Windowの切り替えをなくしたことは、実習を通して操作の負担を減らした。JSLessonがこれらの機能を備えていたことで、生徒は本来考えるべき

内容に集中できたと考えている。生徒のコメントにも「エディタとブラウザの組合せと比較してやりやすかった」と示す記述や「あっという間に過ぎた」など集中して取り組んだ記述が多かった。以上より、JavaScriptの学習用ツールとしてJSLessonを利用することを提案したい。

また、課題の設定も適切であった。「落ちものゲーム」は、適度な難易度を有しながら段階的に機能を増やしていったことで、生徒のモチベーションを継続的に維持することができたと考えている。今回は実習時間を4時間しか確保できなかったが、今後は他の課題を設定したり、作品作りをさせるなどの実践例を増やしていきたい。

6.2.3 PHPとPHPEditor

PHPはサーバーサイドのプログラミングであるため、クライアントサイドの技術よりも複雑である。従って、高等学校の授業で利用できるような手軽さはない。しかし、PHPEditorは高校生にもPHPプログラミングを体験させることを実現した。

まず、操作感がJSLessonと似ていたため、生徒も違和感なく使いこなすことができた。また、あらかじめ用意されたサンプルファイルのコードを見ることで、チャットやショッピングサイトの仕組みを理解させることができた。このことが、「仕組みを理解できた」という大福帳の記述や、もう一度受けたいと「強く思う」と回答したアンケート結果に繋がったと考えている。今回は実習時間を2時間しか確保できず、PHPEditorの機能を生かした実践はできなかったが、今後は生徒にプログラムを作らせる等の実践を行いたい。

7. おわりに

3種類のプログラミング言語と学習用ツールを用いて、情報システムの理解を目標とした10時間の授業を行った。生徒はプログラミングの難しさと楽しさ、情報技術の凄さなどを感じながら、情報システムへの理解を深め、情報技術を身近に感じるようになったと考えている。

ただし、実習課題や内容の理解を困難に感じた生徒や、「将来使わないから」と決めつけて学習への積極性を欠いた生徒がいたことから、改めてプログラミング教育や情報システム教育の難しさを再認識することとなった。

本報告では10回の授業の概要を伝えることを主眼にしていたが、個々の授業についても、今後考察や改善が必要だと考えている。また、大福帳の記述とアンケートの結果から授業実践を評価したが、より客観的な評価も必要である。これらについては、今後の課題である。

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の協力を受けています。

参考文献

- [1] 総務省: 平成 26 年度 情報通信白書.
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc253110.html>
- [2] デジタルアーツ株式会社: 未成年の携帯電話・スマートフォン利用実態調査, (2015).
http://www.daj.jp/company/release/2015/0706_01/
- [3] 川井慧: 情報 東京大学教養学部テキスト, 東京大学出版会, (2006).
- [4] 兼宗研究室: プログラミング言語「ドリトル」.
<http://dolittle.eplang.jp/>
- [5] 間辺広樹, 大村基将, 林康平, 兼宗進: 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, 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2015-CE-131(4), pp.1-8 (2015).
- [6] 林康平, 西川弘恭, 小林史弥, 間辺広樹, 大村基将, 兼宗進: ラズベリーパイを用いたドリトルでのデータ計測とデータ蓄積サーバの提案, 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2015-CE-131(3), pp.1-7 (2015).
- [7] 田中健: 文部科学省プログラミング教育実践ガイド・普通科高校での Web プログラミング
http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/
- [8] 向後千春研究室: 大福帳テンプレート.
<https://kogolab.wordpress.com/授業のデザイン/大福帳/大福帳テンプレート/>
- [9] 兼宗進: 1 時間で学ぶソフトウェアの仕組み
<http://dolittle.eplang.jp/index.php?1h>