

## 論文

# 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

間辺 広樹<sup>1</sup> 長島 和平<sup>2</sup> 並木 美太郎<sup>2</sup> 長 慎也<sup>3</sup> 兼宗 進<sup>4,a)</sup>

受付日 2017年1月8日, 再受付日 2017年4月16日,  
採録日 2017年7月1日

**概要:** 情報機器が普及し、多くのユーザ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おいて実践した。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プログラミング体験に JavaScript、サーバサイドのプログラミング体験に 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 Bit Arrow と PHP エディタをそれぞれ用いた。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:** 情報システム, プログラミング教育, IoT, クライアントサイド, サーバサイド, ドリトル, JavaScript, PHP

## Proposal of Lesson at High School Using Multiple Programming Languages

HIROKI MANABE<sup>1</sup> KAZUHEI NAGASHIMA<sup>2</sup> MITAROU NAMIKI<sup>2</sup> SHINYA CHO<sup>3</sup> SUSUMU KANEMUNE<sup>4,a)</sup>

Received: January 8, 2017, Revised: April 16, 2017,  
Accepted: July 1, 2017

**Abstract:** Today IT equipment such as smartphones and tablets are widely used. However, most users are only using them as their tools and are not aware of their internal mechanisms and the fact that software on those devices are built through programming activities. In this research, the authors have conducted experimental classes on high school to enhance students' interests on mechanisms within the IT devices and evaluated its outcome. We have used three programming languages in the class; Dolittle for introduction, JavaScript for client side experiences and PHP for server side experiences. We have used Bit Arrow (for JavaScript) and PHP Editor (for PHP) to enable students' smooth learning. 10 hours of class lessons were practiced. As the result, students became aware of the significance of learning information systems and programming.

**Keywords:** information systems, programming education, IoT, client side programming, server side programming, dolittle, JavaScript, PHP

<sup>1</sup> 神奈川県立柏陽高等学校  
Hakuyo high school, Yokohama, Kanagawa 247-0004, Japan  
<sup>2</sup> 東京農工大学  
Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei,  
Tokyo 184-8588, Japan  
<sup>3</sup> 明星大学  
Meisei University, Hino, Tokyo 191-8506, Japan  
<sup>4</sup> 大阪電気通信大学  
Osaka Electro-Communication University, Neyagawa, Osaka  
572-8530, Tokyo  
a) kanemune@gmail.com

### 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の普及が急速に進んでおり、平成 22 年度は 9.7%であった世帯保有率が、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 年の高校生のスマートフォン所有率は 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、街を歩けば至るところでスマートフォンを操作する高校生の姿を目にする。同調査によると、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、スマートフォンが 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うかがえる。

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。しかし、機械を使いこなすためにはその仕組みを理解することは大切であり、逆に仕組みを知らずに機器を使うことは、安全性や道徳の面で問題が生じるリスクを高めることにつながってしまうという問題がある。

生徒がよく利用する SNS やオンラインゲームは、表面上は違って見えるかもしれないが、どちらも実体は「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て、様々なサービスや機能を提供するシステム」と説明されている [3]。コンピュータやスマートフォンは、ネットワークを介してサーバとつながり、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ながら動いている。情報システムを日々利用する生徒たちはその仕組みを理解して情報機器を活用することが必要であるが、その中核となるソフトウェアやサーバの動作を見ることは困難なために、「情報」の授業の中でも情報システムを理解させることが容易ではないという問題が存在した。

本研究では高校生を対象に、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プログラミング体験のために JavaScript、サーバサイドのプログラミング体験のために PHP を用いる、という流れで授業を設計した。

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、高等学校学習指導要領（共通教科「情報」）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

今回の授業では、生徒の学習目標を次の 3 点に設定した。

- (1) 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
- (2) 情報システムを身近に感じられるようになること
- (3) 生徒自身の情報機器の使い方と学習内容を関連付けること

これらの目標を実現するために、プログラミング言語と学習内容、カリキュラム、学習用ツールの検討を行った。設計した授業デザインを次節以降で示す。

### 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。本研究では、クライアントサイドのプログラミング体験に JavaScript、サーバサイドのプログラミング体験に PHP を用いた。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た。

#### 2.1.1 ドリトルと IoT

JavaScript と PHP を学ぶ前に、導入としてドリトル [4] を用いた。高瀬ら [5] は、「ドリトルは日本語でソースコードを記述するので、プログラミング初心者で、かつ日本語のネイティブスピーカにとってドリトルはソースコードが理解しやすく、集中して学習することが可能となる」と言語としてのメリットを示している。実際、「歩く」「右回り」などの単純な命令を用いて、初学者でも短時間でプログラミングができるようになる。ただし、1 文字でもミスや抜けがあると正しく動かない。この体験から、慎重にコードを記述することの大切さを理解させることができると考えた。また、単純な命令も組合せを変えただけで様々な動作につながる。このことからアイデアを形にする楽しさやプログラミングの可能性を感じさせることができる。さらに、ラズベリーパイ上で動作するように開発されたドリトルとセンサを用いれば、気温などの身近なデータをセンサを用いて収集し、Web 上のサーバに送信したデータを共有する IoT (Internet of Things/もののインターネット) の仕組みも体験できる。

以上が、導入にドリトルを用いた理由である。ドリトルにはパソコンにダウンロードして使うインストール版やオンラインプログラミング学習環境へと統合された Bit Arrow 版がある。本研究では途中の IoT 実習にファイル操作が含まれることから、導入にはインストール版を使用した。

#### 2.1.2 JavaScript

クライアントサイドのプログラミング体験には JavaScript を用いた。JavaScript は Web 上の様々な情報システムに使われているため、多くの生徒は認識はなくてもそれを利用した経験があると考えられる。JavaScript は Web ページのソースを見ることで、実際に使われている様子を容易

表 1 プログラミング教育の授業計画 (各 65 分)  
Table 1 Lesson plan of programming education.

	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	センサを用いた計測実習	計測したデータを Web 上のサーバに保存する 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	Bit Arrow
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	Bit Arrow
7 時間目	JavaScript	ゲーム制作 1	スマートフォンで動作するゲームを自分で作れることを理解する	Bit Arrow
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つける	Bit Arrow
9 時間目	PHP	SNS 体験	Web の仕組みとサーバサイド技術の概要を理解する	PHP エディタ
10 時間目	PHP	ショッピングサイト体験	Web の仕組みとサーバサイド技術の概要を理解する	PHP エディタ

に確認することができることから, 授業で学んだ内容が, これまで利用してきた情報サービスに直結する技術として認識させられると考えた. さらに, JavaScript は Ajax (Asynchronous JavaScript + XML) 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」を取り上げた. ゲームとしては, 簡潔なプログラムから改良を重ねていける「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た.

### 2.1.3 PHP

サーバサイドのプログラミング体験には PHP を用いた. 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うことで, 多くの本格的な情報システムの構築に利用されている.

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た.

## 2.2 カリキュラム

前節までの方針をふまえ, 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. 表 1 に授業内容を示す.

## 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. 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

ラズベリーパイは, 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 (汎用入出力ポート) で温度などのセンサ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 [6], [7] の内容を一斉授業用に改変し, 3 時間目の授業で活用した.

具体的には, 気温, 湿度, 照度の各センサ値をドリトルから取得し, Web 上に構築したデータ格納サーバへと送信する. 送信したデータは, Web ブラウザからアクセス可能なテキストファイルに追記される. そのファイルの URL を示す QR コードを使って, 生徒個人所有のスマートフォンからアクセスさせ, リアルタイムに計測されたデータがスマートフォンで確認できる, 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「Bit Arrow」

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り, 他のプログラミング言語のように特別な開発環境を必要としないことがメリットである [8]. しかし, 実際の実習では以下のような煩雑さがあり, 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, その区別をつけにくい.
- エラーがブラウザウィンドウの下部に小さく表示されるため分かりにくい.

そこで筆者らは, JavaScript のオンライン学習環境として Bit Arrow [9], [10], [11] を開発した<sup>\*1</sup>. 図 1 に Bit Arrow の画面を示す. Bit Arrow は使いやすさを考慮して, 以下の機能を実装した.

- 1 つの画面を, 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ることで, 複数のウィンドウの切替えをなくした.

<sup>\*1</sup> Bit Arrow は現在, 複数のプログラミング言語 (ドリトル, C, JavaScript) に対応したオンライン学習環境として公開されている. 本稿ではその中の JavaScript 学習環境を Bit Arrow として扱っている.

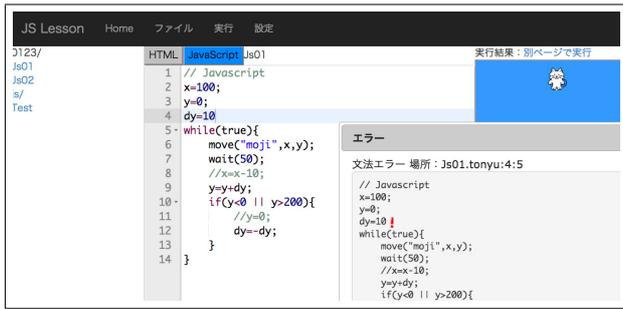


図 1 Bit Arrow の画面

Fig. 1 Screen shot of Bit Arrow.

- HTML 要素と JavaScript 要素の入力を分け、タブで切り替えて使えるようにした。
- 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。
- エラーを分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」をクリックすると QR コードが生成され、作成したプログラムをスマートフォンから容易に実行できるようにした。

JavaScript の実行環境でテキストエディタと実行画面表示を内包するシステムには enchant.js [12] などがあるが、メニューが日本語で表示されることや以下の機能を実装していることが、同種の学習環境と異なる点である。

- 作成したプログラムを QR コードから実行できる。
- 命令を簡潔に記述できる。  
例: `Math.floor(Math.random()*100);` → `rnd(100);`
- 処理の停止命令などを設けてアニメーションを容易に実現できる。

これらの機能は、学習者のプログラミングへの興味関心を高めることや、プログラムの記述量を少なくできるメリットがある。その一方で、一般的な JavaScript のプログラムが Bit Arrow では動かない状況も発生するため、生徒にはこれらの注意をしようとしてこのツールを利用した。

### 2.3.3 PHP 学習用ツール「PHP エディタ」

PHP はサーバサイドで動作するプログラミング言語である。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にアップロードして実行させる必要があるが、作業の手間と、操作を初学者に理解させることが難しいという問題があった。

そこで、筆者らは PHP の学習環境として PHP エディタを開発した [13]。図 2 に PHP エディタの画面を示す。PHP エディタ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、サーバ上でプログラムの記述と実行ができるようにした。
- Bit Arrow 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。

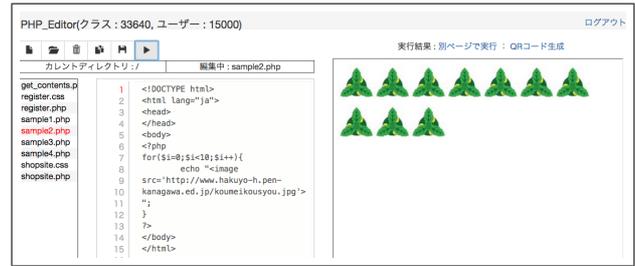


図 2 PHP エディタの画面

Fig. 2 Screen shot of PHP Editor.

- 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、作成したプログラムをスマートフォンから容易に実行できるようにした。

## 3. 実証実験と分析方法

### 3.1 実証校と指導法の特徴

実証実験は筆者の 1 人が勤務する高等学校において必修科目「情報の科学」を学ぶ 1 年生 154 名を対象に行った。生徒の多くはプログラミングの初心者である。スマートフォン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。

1 回の授業時間は 65 分であり、1 人に 1 台のパソコンが使える情報科学教室で実施した。担当教員は 1 名であり、複数教員によるティームティーチング (TT) は行っていない。そのため操作に関する細かいサポートは行えないことから、授業で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、知識を一方的に伝達する形ではなく、ヒントを出しながら生徒自身で答えにたどり着けるような、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、学習効果を考察した。

1 つ目の資料は大福帳 [14] と呼ばれる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ができる。大福帳を公開している向後研究室によれば、『授業の最後に少しの時間をとって大福帳にただか 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た。また、授業の最後に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つ目の資料はすべ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ごとの様子を概観する。

##### 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」「右回り」といった簡単な描画命令と、「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み合わ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が多かった。

##### 4.2 2時間目：ゲーム作り体験（ドリトル）

2時間目はドリトルで画面上の花を拾うゲームを作成する教材である「1時間で学ぶソフトウェアの仕組み」を参考にした\*2。ドリトルではボタンを作り、押されたとき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台を割り当てた。外付けのディスプレイとキーボードを接続し、ネットワークに接続した。

ドリトルにはあらかじめデータの計測が可能なサン

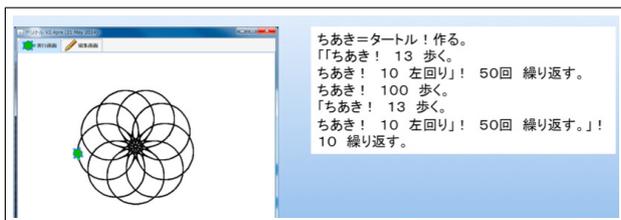


図3 ドリトルの描画命令を用いた生徒作品  
Fig. 3 A student's work by Dolittle.

\*2 1時間で学ぶソフトウェアの仕組み  
(<http://dolittle.eplang.jp/index.php?1h>).

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、サーバに送信したデータを、他のパソコンや生徒が所持するスマートフォン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、「～に使えそう」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。

##### 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流れでWebページ作りを体験させた。

具体的には、html, head, body タグなどでページの骨格が構成されていることと、body タグの属性として背景色を指定できること、img タグにファイル名を指定して画像を表示できること、2つのHTMLファイルを作りaタグによってリンクを設定できることの実習を行った。授業の終わりには学校のWebページのソースを表示し、実習したタグが使われていることと学習内容を応用すれば、本格的なWebページが作れることを説明した。

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、生徒に普段活用しているWebページにアクセスさせ、そのソースを見るように指示した。生徒は主に検索サイト、ショッピングサイト、ゲームサイトなどにアクセスするが、それらのサイトの多くはJavaScriptが使われている。そのため、ソースの中に“javascript”の文字があるかどうかを検索させた。そのうえで、JavaScriptがインターネット上で広く使われているプログラミング言語であり、これからの学習対象であることの説明をした。また、Bit Arrow という環境を使うため、実際に使われている命



図4 氷をセンサに近づけて温度変化を確認する生徒  
Fig. 4 A student conforming change of temperature.



図 5 スマートフォンから QR コードを用いて自分の作品にアクセス  
Fig. 5 A student accessing the own work by using a QR-Code from a smartphone.

令と異なる点があることを付け加えた。

Bit Arrow を使うに際しては、文字やネコの画像を画面に表示させることを通して、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。

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ことと Bit Arrow の使いやすさを示した記述が多かった。また、動的な Web ページの仕組みが分かったことや、QR コードからアクセスして自分の作品をスマートフォンで確認できたこと (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 にゲーム作成の画面例を示す。単に冊子のコードを写すのではなく、新しく使う命令など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、6 時間目と同様に「できた」と「できない」の相反する記述が多かった。

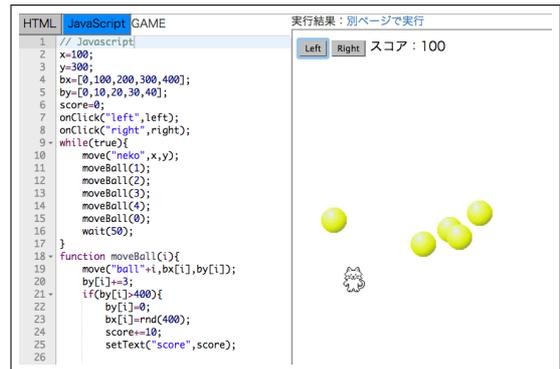


図 6 実習課題の落ちものゲーム

Fig. 6 Tetris type game as a sample.

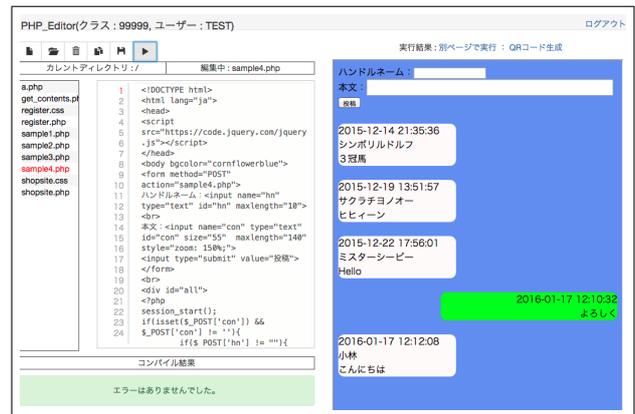


図 7 サンプル・LINE 風掲示板の画面

Fig. 7 Screen shot of a sample BBS like LINE.

#### 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」の相反する記述はさらに増えた。

#### 4.9 9 時間目：SNS の仕組み 1 (PHP)

9 時間目は PHP エディタに用意されたサンプルプログラムの 1 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。図 7 に画面例を示す。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したりするにとどまった。ただし、ファイルの共有によってユーザ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ときは、多くの生徒が興味を示し、その意味を解釈しようとした。チャットはハンドルネームとメッセージを入力して送信すれば、個々の生徒の画面にリアルタイムに表示することができた。その際、どのクラスにもふざけて他人になりすまして書き込みをする生徒がいた。



図 8 サンプル・ショップサイト

Fig. 8 Screen shot of a shoppsite as a sample.

#### 4.10 10 時間目：ショップサイトの仕組み 2 (PHP)

10 時間目も PHP エディタのサンプルプログラムの 1 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。図 8 に利用アプリケーションのスクリーンショットを示す。

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。

### 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、授業ごとに「もう 1 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：授業ごとに「もう 1 度受けてみたいと思いますか？」

質問 A～C の集計結果を表 2 と図 9 に、質問 D の集計結果を図 10 に、質問 E で授業ごとに評価した結果を表 3 と図 11 に示す。

##### 5.1.2 質問 A～質問 D：学習目標到達度と授業満足度に対する結果

質問 A「コンピュータはプログラムで動いていることを

表 2 アンケート結果 (n=154)

Table 2 Questionnaire result.

	強く思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない
質問 A	72 46.8%	73 51.3%	8 22.1%	1 0.6%
質問 B	39 25.3%	79 51.3%	34 22.1%	2 1.3%
質問 C	19 12.3%	79 51.3%	53 34.4%	3 1.9%
質問 D	48 31.2%	91 59.1%	13 8.4%	2 1.3%

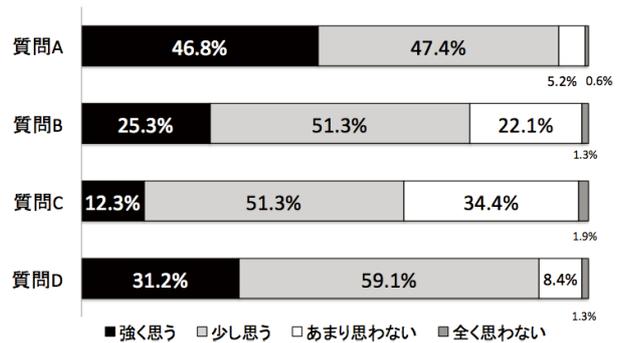


図 9 アンケート結果 (n=154)

Fig. 9 Questionnaire result.

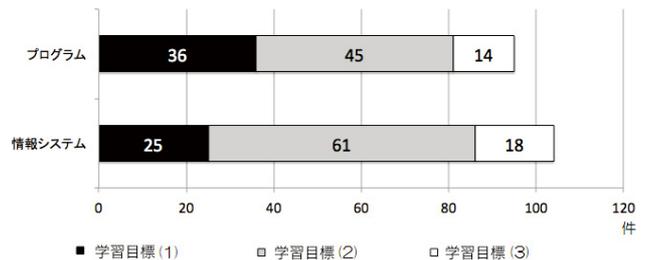


図 10 質問 D の理由記述と学習目標の関係 (n=154)

Fig. 10 Relationships between answers of question D and learning goals.

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。

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」と肯定的に答えた。

その理由について、情報システムの学習とプログラミン

表 3 質問「もう 1 度受けたいと思いますか？」回答 (n=154)

Table 3 Result of a question 'Do you want to learn again?'

	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	17 11.0%	78 50.6%	50 32.5%	9 5.8%
2 時間目	25 16.2%	87 56.5%	40 26.0%	2 1.3%
3 時間目	36 23.4%	72 46.8%	44 28.6%	2 1.3%
4 時間目	68 44.2%	59 38.3%	25 16.2%	2 1.3%
5 時間目	68 44.2%	55 35.7%	29 18.8%	2 1.3%
6 時間目	52 33.8%	70 45.5%	30 19.5%	2 1.3%
7 時間目	71 46.1%	56 36.4%	22 14.3%	5 3.2%
8 時間目	70 45.5%	52 33.8%	28 18.2%	4 2.6%
9 時間目	78 50.6%	56 36.4%	15 9.7%	5 3.2%
10 時間目	45 29.2%	80 51.9%	23 14.9%	6 3.9%

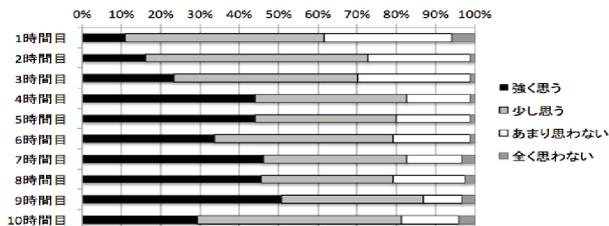


図 11 質問「もう 1 度受けたいと思いますか？」(n=154)

Fig. 11 Result of a question 'Do you want to learn again?'

グの学習の 2 つの観点でコメントを書いてもらい、同種の意見を分類・数量化した後、授業の学習目的と照らし合わせた (図 10)。

その結果、学習目標 (1) 「コンピュータはプログラムで動いていること」の理解については、情報システムの回答から「プログラミングが情報社会を支えている」など 25 件が該当した。また、プログラミングの回答から「LINE, ホームページ, ゲームがプログラミングでできていることが分かった。自分たちでも作れて面白い」など 36 件が該当した。

一方で、否定的に答えた理由として、「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うかがわせるものや、「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」と利用者としては仕組みまで理解する必要はない、と考えていることをうかがわせるものもあった。

学習目標 (2) 「情報システムを身近に感じられるように

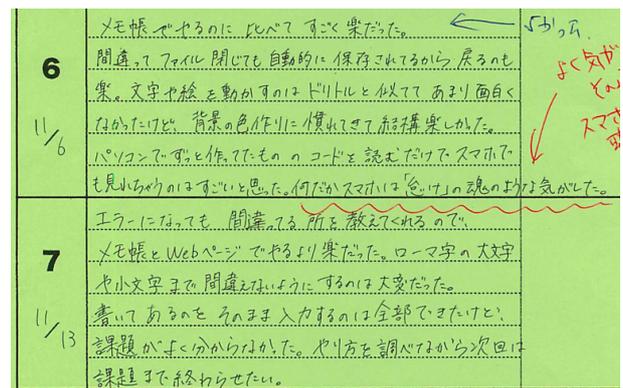


図 12 大福帳と生徒のコメント

Fig. 12 Student's comments on DAIFUKUCHO.

なること」については、情報システムの回答から「自分がいつも使っているスマートフォンやパソコンの仕組みについて学ぶことができた。身近なところでたくさん活用されていると分かって面白かった」など「身近」「身の回り」「親近感」などの用語を用いた 61 件が該当した。また、プログラミングの回答からも「複雑なゲームも私が書いたような命令がたくさん使われている」と思い、親近感をいただいた」など 45 件が該当した。

学習目標 (3) 「生徒自身の情報機器の使い方」と「学習内容」を関連付けることについては、情報システムの回答から「情報システムを理解することでインターネットの危険性を学ぶことができ、普段の生活の中で正しい使用方法が身についたと思う」など、今現在や将来自分が使うことを想定して学習内容と関連付けた 18 件が該当し、プログラミングの回答からも「自分が何気なく使っているスマートフォンにもたくさんのプログラムが使われている」と意識するようになった」など 14 件が該当した。

### 5.1.3 質問 E 「もう 1 度受けたいと思いますか？」の結果

授業ごとに差異はあるが、肯定的な答えは 60%~90%の間を維持していて、おおむねもう 1 度受けたいと考えている様子が見え (図 11)。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

図 12 に大福帳の記述例を示す。大福帳は各授業ごとに 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。

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てその頻度を数える「拾い出し」の作業と、意味を解釈して数量化する「意見の分類と数量化」の作業を行った。

### 5.2.1 言葉の拾い出し

頻出した言葉は「できた/できない」というプログラミン

	できない	できた
1時間目	0	15
2時間目	3	32
3時間目	3	8
4時間目	4	18
5時間目	15	21
6時間目	19	42
7時間目	28	50
8時間目	31	49
9時間目	1	7
10時間目	1	8

図 13 「できた/できない」に関する記述の出現頻度 (n=154)  
 Fig. 13 Appearance frequency of comments about understanding.

	理解できない	理解できた
1時間目	7	15
2時間目	3	18
3時間目	0	17
4時間目	0	45
5時間目	3	32
6時間目	18	19
7時間目	3	14
8時間目	9	13
9時間目	5	58
10時間目	19	47

図 14 「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=154)  
 Fig. 14 Appearance frequency of comments about understanding.

	驚き/すごさ/関心
1時間目	19
2時間目	31
3時間目	87
4時間目	88
5時間目	10
6時間目	8
7時間目	6
8時間目	3
9時間目	65
10時間目	32

図 15 「驚き/すごさ」に関する記述の出現頻度 (n=154)  
 Fig. 15 Appearance frequency of comments about amazement.

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 (図 13, 図 14, 図 15, 図 16, 図 17). 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 13) 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.

「理解できた/理解できなかった」(図 14) 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) とサーバサイド技術の仕組み (10 時間目) を説

	面白さ/楽しさ
1時間目	87
2時間目	62
3時間目	25
4時間目	47
5時間目	26
6時間目	24
7時間目	21
8時間目	14
9時間目	49
10時間目	27

図 16 「面白さ/楽しさ」に関する記述の出現頻度 (n=154)  
 Fig. 16 Appearance frequency of comments about amazement.

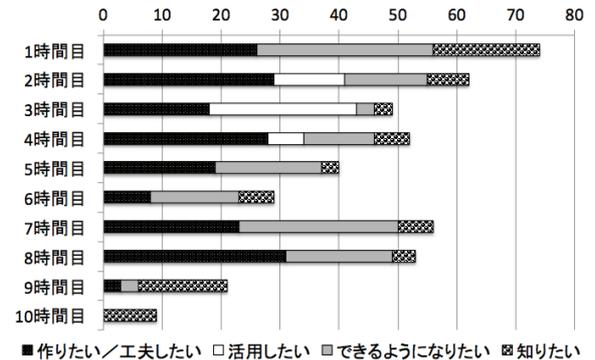


図 17 「～したい」という要求に関する記述の出現頻度 (n=154)  
 Fig. 17 Appearance frequency of comments about requesting.

明した理論的な学習で多く使われた.

「驚き/すごさ」(図 15) 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 時間目) で多く使われた.

「面白さ/楽しさ」(図 16) 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 17) 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.

### 5.2.2 意見の分類と数量化

生徒の意見を「よかった」意見と「よくなかった」意見, 「よいとも悪いとも言えない」意見に大別し, その中で同じ趣旨のものをまとめ, 件数が多かったもの (10 時間分の総計) を表 4 に示した. また, 授業時間ごとに出てきた意見数の推移を図 18, 図 19, 図 20 に示した.

「よかった」意見は成功体験や楽しさなどを述べたものが多かった. その中でも, 学習に対する楽しさや面白さを述べた「学習内容の面白さ」が最も多かった. その中には, 「難しいと思っていたがとても楽しかった」とプログラミングへのイメージの変容を述べた意見もあった. 次いで, 「もっと知りたい」「作りたい」「できるようになりたい」などの要求を表す「～したいという要求」と自分でプログラムできるようになったことの喜びや驚きを表す「自分で作

表 4 大福帳の記載内容の分類 (10 時間分の総計)

Table 4 Categorizing of comments on DAIFUKUCHO.

	内容	件数
よかった	学習内容の面白さ	347 件
	「～したい」という要求	347 件
	自分で作成できること	232 件
よくなかった	操作の躓き	164 件
	動作の不確かさ	156 件
	理解の難しさ	73 件
どちらとも言えない	仕組みの理解	223 件
	技術への驚嘆	192 件
	学習環境の有効性	138 件

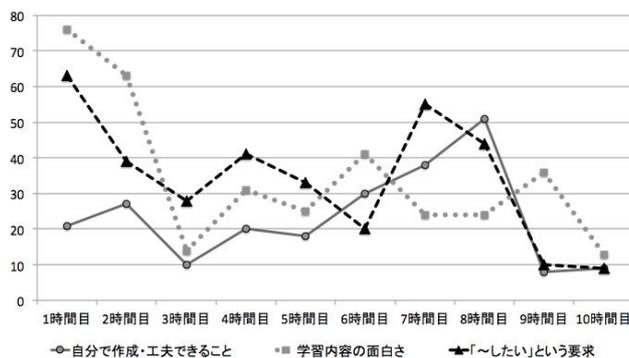


図 18 「よかった」意見の推移 (n=154)

Fig. 18 Transition of good comments.

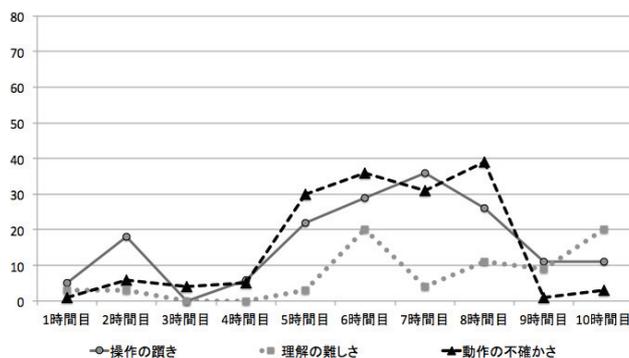


図 19 「よくなかった」意見の推移 (n=154)

Fig. 19 Transition of bad comments.

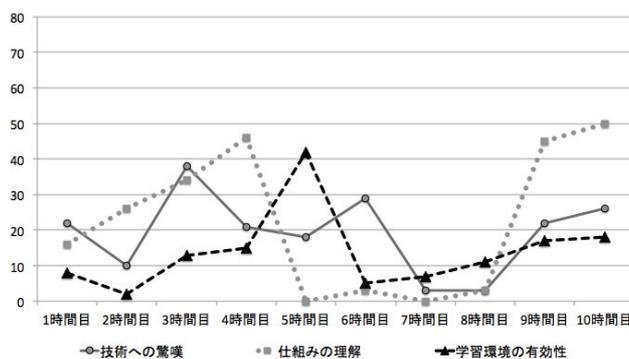


図 20 「よいとも悪いとも言えない」意見の推移 (n=154)

Fig. 20 Transition of another comments.

成できること」を述べた意見が多かった。その推移は、1 時間目のドリトルを用いたプログラミング体験が最も多く、10 時間目の PHP 体験は最も少なかった。

逆に「よくなかった」意見はうまくできなかったことを述べたものが多かった。その中でも、文字入力やエラーの処理など操作に手間どって学習が進まなかった「操作の躓き」が最も多く、次いで思いどおりにプログラムを作れないことを述べた「動作の不確かさ」、内容を理解することの困難さを表す「理解の難しさ」と続いた。その推移は、1 時間目のドリトルを用いたプログラミング体験が最も少なく、5~8 時間目の JavaScript 実習期間が多かった。

「よいとも悪いとも言えない」意見は、知識の習得など授業を通して得た事実を述べたものが多かった。その中でも、コンピュータの動作原理や情報システムの成り立ちを理解したことに言及した「仕組みの理解」が最も多く、次いで、情報技術の原理や可能性に驚いたことを表す「技術への驚嘆」、学習や実習を助けてくれた教材に言及した「学習環境の有効性」と続いた。その推移は、3 時間目の IoT 体験、4 時間目の HTML 実習、5 時間目の JavaScript 導入と新しいことの体験が多く、JavaScript の実習を進めると減っていったが、9~10 時間目の PHP 実習で再度多くなった。

## 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授業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ことを確認した。その理由は、ドリトルを導入に用いたことと、その後様々な情報システムをプログラムのレベルで実習したことによると考えられる。

「よかった」という意見が多かったドリトルの実習には面白さがあり、それまで難しい印象を持っていたプログラミングのイメージを変容させた。また、テキスト言語であることから、無理なくその後の JavaScript と PHP の実習へと進み、ゲーム作りや Web サイト・SNS のプログラム確認の実習につなげることができた。

最後のアンケートからも「プログラミングが情報社会を支えている」という意見が出るなど、プログラミングが情報社会に果たす役割の一端を認識させることができた。

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達成できたことを確認した。多くの生徒が「身近」や「親近感」という言葉を使っていることから、「情報システムがプログラムで作られていること」の理解がそれまで漠

然と利用していただけた情報システムを、理解できる対象へとその認識を変容させ、生徒によっては「自分にも作れそう」と感じさせることにつながった。その意味で、生徒が日常的に使っている LINE 風の掲示板やショッピングサイトをそれぞれ数十行程度のプログラムとして示すことができたことの意義は大きかった。JavaScript で「作る体験」をした生徒は、プログラムの 1 語 1 語に意味があることを理解した。そして、JavaScript とは異なる言語仕様の PHP プログラムであっても、多くの生徒が興味を示し、その意味を解釈しようとする行動につながった。その結果、9 時間目と 10 時間目で「理解できた」という語が多く使われる「仕組みの理解」を意味する大福帳のコメントが多くなった。

学習目標 (3) の「生徒自身の情報機器の使い方と学習内容を関連付けること」については、(1), (2) に比べると大福帳とアンケートともに関連する回答は少なかった。ただし大福帳には、QR コードを使った際に自分の情報機器がシステムの一部として動作したことに驚いた記述や、なりすまし行為が発生した際にセキュリティに関する記述が多かった。アンケートには仕組みを理解して機器を利用することが必要であるといった記述や、仕組みを理解したことでセキュリティ意識が向上したという記述が多く、学習が情報機器の使い方を見直すきっかけになることが示唆された。なかでも、「現在」や「将来」という言葉を使う生徒が多く、「普段の生活の中で正しい使用方法が身についた」など、情報機器の使い方を再考させるきっかけとなるカリキュラムになっていたと考えられる。

## 6.2 プログラミング教育としての評価

本研究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 1 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、作品制作を行わせたりす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、つね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

ドリトルの教育利用は、多くの先行事例があり、本研究ではそれらに示されている学習効果を再確認できた。ただし、ラズベリーパイ上でセンサによる計測実習を一齐授業で行った事例は例がなく、貴重な実践を行うことができた。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、課題探求学習など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 Bit Arrow

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、本研究では、「もう 1 度受けたと思いますか?」の質問で肯定的な回答は 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ことを確認できた。

この結果を導いた要因の 1 つは Bit Arrow である。HTML と JavaScript を独立して記述でき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分かりやすくエラーを表示した。ウィンドウの切替をなくしたことは、実習を通して操作の負担を減らした。Bit Arrow がこれらの機能を備えていたことで、生徒は本来の学習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」こと示す記述や「あっという間に時間が過ぎた」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 Bit Arrow は効果的であることを確認できた。

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、作品作りをさせたりするなどの実践例を増やしていきたい。

ただし、「できなかった」というコメントも多い。これについては、入力ミスなど操作に関するトラブルと、論理的な課題を解決できなかったという 2 つの要因がある。入力ミスなどに関しては慣れを期待するしかないが、論理的な課題は生徒が能動的に活動した結果と考えることもできる。そこで、生徒の興味や能力に応じて選択できるような段階的な課題提示の方法を考えることが必要である。

### 6.2.3 PHP と PHP エディタ

PHP はサーバ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。したがって、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、PHP エディタを用いることで高校生にも PHP プログラミングを体験させられることを実現した。

PHP エディタは操作感が Bit Arrow 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 1 度受けたいと「強く思う」と回答したアンケート結果につながったと考えている。今回の実習は 2 時

間であったが、今後は PHP エディタの機能を生かし、生徒にプログラムを作らせるなどの実践を行いたい。

## 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し、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おいたが、個々の授業についても、今後考察や改善が必要と考えている。また、今回は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、今後はより客観的な評価も行いたい。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金 (17K00989, 奨励研究 16H00221), パナソニック教育助成財団第 42 回研究助成, ならびに, 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，入手先 <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)，入手先 [http://www.daj.jp/company/release/2015/0706\\_01/](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」，入手先 <http://dolittle.eplang.jp/>。
- [5] 高瀬えりか，村上智史，後藤洋信，坂本雅洋，江見圭司：ドリトルを用いたオブジェクト指向チーム開発学習の実践と評価，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 (CE)，Vol.2009-CE-98(29)，pp.201-204 (2009)。
- [6] 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，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 (CE)，Vol.2015-CE-131(4)，pp.1-8 (2015)。
- [7] 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，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 (CE)，Vol.2015-CE-131(3)，pp.1-7 (2015)。
- [8] 田中 健：普通科高校での Web プログラミング，文部科学省，プログラミング教育実践ガイド (2015)，入手先 <http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming.zirei/>。
- [9] オンラインプログラミング環境「ビットアロー (Bit Arrow)」，入手先 <http://bitarrow.eplang.jp/>。
- [10] 長島和乎，本多佑希，長 慎也，間辺広樹，兼宗 進，並木美太郎：オンラインで複数言語を扱うことができるプログラミング授業支援環境，情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2016)，pp.137-140 (2016)。

- [11] 兼宗 進，本多佑希，林 康平，島袋舞子，長 慎也，長島和乎，並木美太郎：オンラインで利用可能なプログラミング学習環境の提案，日本情報科教育学会第 9 回全国大会 (2016)。
- [12] オンラインプログラミング環境「enchant.js」，入手先 <http://enchantjs.com/ja/>。
- [13] サクセスシリーズ「PHP エディタ」，入手先 <http://saccess.eplang.jp/try/php/>。
- [14] 向後千春研究室：すべての授業で大福帳を使おう，入手先 <https://kogolab.wordpress.com/>。



間辺 広樹 (正会員)

1986 年東京理科大学理工学部数学科卒業。同年から神奈川県立高校にて数学科教諭として勤務。2013 年大阪電気通信大学医療福祉工学研究科博士課程修了。博士 (工学)。2013 年から神奈川県立柏陽高等学校にて情報科・数学科教諭として勤務。情報科学教育とオンライン学習教材の研究に従事。2010 年情報処理学会山下記念研究賞受賞。日本情報科教育学会会員。



長島 和乎 (学生会員)

2014 年明星大学情報学部卒業。2016 年同大学大学院情報学研究科修士課程修了。現在，東京農工大学工学府電子情報工学専攻在学中。プログラミング教育に関する研究に従事。日本情報科教育学会会員。



並木 美太郎 (正会員)

1984 年東京農工大学工学部数理情報工学科卒業。1986 年同大学大学院修士課程修了。同年 4 月 (株) 日立製作所基礎研究所入社。1988 年東京農工大学工学部数理情報工学科助手。1993 年 11 月電子情報工学科助教授。1998 年 4 月情報コミュニケーション工学科助教授。現在，東京農工大学大学院工学研究院教授。博士 (工学)。オペレーティングシステム，言語処理系等のシステムソフトウェア，並列処理，コンピュータネットワーク，計算機アーキテクチャ等の研究・開発，計算機科学の教育に従事。ACM，IEEE，電子情報通信学会，ソフトウェア科学会各会員。



長 慎也 (正会員)

2001年早稲田大学大学院理工学研究科情報科学専攻修士課程修了。2005年早稲田大学大学院理工学研究科にて博士(情報科学)の学位を取得。2006年より一橋大学総合情報処理センター助手。2010年より明星大学情報学部准教授。プログラミング教育, プログラミング言語の開発に関する研究に従事。2005年情報処理学会山下記念研究賞受賞。教育情報システム学会, ACM, IEEE 各会員。



兼宗 進 (正会員)

1987年千葉大学工学部電子工学科卒業。1989年筑波大学大学院理工学研究科修士課程修了。2004年筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了。博士(システムズマネジメント)。企業勤務後, 2004年から一橋大学総合情報処理センター准教授。2009年から大阪電気通信大学医療福祉工学部/総合情報学部を経て, 工学部電子機械工学科教授。プログラミング言語, 情報科学教育に興味を持つ。ACM, IEEE Computer Society 各会員。