

プログラミングの講義支援を目的とした eラーニングシステムの構築

島袋 舞子^{†1} 安里 肇^{†1} 兼宗 進^{†2}

初心者向けのプログラミングにおける授業支援を目的とした eラーニングシステムを提案する。プログラミングを習得するためには、アルゴリズムを始めとする情報科学の理論と論理的な思考能力、実際のプログラミング言語を用いた実習が必要となる。しかしながら、今までプログラミングに関する知識がない初心者にとって、これらの内容は難易度が高く習得するのが難しいというアンケート結果を得ている。本研究では、情報科学の基礎や論理的な思考を楽しく学べる教材として、国際情報科学コンテスト「Bebras」と、プログラミングを楽しく学べる教材として「スクラッチ」および「ドリトル」に着目し、これらのコンテンツを総合的に利用することにより学習効果を向上させる授業支援のための eラーニングシステムを構築した。本システムを利用した場合の効果測定や理解度への影響を考察する。

Construction of e-Learning System for Programming Education

MAIKO SHIMABUKU^{†1} HAJIME ASATO^{†1}
SUSUMU KANEMUNE^{†2}

In programming language education on university courses, the acquisition of programming technique is a very important problem. We propose an e-learning system that aims to support programming education for novices. In order to understand programming languages and get enough ability of program writing, it is required ability to logically and the theory of information science. On the way of learning programming languages, novices often have hard time on understanding program and data structures. In this paper, we have developed an e-learning system using “Dolittle”, “Scratch”, “Bebras contest”, and confirmed the effectiveness of the proposed system.

1. はじめに

沖縄国際大学・産業情報学部・産業情報学科においては、産業・経済系の科目を主体とした経済情報コース、情報系の科目を主体とした情報システムコースの2つのコースが開設されている。主に情報の知識や技術を学ぶ情報システムコースでは、プログラミング理論、プログラミングⅠ・Ⅱ、ウェブプログラミング、情報処理システム論、データベースなどプログラミングに関する科目が多数設定されている。その中で、最も基本的な講義がプログラミング理論で1年前期に設定されている。本学入学者は、約2割が専門高校卒業生で、普通高校と比べると実践的な技術を習得している場合が多い。しかし、大多数が普通高校卒業生であるため、全くプログラミングについて分からない者が多い。そのため、この科目においては、受講生の基礎レベルが大きく違い、運営が非常に難しい。最初のつまずきから、プログラミングや情報技術系に対して苦手意識を持つ学生も多い。

一方、プログラムやコンピュータの原理をわかりやすく理解するための教材や教育手法の研究が存在する[1-3]。例えば、Bebras コンテスト[4][5]は問題を解くことで情報科学の基礎知識を楽しく学習でき、教育用プログラミング言語

であるドリトル (Dolittle) [6]やスクラッチ (Scratch) [7]を利用することで、プログラムを楽しく学ぶことができることが知られている。

そこで本稿では、プログラミング理論の受講者のプログラミングに対する苦手意識の解消や理解度の向上を目的として、これら3つの教材を eラーニングで学習するためのシステムを構築し、その効果測定を実施し、有効性を検証する。

2. 関連研究

プログラミングを取り上げた eラーニングは多く存在する。従来から行われてきた eラーニングの研究やプログラミング教育の研究のほかに、最近ではこれらを組み合わせた「オンラインでのプログラミング教育や IT 教育」が行われている。ここでは代表的なサービスを紹介する。

Ideone[8]は 50 種類以上のプログラミング言語をオンラインで実行できるサービスである。ソースコードを編集したり、実行結果の文字出力を画面で確認することができる。プログラミングの説明はないため、言語やプログラミングの考え方は本などで学習する必要がある。

Codecademy[9]はウェブプログラミング言語をオンライン上で学ぶことができるサービスである。表示される説明に従いブラウザ上でコードを入力することにより、実行結果を得ることができる。TOP ページは日本語に対応しているが、レッスンは英語で提供されており、英語を理解する

^{†1} 沖縄国際大学
Okinawa International University

^{†2} 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

必要がある。

Khan Academy[10]はオンライン上でビデオを見て学ぶことができるサービスである。幅広いジャンルのビデオ教材が提供されており、その中のコンピュータサイエンスを学ぶコースでは、ブラウザ上にエディタと出力画面が用意され、エディタに表示されているコードを変えることにより出力画面が変化する。プログラムについてはビデオ教材で解説している。これらのサービスはすべて英語で提供されており、英語を読めると同時に聞き取れることが必要とされる。

ドットインストール[11]はプログラムの書き方を動画で学ぶサービスである。幅広いプログラミング言語に対応し、その全てが日本語で説明されている。プログラミング言語の使用法に特化しているため、プログラミングの考え方は本などで学ぶ必要がある。

ITの発展により、プログラミングに関しても上記のようなオンラインの学習環境がいくつか提供されている。一方で、これらは英語の説明であったり、高度なプログラミング言語が対象であったり、IT技術についての説明は提供されていなかったりするため、必ずしも高校生や大学生が自習するために適していない点が存在した。

本研究では、日本語の説明で学ぶことができ、ITの基礎を学習するコンテンツと、教育用の2種類のプログラミング言語を学習できるサービスを提供していることが特徴である。

3. プログラミングの講義支援

プログラミング理論は本学産業情報学科の基礎科目で座学により、論理的な考え方を主に学ぶものである。講義内容は主に、流れ図の基本、基本アルゴリズムの理解など、コンピュータ・ソフトウェアを中心とした情報処理の基本的な問題を扱っている。

この講義は、プログラミングを学ぶための基礎的な科目と位置づけられており、プログラミングに関する基礎理論を身につけることができる。しかしながら、図1に示すように受講者の9割が難しい、やや難しいという調査アンケートの結果が出ている。

さらに、難しかった部分としてフローチャート、ソートアルゴリズム、サーチアルゴリズムがあげられた(図2)。また講義内容に関してわからない部分があったときは、友達に聞く、配布資料を見て自力で対応しているということが、アンケートからわかった(図3)。

アンケートの結果から、この講義は受講者にとって高いハードルとなっていることが分かる。また、わからない部分があったとき、教員に質問するよりもなんらかの方法により自分で対応している受講生が多い。そのため、情報科学の基礎知識やプログラミングの考え方を学ぶことができ

るeラーニングシステムが必要である。

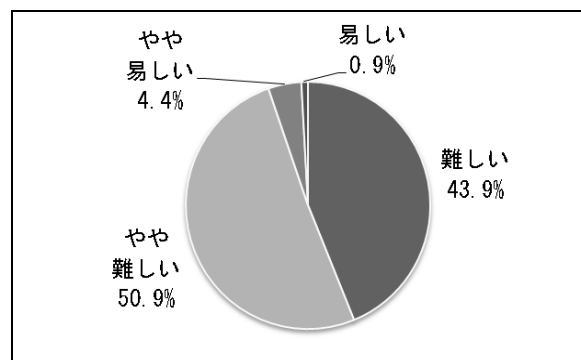


図1 講義を受講しての難易度

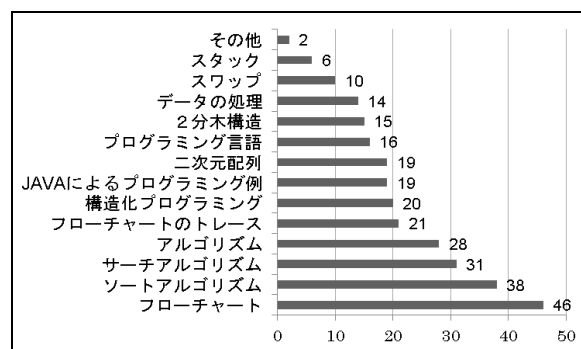


図2 講義で難しかった部分(複数回答可)

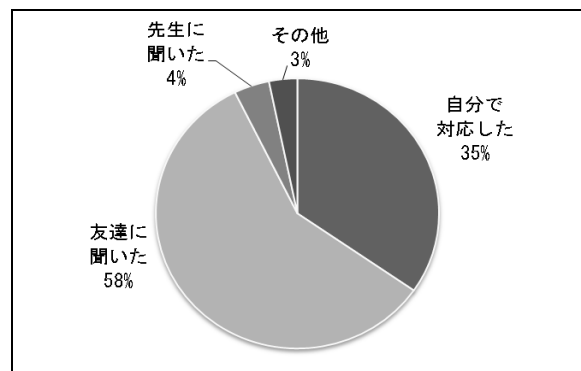


図3 疑問点にどのように対応したか

3.1 Bebras コンテスト

Bebras コンテストとは、2004年にリトアニアで始められた小中高の児童・生徒を対象とした国際情報科学コンテストであり、欧州を中心に17カ国30万人以上が参加する大規模なコンテストである。日本では、情報オリンピック日本委員会が主催し、2010年より開催している。コンテストという名称がついているが、競い合ったり、点数をつけることが目的ではなく、情報科学に関連した親しみやすい問題を取り組ませることにより、情報科学と情報活用に対する興味を持たせることを目的としている。そのため、予備知識のない学生が情報科学の基礎理念を考えながら取り組

むことができる。

Bebras コンテストは、毎年秋に各国で実施され、各国共通で出題される必須問題、国ごとに選択して出題できる選択問題がある。問題は内容によって、「情報」「アルゴリズム」「利用」「構造」「パズル」「社会」に分類されており、年齢別に「Benjamin (10～12 歳)」「Cadet (13～14 歳)」「Junior (15～16 歳)」「Senior (17～18 歳)」の 4 つのレベルに分けられている。解答時間は 30 分から 45 分で、その中で 15 問から 20 問程度の問題が出題される。図 4 に出題問題の例を示す。

今回の Bebras コンテストにおいて、日本での主催者や国際コンテストの責任者と知り合うことができ、著者も問題の改良や出題問題の確認、解説の作成に参画した。

秘密の暗号2 (シニアC)

アンとボブは、他の人に内容を読まれないように、暗号文でやり取りすることにしました。二人は「うあい」を暗号のキーワードにしました。これは暗号を作るときと解読するときに使うもので、他人に知られてはなりません。

アンはボブに次のやり方で手紙を送ります。

キーワード: うあいいうあいいうあい
元の文: このあとにきていい?
暗号文: すはうぬうかのくおう?
五十音: あいうえおかきくけこさしすせそたちつてとなにぬねのはひふへほ

1文字目の「こ」は、キーワードの最初の文字が五十音の3文字目の「う」なので、3文字ずらして「す」にします。
2文字目の「の」は、キーワードの2文字目が「あ」なので、1文字ずらします。このように暗号にしています。



ボブは「えすつのすな」と返事をしました。ボブはなんと答えたのでしょうか。

あしたにして
このあとにね
いつかあとに
なのかあとに

図 4 Bebras コンテスト出題問題例

3.2 教育用プログラミング言語

教育用プログラミング言語とは、教育用途を目的として設計されたプログラミング言語である。通常、プログラミング言語では、「public」「system.out」といった多くの定義や宣言が必要であり、構文自体にも「{」「}」「;」のような普段使用する機会が少ない記号が多く用いられている。プログラムを作成するには、これらを一字も間違えずに入力しなくてはならないため、初心者にとって意味不明なエラーを出す要因となっており、それが挫折する原因の 1 つとなっている。

一方、教育用プログラミング言語では、定義や宣言を省略して記述することを可能にし、構文上の記号を減らす工夫がなされている。また、日本語で記述できたり、文字を使わずブロックの組み合わせにより、プログラムを作成することも可能にするなど、初心者にとって考慮したプログラミン

グ言語となっている。

主な教育用プログラミング言語として、Squeak, Scratch, なでしこ, PEN, ドリトルなどが挙げられる。

3.2.1 ドリトル (Dolittle)

ドリトルは、Smalltalk, Lisp, Logo など優れた言語の特徴を引き継ぎながら、2000 年に筑波大学の久野靖教授と大阪電気通信大学の兼宗進教授によって設計された教育用オブジェクト指向型日本語プログラミング言語である。

ドリトルでは、小中学生がプログラミングを通してソフトウェアを学ぶことを目的としている。プログラムは日本語で入力することができ、タートルグラフィックスを用いて、プログラムの実行結果を視覚的、かつ 1 行ずつ確認しながらプログラムを作成することができる。また、ドリトルにはオンライン版とインストール版があり、オンライン版では、事前に個々のコンピュータにインストールを行う必要がなくブラウザ上で動かすことが可能であるため、授業に取り入れやすいのも魅力の一つである。

3.2.2 スクラッチ (Scratch)

スクラッチは、2003 年に MIT Media Lab の Mitchel Resnick が、オブジェクト指向プログラミング言語であるスクイク (Squeak) をベースに開発したビジュアルプログラミング言語学習環境である。キーボード操作を原則として必要とせず、マウス操作のみで扱うことができるため、キーボード操作がおぼつかない子どもにとって敷居が低いと考える。また、ブロックの組み合わせによって、プログラムを作成することができるため、正しい構文の書き方を覚えることなく結果を得ることができる。

スクラッチは、本学科 1 年次の必修科目である基礎演習 I にて使用されている。

3.3 効果的な組み合わせ

Bebras コンテスト、ドリトル、スクラッチの 3 つの教材とプログラミング理論とのマッチングの作業を行った。まず、プログラミング理論で学ぶ主な内容を 14 の項目に分類した。分類した 14 の項目をさらに理論的な部分と実践的な部分に分け、理論的な部分を Bebras コンテスト、実践的な部分をドリトルとスクラッチに対応付け、表 1 の通りに分類した。この対応付けをもとに、e ラーニングシステムを構築した。

4. e ラーニングシステム

本システムは、プログラミング理論の受講者のプログラミングに対する苦手意識の解消、理解度の向上を目的として、Bebras コンテスト、ドリトル、スクラッチ、この 3 つの教材を e ラーニングで学習するためのシステムである。

表1 プログラミング理論の分類

学習内容	分類(コンテンツ)
アルゴリズム	理論(B)
フローチャート	理論, 実践(B,S&D)
構造化プログラミング	理論(B)
プログラミング言語	理論(B)
データの処理	理論(B)
スワップ	理論(B)
プログラミング例	実践(S&D)
流れ図のトレース	実践(S&D)
2次元配列	実践(S&D)
スタック	理論(B)
基本データ構造	理論(B)
サーチアルゴリズム	理論(B)
ソートアルゴリズム	理論(B)
その他	理論(B)

B: Bebras, S&D: Scratch & Dolittle

4.1 システムの設計

eラーニングシステムを構築した。システムは PHP 言語を用いて記述し、サーバー上で Web アプリケーションとして動作する。Web サーバーは Apache を使用し、データベース管理ソフト (DBMS) には、MySQL を使用した。

受講者は JavaScript, HTML5, CSS に対応する Web ブラウザでアクセスすることによって、利用することができる。また、本システムは PC (Windows, Mac) のほかに、iOS (iPhone, iPad), Android に対応する。これらのスマートフォン、タブレット端末では、JavaScript, HTML5, CSS, jQuery Mobile に対応する Web ブラウザでアクセスすることにより、利用することができる。

4.1.1 端末ごとの振り分け

本システムでは、PC 用のサイトとスマートフォン、タブレット端末用のサイトを別に用意し、アクセスされた端末に応じて表示する画面を変えている。

端末に応じて振り分けるために JavaScript を用いる。ブラウザが Web サーバーに対して報告してくるユーザーエージェント情報を取得し、調べることにより、アクセス先の振り分けを行なっている。ユーザーエージェント情報には、オペレーティングシステムとそのバージョン、使用されている Web ブラウザといった情報が含まれており、それぞれの細かい数値は異なるものの、アクセスした端末が iPhone ならば「iPhone」、Android 端末ならば「Android」の文字列が共通して含まれている。例として Android 端末からアクセスし、取得した値を図 5 に示す。

ユーザーエージェント情報に「IPHONE」「IPAD」「ANDROID」「MOBILE」が含まれている場合は、スマー

トフォン、タブレット端末用のサイトへ、含まれていない場合は PC サイトへと振り分けを行なっている。

Mozilla/5.0 (Linux; Android 4.1.1; Galaxy Nexus Build/JRO03C) AppleWebKit/535.19 (KHTML, like Gecko) Chrome/18.0.1025.166 Mobile Safari/535.19

図 5 取得したユーザーエージェント情報の例

4.2 システムの構成

システムは、Bebras と Scratch & Dolittle の 2 つのコンテンツから成り立つ。Bebras は、Bebras コンテンストの問題を用いたコンテンツとなっており、主に講義の導入時に使用する。Scratch & Dolittle は、スクラッチとドリトルを用いたコンテンツとなっており、主に課題や自主学習に利用する。これら 2 つのコンテンツを TOP ページに配置する。

また、スマートフォン、タブレット端末に対しても専用サイトを設け、対応可能にしている。

4.2.1 Bebras

Bebras は、Bebras コンテンストの問題を用いたコンテンツである。表 1 の対応付けをもとに、講義の進行と合うように表 2 に示すように 11 の項目に分類した。

表 2 Bebras の項目

項 目	学習内容
アルゴリズム	アルゴリズム
フローチャート	データの流れ
プログラムの仕組み	構造化プログラミング
プログラミング言語	プログラミング言語
データの処理	データの処理
データの入れ替え	スワップ
データの仕組み	スタック
データのまとめ方	基本データ構造
サーチアルゴリズム	サーチアルゴリズム
ソートアルゴリズム	ソートアルゴリズム
その他	その他

問題は分類別にランダムで 3 問出題される。各回の講義内容に合った問題を、講義の導入時 (5 分から 10 分程度) に解くことにより、受講者に対し、講義内容に興味を抱かすことを目的とする。コンテンツの構成は図 6 となっている。

< メニュー画面 >

メニュー画面では、図をクリックすることにより項目を選択することができる。はじめに (info と書かれた立て看板の図) から、道なりに進むことによって講義の進行と合

うようになっている (図 7)。また、マウスカーソルをアイコンに重ねるとタイトルが表示される。モバイル端末では、リスト表示となっている (図 8)。

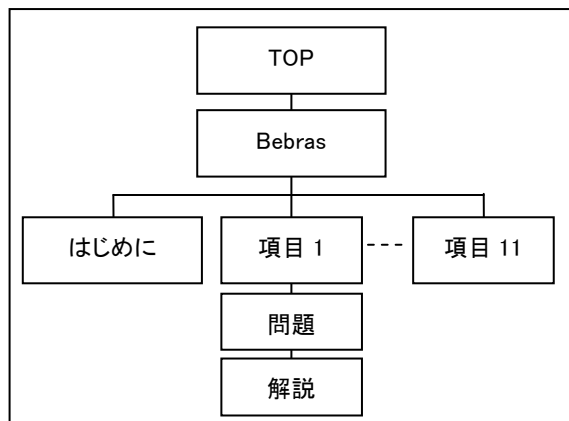


図 6 Bebras 構成図

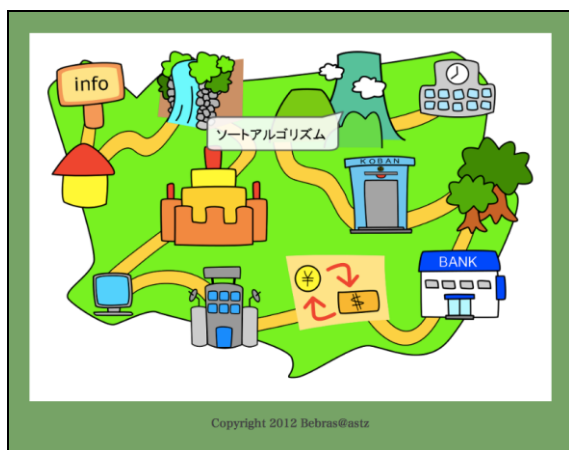


図 7 メニュー画面 (PC)



図 8 メニュー画面 (モバイル)

< はじめに >

「はじめに」では、Bebras コンテストについての紹介と、メニュー画面上にある各図が、講義内容と情報科学のどの分野と対応しているかを表示している。そうすることにより、受講者が自習として利用するときに、どの項目を選択すればよいのかを比較的容易に知ることができる。

< 問題出題画面 >

問題出題画面では、選択した項目の問題を出題する。選択肢は 4 択となっており、問題下にあるボタンを押して解答する。図 9 に問題出題画面の例を示す。

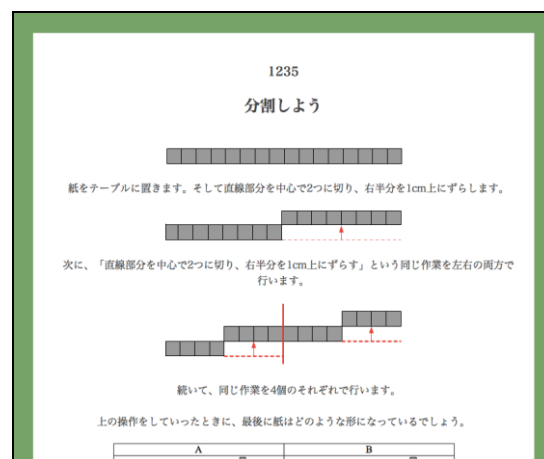


図 9 問題出題画面

< 解説画面 >

問題出題画面において問題に解答すると、解説画面が表示されるようになっている。正解、不正解の場合で異なる解説画面を設けている (図 10, 図 11)。正解の場合は、タブをクリックすることにより解説を表示するようにし、不正解の場合は、テキストベースで解説を表示するようにした。右下のボタンをクリックすることで、次の問題へと進むことができる。すべての問題を解くと、正解数が表示されるようになっている。



図 10 正解の場合の解説画面 (タブを開いた状態)



図 11 不正解の場合の解説画面

4.2.2 Scratch & Dolittle

Scratch & Dolittle では、オリジナルの動画を使用し、スクラッチとドリトルによるプログラミング方法を学ぶコンテンツとなっている。スクラッチとドリトルのプログラミング方法を学ぶ過程をととして、表 1 で対応づけた「フローチャート」「流れ図のトレース」「プログラミング例」「二次元配列」を楽しく学ぶ。また、ここでは受講者に対してプログラミング言語を学ぶこと、プログラムの基本的な構造を理解することを目的とする。

コンテンツは 3 つの級に分かれており、上級、中級ではドリトル、初級ではスクラッチを取り上げている。各級ごとに全 5 回の動画コンテンツがある。動画コンテンツごとにチェックテストが設けられており、それをクリアしなければ、次の動画コンテンツ、次の級に進むことが出来ないようになっている。スクラッチでは主に「フローチャート」「流れ図のトレース」に対応し、ドリトルでは、「プログラミング例」「二次元配列」の項目に対応する。講義内で使用するのではなく、受講者には主に課題や自主学習に利用してもらう。構成図を図 12 に示す。

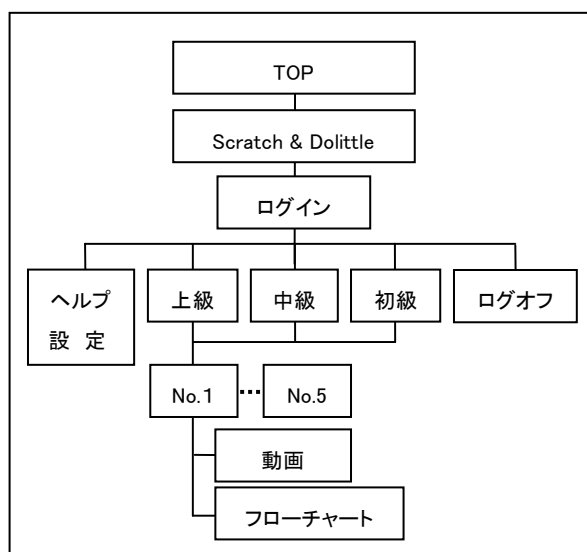


図 12 Scratch & Dolittle 構成図

< ログイン画面 >

Scratch & Dolittle では、ログイン画面を設ける (図 13)。初期設定として、ID とユーザー名は学籍番号、パスワードは著者が用意したものとする。ID とパスワードは、講義オリエンテーションにて受講者に配布する。また、メニュー画面にある「設定」にて、ユーザー名とパスワードを自由に変更できる。



図 13 ログイン画面

< メニュー画面 >

メニュー画面では、設定、ヘルプ、コンテンツ選択、ログアウトの 4 つの機能を配置している (図 14)。

まず、画面右上 (モバイル端末では左上) にある「設定」では、ユーザー名とパスワードを自由に変更できる。初期設定では、ユーザー名は学籍番号、パスワードは著者が用意したものとなっている。

「設定」ボタンの横 (モバイル端末では右上) にある「ヘルプ」では、ドリトルとスクラッチの導入方法と利用画面について記載されている (図 15)。



図 14 メニュー画面 (左: PC 右: モバイル)



図 15 設定画面

受講者は、中央にあるピラミッドの画像（モバイル端末では、画像下にあるボタン）から、級を選びクリックすることにより、コンテンツを選択することができる。初回は、初級のみ選択できるものとし、チェックテストをクリアすることによって次の級へ進むことができる。

また、ピラミッドの色の変化と、画面右にあるリストの取り消し線の有無を見ることによって、チェックテストの進捗状況を確認することができる。モバイル端末では、ピラミッドとボタンの色の変化を見ることにより、チェックテストの進捗状況を確認することができる。

ログアウトするには、画面一番下のログアウトボタンを押す。ログアウト後は、ログイン画面が表示される。

< 初級メニュー画面 >

Scratch & Dolittle の初級では、フローチャートの理解を目的とし、スクラッチを用いたプログラミング方法を動画コンテンツを使って学ぶ。スクラッチは、ブロックの組み合わせによってプログラムを作成することができる。フローチャートで用いられる記号に合ったブロックを示すことにより、フローチャートに合わせてブロックを当てはめると、プログラムを作成することができるので、ゲームづくりを通してフローチャートを楽しく学ぶことができると考えられる。

< 中級メニュー画面 >

Scratch & Dolittle の中級では、ドリトルを用いたプログラミング方法を動画コンテンツを使って学ぶ。講義では、Java によるプログラミング例が取り上げられるが、必要な定義や宣言が多く、初めてプログラミングを学ぶ受講者にとって高いハードルとなっている。そこで、講義で Java を学ぶ前に教育用プログラミング言語であるドリトルを使ってプログラミング方法を学ぶことによって、受講者のプログラミングに対するハードルを下げる可以考虑される。よって受講者には、このコンテンツを予習として利用してもらいたい。

< 上級メニュー画面 >

Scratch & Dolittle の上級では、中級と同じくドリトルを用いたプログラミング方法を学ぶ動画コンテンツである。2つのゲームづくりを通して、主に二次元配列について学ぶことを目的としている。

< ムービー画面 >

ムービー画面では、各級のメニュー画面で選択した項目に対応する動画コンテンツを再生する。動画の管理、再生には、YouTube を利用している。これにより、スマートフォン、タブレット端末にも対応することができる。画面左側には、動画コンテンツで作成するプログラムのフローチ

ャートを表示する（図 16）。また、モバイル端末では、下のタブをタップすることによってフローチャートを表示することができる（図 17）。

下のタブには、「概要」「ソース」「デモ」「ヘルプ」の4つの項目がある。「概要」では、今学んでいる内容が表示されている。「ソース」では、学習に必要な素材や使われたソースコードを表示する。「デモ」では、ソースコードを実行した動画を見ることことができる。「ヘルプ」では、これまで学んできた操作方法等を振り返ることができる。モバイル端末では、「ソース」「デモ」「ヘルプ」の3つの項目を配置した。



図 16 PC 用サイトの表示画面例



図 17 モバイル用サイトの表示画面例

< チェックテスト >

チェックテストでは、主に動画コンテンツで学んだ内容や講義で学んだ内容から3～5問出題する。動画を見れば回答できる問題を出題しているため、解答は表示しない。チェックテストの問題を全問正解しなければ次の項目へ進めないように設定されている。図 18 にチェックテストの画面例を示す。

また、チェックテストを、クリアした場合とクリアできなかった場合で表示する画面を変えている。

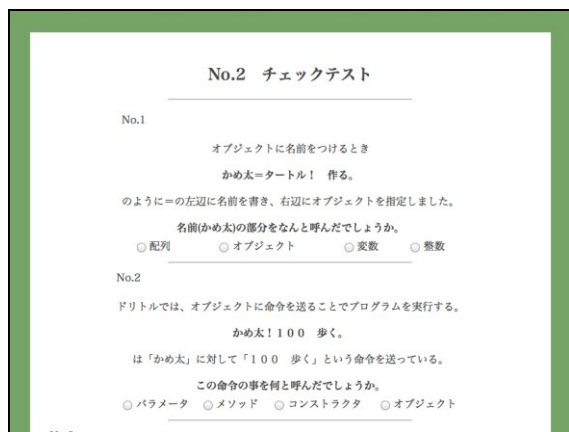


図 18 チェックテスト

チェックテストをクリアすると、各級のメニュー画面上部にある星を増やすことができる。また、右に表示されている、えんぴつの画像がチェック印の画像に変化する。これらを見ることによって、チェックテストの進捗状況を確認する事ができる (図 19, 図 20)。



図 19 例：中級メニュー画面（チェックテストクリア前）



図 20 例：中級メニュー画面（チェックテストクリア後）

5. おわりに

本稿では、プログラミング理論の受講者のプログラミングに対する苦手意識の解消や理解度の向上を目的として、Bebras コンテスト、ドリトル、スクラッチ、3つの教材をeラーニングで学習するためのeラーニングシステムの構築を行った。また、本システムを講義において使用する前に、プログラミング理論を過去に受講した方に利用しても

らった結果、有意義な意見を得ることができた。

今後の課題としては、いただいた意見を生かし、システムの改良を行うとともに、来年度前期に開講されるプログラミング理論において、本システムを講義と連動させて利用し、その効果測定を実施することである。また、Scratch & Dolittle では主に課題での利用や自主学習を行うためのコンテンツとなっているため、受講者に継続して利用してもらえるような工夫をしていきたいと考える。受講者同士で競い合うといったゲーム的要素を盛り込んだ自主学習用コンテンツにしたり、課題の提出状況や進捗状況をランキング化したりするアイデアを検討していく。

参考文献

- [1] 兼宗進, 阿部和弘, 原田康徳: プログラミングが好きになる言語環境, 情報処理, Vol.50, No.10, pp.986-995(2009).
- [2] 石原正雄: スクラッチアイデアブック, 株式会社カットシステム(2009).
- [3] 兼宗進, 久野靖: ドリトルで学ぶプログラミング, イーテキスト研究所 (2008).
- [4] 「ビーバーコンテスト」情報ページ
<http://bebras.eplang.jp/>
- [5] 兼宗進: 小中高の生徒向け情報科学コンテスト, 情報処理学会会誌, Vol.53, No.7, pp.718-721(2012).
- [6] プログラミング言語「ドリトル」
<http://dolittle.eplang.jp/>
- [7] Scratch
<http://scratch.mit.edu/>
- [8] Ideone.com
<http://ideone.com/>
- [9] codecademy
<http://www.codecademy.com/>
- [10] Khan Academy
<http://www.khanacademy.org/>
- [11] ドットインストール
<http://dotinstall.com/>