

Processing のプログラミング学習と教育のための 学生間相互閲覧コメントシステムの開発*

淀優介*¹・宮寄敬*²・堀内泰輔*³・田中則幸*¹

Development of a Mutual Evaluation System for Learning Processing

Yusuke YODO, Takashi MIYAZAKI,
Taisuke HORIUCHI and Noriyuki TANAKA

キーワード：プログラミング学習，相互評価，Processing

1. ま え が き

従来のプログラミング学習と教育においては，学習初期に興味や意欲が失われやすいという傾向がある．その原因を挙げると，[1]例題活用による文法学習が数値計算や文字列の処理などが多く，達成感を得る喜びを得づらいこと，[2]繰り返し・条件文などのアルゴリズム的な考え方がイメージしづらく身に付きづらいこと，[3]環境構築が往々にして困難であり，自学自習が進みづらいことなどがある．特に[1]については，プログラミング学習に対する興味の低下の原因になっている．

そこで本研究では，これらの問題点の内，[1]について主眼を置き，相互評価の意欲的向上の部分，および品質向上や知識共有の点を活かすこととした．相互評価は，ピア・レビューとも呼ばれ，同じ知識を持つ者同士によって行われる評価である．ピア・レビューは論文査読やプログラミングでも利用されている．この相互評価を用いた学習の研究は数多く行われ，その成果が報告されている¹⁾．また，相互評価をプログラミング学習に適用する例も少なくない²⁾．

また，[1]および[3]の問題点に対して，本校では，平成 22 年度より言語学習のため環境構築が容易であり，グラフィカルな出力を簡単に扱える言語である Processing をプログラミング学習のために採用

している．Processing は Java をベースにした手軽なプログラミング環境である．グラフィックやアニメーション，また音楽も簡単に扱うことが可能であり，デザイナーやアーティストにも利用されている．Processing のシステムは，エディタを内蔵しており，プログラミングの実行もクリックひとつで行うことができる．この操作性とそのグラフィカルな出力の容易さから，プログラミング初学者にも向いているといえる．また，作成されたプログラムを作品として公開することが容易であり，作成による達成感を得やすいという特徴もある．学習する言語に Processing を選択したことにより，表現の多様性が現れるようになり，各学生の作品と呼べるプログラムを作成することが可能になった．この利点を活かし，学生に単に課題としてプログラミングを行わせるのではなく，自分のプログラムを他者に公開することを前提で取り組ませることとした．

このように問題点を解決するために相互評価と Processing という 2 つの学習要素を取り入れ，作成したプログラムを学生相互に閲覧し，相互にコメントを行わせるシステムを検討し，構築した．

構築した本システムを利用し，情報リテラシーの基礎やプログラミングの基礎を学習する 1 年生の情報処理基礎の授業で評価を調査した．この授業では，プログラミングの演習課題として年間 6 回程度の課題を出題している．内容はプログラミングの基礎（for 文，if 文，変数，関数，配列等）を利用したプログラミングである．この授業で学んだことを踏まえて高学年でプログラミングの授業に受けることになるので，プログラムの基礎習得とプログラミング

* 2014 年 3 月 1 日日本教育工学会研究会で一部報告

*1 技術支援部技術職員

*2 電気電子工学科教授

*3 一般科教授

原稿受付 2014 年 5 月 20 日

への興味や意欲の向上は、必要不可欠なものとなる。さらに、この授業では5クラス約200名の学生が受講するため、課題の提出状況確認や採点作業などを効率化する必要性があった。本研究ではその効率化も含まれている^{3),4),5)}。

本稿においては、この仕組みをシステムとして構築し実施したのでその内容について報告する。

2. 本システムの概要

2-1 本システムの流れ

図1に本システムの流れを示す。本システムでは、Processingによるプログラミング、メールを用いた課題プログラムファイルの提出、課題閲覧ウェブページの作成、作成した課題プログラムの学生間での相互閲覧、他者の提出課題への相互コメントの実施、学生へのコメントフィードバックという流れになっている。

2-2 本システムの環境

本節では、本システム環境の構成要素を説明する。

2-2-1 課題の提出方法 (Gmail)

課題プログラムの提出には、GoogleのGmailを利用した。GmailはGoogleのメールサービスである。Webから利用でき、導入も簡易である。本校ではGoogleと契約しており、本校独自のドメインで利用可能であり、本校内での連絡手段として用いられている。

本校では、Gmailのアカウントが学生に付与されており、Webメールの学習の一環としても利用している。受信側も同様に、Gmailで課題提出用の専用のアカウントを作成し、課題の収集を行った。

2-2-2 課題の収集方法 (Google ドライブ)

課題の収集には、GoogleのサービスであるGoogleドライブとGoogle Apps Scriptを利用し、効率的に課題の収集を行った。Googleドライブは、Web上でさまざまなファイルを扱うことができるサービスである。既存の形式のファイルのストレージやGoogleが提供する文章作成や表計算形式を利用することができる。また、Google Apps Scriptは、Google上のサービスを利用できるスクリプトである。これらのサービスの利用により、提出時の確認メールの自動返信やGmail宛に送信された添付ファイルのGoogleドライブへ移動とその一括ダウンロード、提出状況の確認、相互評価のコメントの収集などの作業を実現している。

2-2-3 相互閲覧コメントウェブページの生成 (Ruby)

オブジェクト指向のスクリプト言語であるRuby

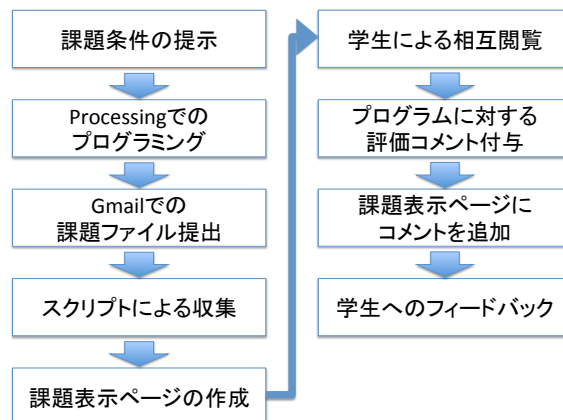


図1 本システムの流れ

を用いて、課題閲覧ウェブページの作成を行った。作成したページは校内ローカルサーバで公開し、校内のみ閲覧可能な設定で学生に公開している。また、グラフィックの描画にはHTML5を利用している。これにはProcessingのプログラムをWebブラウザ上で実行させるためにProcessing.jsを用いた。これはJavaScriptで作成されたProcessing互換のライブラリである。

さらに、相互評価を実施したのちに、収集した評価コメントを閲覧ウェブページに反映するために、Rubyで作成されたオープンソースのWebアプリケーションフレームワークであるSinatraを利用している。

3. 本システムの活用

3-1 提出課題の表示方法

Processingのプログラミング課題は、ソースコードとそのグラフィカルな実行結果によって評価が行われる。よって、閲覧評価を行なう場合、ソースコードと実行結果をひと目で見られることがシステムの好ましい。また、多人数が閲覧することを踏まえ、Webベースでの公開が効率的だと考え、本システムの閲覧用ウェブページを構築している。

閲覧ウェブページはインデックスページと、各学生の課題プログラムページが階層構造になっている。学生の課題プログラムページには、画面上部にProcessingの実行結果、画面下部にそのソースコードが表示される。図2(左)にその例を示す。このページでは、画像ファイルの埋め込みではなく、リアルタイムでの描画を行っている。そのため、アニメーションやマウス操作のようなインタラクティブな反応をも確認することができる。

また、上記の課題閲覧ページを利用し、他人の課題プログラムを読み解き、評価コメントをつけるという課題を出題した。そして、提出された評価コメ



図2 閲覧ウェブページ上の学生が提出した課題プログラム例（左）と
閲覧ウェブページ上に掲載した課題作品への評価コメントの例（右）

ントをフィードバックするために課題閲覧ウェブページに、収集した各学生の課題プログラムに対する評価コメントを付与したページの作成を行い、学生相互で閲覧できるようにした。その例を図2（右）に示す。このページでは、プログラムのソースコードの表示を省略し、実行結果の下部に評価コメントを表示した。学籍番号を表示することで、どの学生から評価コメントを受けたかがわかるようになっている。

3-2 実施した課題内容

課題内容については、プログラミングの基本的項目を基に Processing の特徴であるグラフィカルな要素を活用した作品を作成するプログラムとしている。プログラムの条件としては、指定する要素を満たしていれば、どのような作品でもよいとした。これにより、個性を活かしたプログラムが提出されることとなり、相互閲覧を行う際に、興味や意欲を引

き出す狙いもあった。また、加点要素として自ら調べた Processing の関数を利用してもよいこととした。これは、興味を持った学生が自発的に調べ学習を行うことを期待したものである。

課題の出題時には、後に相互閲覧するという注意を添えた。これは、他学生とは異なるプログラムを行おうとする意識付けを促すためである。次に、相互閲覧および相互評価を行った課題内容と方式について、説明を行なう。

課題①「好きなキャラクターの顔を描く」

Processing の初回課題として、好きなキャラクターの顔を描くという課題を実施した。これは、プログラムを基本の描画関数のみで記述することができ、学生のモチベーションを好きなものを扱うことで、保つ狙いもある。図2（左）が実行結果の例である。

課題②「for 文をつかったデザイン」

制御文である for 文を用いた繰り返し要素のある

デザインを行なう課題を実施した。視覚的に繰り返しの制御するということを把握させるためである。図2(右)が実行結果の例である。

課題③「他人のプログラムを読む」

他者のプログラムを読み、理解させるために、プログラムについてコメントを行うという課題を実施した。これはコメントをすることで他者のプログラムを理解する機会を得ること、評価コメントを受けるということで、プログラミングのレベル向上の刺激が起こることを期待したものである。

実際には、他の学生相互に作成したプログラムに対してコメントをつけさせる形で、相互評価を実施した。コメントをする場合には、学生の学籍番号を記述させる記名方式とした。これは、コメントすることに一定の責任を負わせるためである。また、可能な限り前向きなコメントをするように促した。これは、ネガティブなコメントを受けることでプログラミングに対する興味や意欲が減少することを防ぐためである。また、コメントをしやすくするため、複数の項目を設定し、それらに沿ってコメントさせることとした。

指定した項目は以下のとおりである：

- (1) 実行結果の見た目についての良い所、感想
- (2) プログラムについての良い所、感想
- (3) プログラムについて理解できたか
- (4) 自分のプログラムに活かせそうだと思う点
- (5) プログラムへのアドバイス（任意回答）

4. 本システムの評価

本システムの評価を、実際の利用者である学生からのアンケートと相互評価の際のコメントの分析から行った。

4-1 アンケート内容

情報処理基礎を受講し、相互評価を実施した学生にアンケートを行い、その効果を検証した。受講者206名中176名から回答を得た。アンケートはすべてのプログラミング課題を終了後に行った。

アンケート内容は、以下のとおりである。

- (i) プログラミングへの興味関心を問う。

「Processingでのプログラミングは好きですか」

- (ii) 相互閲覧を行なうことへの意識を問う。

「お互いのプログラムおよびその実行結果を閲覧しあうことをどう思いますか」

- (iii) 相互評価を行なうことへの意識を問う。

「プログラムおよびその実行結果に対して相互にコメントしあうことをどう思いますか」

以上のそれぞれに単一回答を行ってもらい、自由

回答でその理由を書いてもらった。

4-2 アンケート結果

- (i) 「Processingでのプログラミング」について

表1にProcessingプログラムに関するアンケート結果を示す。肯定的回答が7割弱を占めた。肯定的回答を行った学生の理由を見てみると、

- ・自分で作ることが楽しい
- ・動かすのが楽しい

という回答が多かった。

否定的回答を行った学生の理由を見てみると、

- ・理解するのが難しい
- ・思い通りに作れない

という回答があった。

プログラミングへの興味関心を持たせるためには、理解でき、思い通りに自分で作り、動かすことができるようになるように配慮する必要があることがわかる。

- (ii) 「相互閲覧」について

表2に相互閲覧についてのアンケート結果を示すが、9割以上が肯定的回答をしている。

肯定的な意見には、

- ・他人の作品を見ることが楽しい
- ・よい刺激を得られる
- ・自分の知らないことを知ることができる
- ・アイデアを共有できる
- ・参考にして自分のプログラムに活かせる

という意見が多く見られた。

否定的な意見には、

- ・人に見られたくない
- ・出来のよくないものを見せたくない

などの意見があった。このような声に配慮していくことも意欲を持たせるためには必要になると思われる。

- (iii) 「相互評価」について

表3に相互評価に関するアンケート結果を示す。9割近くが肯定的回答をしている。

肯定的回答の理由としては、

- ・改善点が明確にわかるようになる
- ・客観的に意見がもらえる
- ・意見をもらえるとやる気がでる

という意見が多かった。

否定的回答の理由については、

- ・批判されるのが怖い
- ・適当なコメントがつくと役に立たない
- ・プログラミングの能力差があると有用なコメントがつかない
- ・人に意見する立場ではない

表 1 アンケート結果 1

(i)「Processing でのプログラミングは好きですか」	人数 [人]
1. すごく好き	17
2. 好き	106
3. 嫌い	40
4. すごく嫌い	13

表 2 アンケート結果 2

(ii)「お互いのプログラム及びその実行結果を閲覧し合うことをどう思いますか」	人数 [人]
1. とても良い	50
2. 良い	116
3. 良くない	10
4. とても良くない	0

表 3 アンケート結果 3

(iii)「プログラムおよび実行結果に対して相互にコメントし合うことをどう思いますか」	人数 [人]
1. とても良い	40
2. 良い	118
3. 良くない	17
4. とても良くない	1

などの意見が見られた。

相互評価の意義を説明し、その必要性を理解してもらう必要があると思われる。また、評価を行う際のガイドラインを設定する必要もあると考えられる。

4-3 アンケート結果の分析

プログラミング言語に Processing を採用し、課題を実施したことにより、7 割近い学生から肯定的な意見を得た。今後は、この肯定的な意見の割合を上昇させていく必要があるだろう。そのためには、面白いと思えるような課題設定や理解を助けるような環境構築が必要となる。また、相互閲覧および相互閲覧についても、少数意見である側の意見を参考にし、システムの改善を行う必要がある。

4-4 相互評価コメントの分析

今回、学生の提出した課題に対し、相互にコメントをつけさせる試みを行った。事前に指示したため、全体的に肯定的なコメントであった。各コメント項目について述べる。

(1)「実行結果の見た目について」

“綺麗”、“かっこいい” など直感的によく感じたことを述べるコメントが多かった。通常のプログラムの感想では得られないようなコメントが多く、本授業および本システムの特性が現れていると考えられる。

(2)「プログラムについての良い点」

未学習の要素について指摘が多く見られた。また

プログラムのシンプルさに対する指摘も多く見られた。このコメントから学生の理解を測ることもできると考えられる。

(3)「プログラムを理解できたかについて」

“理解できた”というコメントでほとんど占められていた。課題という形でコメント付けを行ったので、理解できなかった、ここが難しかったというコメントをするのが困難であったのではないかと考えている。また、ほぼ一意になってしまう設問自体に問題があったと考えられる。

(4)「自分に活かせる点について」

〇〇をしてみたい、××を活用したいという意欲的なコメントが多くあり、学生の意欲を確認することができた。

(5)「相手へのアドバイスについて」

任意回答だったため、無回答が過半数を占めた。回答があった内では、見た目や動作に対するアイデアの助言コメントが多く見られた。数は少なかったが、プログラムに対して具体的にコードを改良したほうが良いと指摘するような評価コメントもあった。

5. 考 察

すべての課題において相互閲覧および相互コメントを行わせることを想定していたが、アンケート結果を踏まえると、相互閲覧させることで一部の学生のモチベーションを下げる可能性があることがわかった。そのため、相互評価の実施は、適切な課題、適切なタイミングで実施したほうがよいと考えられる。

相互評価の際に、コメントを行なう側の不備などでコメントがもらえない場合や期待に沿わないコメントが受けた場合にも、ネガティブな反応が見受けられた。この点については、コメントの仕方を適切に指導する、またシステム側で、コメントがなされているかどうかをチェックするなどの対策が必要であると考えられる。

6. ま と め

お互いのプログラムおよびその実行結果を相互閲覧および評価コメントをすることで、学生の意欲や工夫する姿勢に良い影響があったことが確認された。今後の課題として、動的かつ即時的にコメントをつけられるようにし、通年の授業を通してシステムを利用し、その効果を検討するという点があげられる。また、問題点[2]であるアルゴリズム的な考え方の習得の困難さに関しても、今後考慮していく予定である。

謝 辞

本アンケートにご協力いただいた本校学生に感謝する。また、本研究は平成 25 年度科学研究費助成事業奨励研究課題番号 25910025 および本校特別教育研究費から助成を受けて行われた。

参 考 文 献

- 1) 生田目康子：ピア・レビューをともなうグループ学習の評価：一斉型プログラミング授業への適用，日本教育工学会論文誌，45(9)，pp.2226-22235(2004.9)
- 2) 舟生日出男，加藤浩：工学系の学生を対象とした協調的調査活動のデザインと効力感の向上，日本教育工学会論文誌，33(3)：pp.309-319(2010.1)
- 3) 佐藤優介，堀内泰輔：プログラミング実習レポートの効率的な採点手法の検討，平成 24 年度全国高専教育フォーラム，pp.311-314(2012.8)
- 4) 佐藤優介，堀内泰輔，宮崎敬：Processing を利用した学生間相互閲覧システムの検討，平成 25 年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集，pp.297-298 (2013.8)
- 5) 淀優介，宮寄敬，堀内泰輔，田中則幸：Processing を利用した学生間相互閲覧評価システムの検討，日本教育工学会研究報告集 14(1)，pp.173-176(2014.3)