

# プログラミング学習の効率化を目的とした eポートフォリオシステムの提案

上杉 明日香 伊藤 恵

本学をはじめとして演習形式のプログラミング授業は一般的に普及している。しかし、プログラミング授業の中に学びや気づきを得るための振り返り、すなわちリフレクションを支援する仕組みが導入されているところは少なく、リフレクションは充分に行われていないと考えられる。本研究は、リフレクションを促進することによって入門段階におけるプログラミング学習の効率化をはかることを目的とする。リフレクションの促進には自己評価と相互評価が有効であることが明らかとなっている。そのため、この 2 つの要件を満たす機能を備えた eポートフォリオシステムの開発を目指す。本稿ではまず、本学でのプログラミング学習における学習成果物の振り返り状況について調査したため、その結果を元に提案するシステムについて論じる。

Programming exercises are widely diffused, including our university. However, we think students are not doing enough reflection because reflection support system is not introduced in programming exercises. In this research, we aim to improve programming learning environment at the introductory stage by promoting students' reflection. Self-assessment and mutual-assessment are effective to promote such reflection. Therefore, we intend to develop e-Portfolio system that has functions to support both-assessment. This paper describes the present findings of the reflection using learning works at our university and the proposed e-Portfolio system.

## 1 はじめに

課題を解き、ソースコードを提出する演習形式のプログラミング授業は本学をはじめとして一般的に普及している。そして、演習形式のプログラミング授業に対する支援システムの開発も盛んに行われている [1][2]。しかし、授業における学びや気づきを得るための振り返り、すなわちリフレクションを支援する仕組みが導入されているところは少ないため、プログラミング学習におけるリフレクションは充分に行われていないと考えられる。リフレクションとは、自分自身の考え方や行為に関して、意図的に内省し吟味するメタ認知的なプロセスの一種であり、学習にとって有効な手段である。そして、リフレクションは自分の学習プロセスを把握しながら自己評価と相互評価を

継続的に行うことで促されることがわかっている [3]。以上のことから、演習課題を解いた後のソースコードをはじめとした学習エビデンスを利用し、自己評価と相互評価の双方から振り返りを支援する機能を持つプログラミング学習特化の eポートフォリオシステムの開発を目指す。本稿ではこのシステムの開発に向けて「振り返りの現状」、「他者との比較に対する意識」を明らかにすることを目的に事前調査として Web 上でアンケート調査を行なった。

## 2 関連研究

プログラミング授業でのリフレクションに着目した研究として、知見らは失敗学に基づいてエラーから自分の失敗知識を蓄積し、リフレクションを促すシステムの開発を行っている [4]。これはプログラミング学習に対するリフレクションの促進という点では同じだが、アプローチ方法が異なる研究である。相互評価によって得られる学びに着目した研究として、植野らが eポートフォリオシステムの開発を行っている [5]。特

A Proposal of an e-Portfolio System for Supporting Reflection of Programming Learning.

Asuka Uesugi, 公立はこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科, School of Systems Information Science, Future University Hakodate..

定の他者の回答を閲覧するための検索機能だけでなく、自己評価を行う機能も備えている。これにより、自己評価と相互評価は促されている。この研究では学習エビデンスとしてレポートを主な対象としており、本研究で対象としているソースコードとは特色が異なるため、プログラミングの授業に特化したシステムが必要となる。

### 3 調査

システムの開発に向けて「振り返りの現状」、「他者との比較に対する意識」を明らかにすることを目的に事前調査として Web 上でアンケート調査を行なった。アンケートの対象者は公立はこだて未来大学システム情報科学部で情報処理演習 I の授業を受講している、もしくは受講したことのある 2 年生以上の学生である。情報処理演習 I は本学における演習形式の授業のひとつであり、入門段階の Java のプログラミング学習を対象としている。

#### 3.1 調査協力者

アンケートの回答者は学部生 17 名 (学生 A-Q) 及び同学科を卒業し、同大学院に所属している大学院生 6 名 (学生 R-W) の合計 23 名であった。

#### 3.2 調査方法

Web ページ上でアンケートを実施した。開発するシステムの機能が本学の学生に沿ったものとなるよう、アンケート項目は「振り返りの現状」、「他者との比較に対する意識」の 2 つを明らかにするものとした。学習エビデンスを見返す動機の種類については澤邊らの大学生の学習エビデンスの管理及び活用に関する一検討 [6] を参考に選択肢を決定した。使用したアンケートは付録 A に載せる。

#### 3.3 調査結果

##### 3.3.1 振り返りの現状

授業でプログラミングの課題を進める際、前回以前の授業資料、自ら作成したソースコード、参考にした Web ページを含むメモ (以降学習エビデンスと呼ぶ) を 96% の回答者が見返していた (図 1)。図 1 では授

業でプログラミングの課題を進める際、前回以前の学習エビデンスを見返すことはありましたかという質問に対し、1 を全くない、5 を毎回として選択してもらった。その結果、1 の全くないを 4%、2 を 17%、3 を 9%、4 を 31%、5 の毎回を 39% の回答者がそれぞれ選択していた。授業の単位取得後に学習エビデンスのいずれかを見返していたのは回答者の半数であった (図 2)。学習エビデンスを見返す理由としては、学習エビデンスのいずれも「個人的な復習のため」が主に挙げられていた。教員から配布された授業資料については、「応用となる授業での利用」も同程度に理由として挙げられた (図 3)。

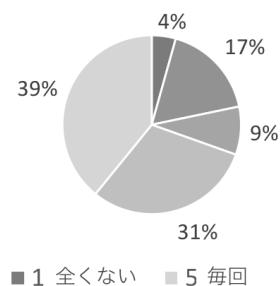


図 1 授業でプログラミングの課題を進める際、前回以前の学習エビデンスを見返すことはありますか

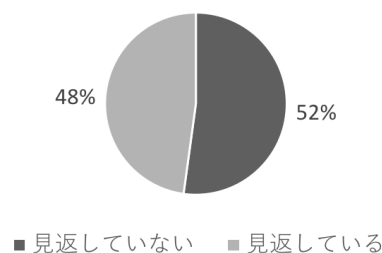


図 2 授業の単位取得後にいずれかの学習エビデンス見返しているか

業でプログラミングの課題を進める際には回答者の 96% が、単位取得後には回答者の半数が学習エビデンスのいずれかを見返していたが、過去の学習エビデンスをすぐに見返すことは回答者の 78% が困

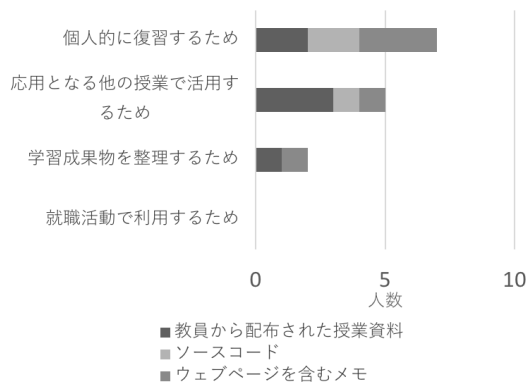


図3 単位取得後に学習エビデンスを見返す動機

難/やや困難であると感じていた(図4)。見返すのが困難な理由としては「学習エビデンスを探すのが手間である」もしくは「手元に残っていない」、「実行環境を再構築する必要がある」、「ソースコードにコメントを残していない」、「解説の困難さ」が挙げられた(図5)。つまり、過去の学習エビデンスを見返すためには学習エビデンスを探し、プログラムを実行するための環境を整える必要があり、現状では見返すための手間が大きい。その上、開いたソースコードが読みやすいものであるとは限らない。この問題をそれぞれ「学習エビデンスの管理が煩雑」、「実行環境の再構築が必要」、「ソースコードの可読性が低い」とする。見返すのは容易であると答えていた学生は「授業資料をまとめる」、「GitHub<sup>†1</sup>などのツールを利用している」、「ソースコードのコメント」といった見返すための工夫をしていた。

また、授業で得られた学びや気づき、授業内容が振り返りやすい状態であれば振り返りたいと答えた学生の割合は82%であった(図6)。この中には過去の学習エビデンスをすぐに見返すことは容易だと答えていた学生も含まれていた。回答者が授業を振り返る際に欲しいと考えているものとして、「授業資料」、「自分のソースコード」、「参考にしたサイト」などが挙げられた(表1)。ソースコードに関しては、87%の学生が少なからずソースコードにコメントを残して

<sup>†1</sup> GitHubはソフトウェア開発のプラットフォームである。 <https://github.com>

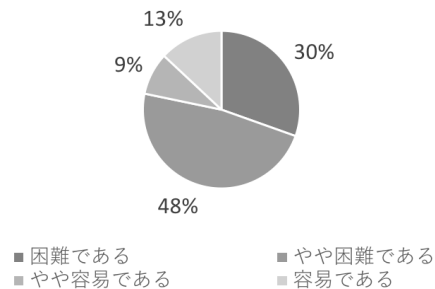


図4 学習エビデンスはすぐに見返せる状態であるか

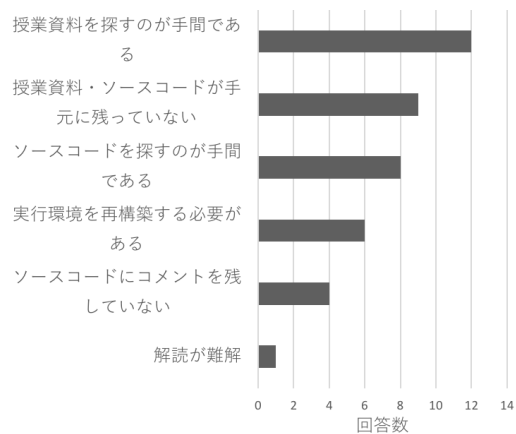


図5 困難であると答えた方、それはなぜですか

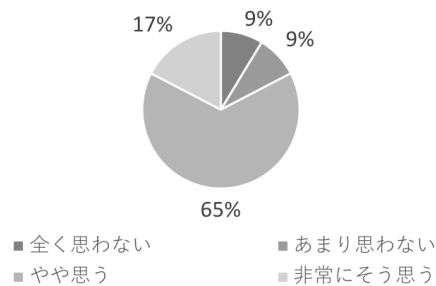


図6 授業で得られた学びや気づき、授業内容が振り返りやすい状態であれば、振り返りたいと思いますか

いと答えていた(図7)。図7ではプログラミング学習で、後から見返すためにソースコードにコメントをつけていますかという質問に対し、1を全くない、5を毎回として選択してもらった。その結果、1の全くないを13%、2を35%、3を17%、4を26%、5の毎

回を 9%の回答者が選択していた。

表 1 授業内容を振り返る時に欲しい情報はなんですか

情報媒体	回答数
授業資料	17
自分のソースコード	15
参考にしたサイト	13
気づき	6
あとで調べようと思っていたところ	5
参考書の情報	3
自分が書いたソースコードのコメント	1
発生したエラーとその対処法	1
参考にすべき情報が載った (わかりやすい) サイト	1

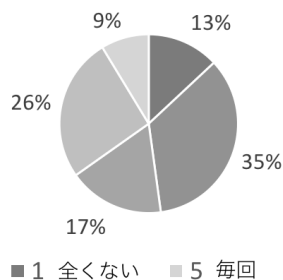


図 7 プログラミング学習で、後から見返すためにソースコードにコメントをつけていますか

### 3.3.2 他者との比較に対する意識

87%の回答者が課題提出後に他者の回答を見てみたいと答えており(図 8), その動機は自分のソースコードの改善をはじめとした学習に前向きなものであった(表 2). しかし, 現状では回答者の 69%が自分と他者の回答は比較し難い環境であると答えている(図 9). その理由として, 「他者の回答を見る機会がない」, 「自分のコードの書き方があまりきれいではないと思うから」, 「そもそもの環境がないのと, 他者の分のソースコードまで引っ張ってくるめんどくささがあるから」などが挙げられた. また, 回答者が想定する比較がしやすい環境として, 「ソースコードが探しやすい環境

であること」, 「自分に比べて優れた他者のコードがわかりやすい場所に置いてある」, 「Git<sup>†2</sup> みたいな差分とコメント」などが挙げられた.

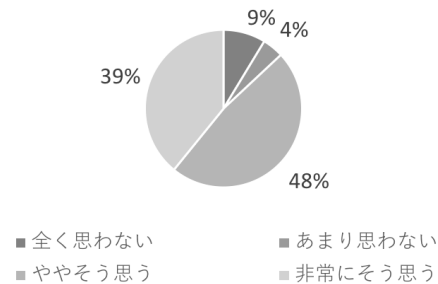


図 8 課題提出後に他者の回答を見てみたいと思いますか

表 2 他者の回答を見てみたい理由を教えてください

理由	回答数
自分のソースコードの改善	15
ただ気になるから	7
完成しないまま放置していたため	2
コードの改善にも関わりますが, 他の人の考え方を知ること, コーディングの知見を得られると思うから。	1
自分のコードの改善を行うため, より効率よく書いてるとかがちょっと見たい。参考にするし, 自分の方が実行速度が速いのを書いていたら嬉しかったし。	1
ほかの人がどんなコメントを書き込んでいるか知りたいから	1
他の回答方法が気になるから	1

†2 Git はオープンソースの分散バージョン管理システムである。 <https://git-scm.com/>

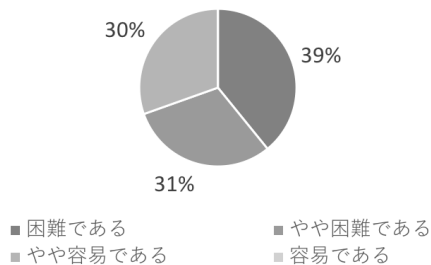


図 9 自分と他者の回答は比較しやすい環境ですか

#### 4 提案するシステム

入門段階のプログラミングの授業に沿ったシステムとなるよう、アンケート結果をもとにシステムを提案する。3.3.1 節の振り返りの現状から、学習エビデンスを見返すのが困難な理由として、「学習エビデンスの管理が煩雑」、「実行環境再構築が必要」、「ソースコードの可読性が低い」ことがわかった。そのため、見返すのが容易となるように Web ページ上で学習エビデンスを保存・閲覧できるようにする。この時保存する学習エビデンスは振り返りに必要な情報 (表 1) で列挙していたものとする。気づきや学びが振り返りやすい状態であれば振り返りをしたいと考えている回答者の割合は 82% であり (図 6)、また他者の回答を見てみたいと答えた回答者の割合は 87% であった (図 8)。回答者が他者の回答を見てみたい理由としては、自分のソースコードの改善をはじめとした学習に前向きなものが挙げられていた (表 2)。つまり、「自己評価・相互評価」の機能は、プログラミング学習におけるリフレクションの促進に有用であると考えられる。以上から、システムの機能として「自己評価機能」、「相互評価機能」、「タグ機能」を提案する。自己評価機能と相互評価機能はリフレクションを促すこと、タグ機能はリフレクションを効率化させることを目的としている。

##### 4.1 自己評価機能

自己評価の目的は自分のソースコードからリフレクションを行うことである。まず自分のソースコードに対する気づきや学びの内容をコメントしてもらうこと

で、自分のでき具合を把握してもらう。この時、授業内容を振り返る時に欲しい情報 (表 1) に挙げられていた自力でできなかった部分や後で調べようと思っていたところもコメントで残してもらうものとする。次に、ソースコードのコメントを通してどのくらい自力で解くことができたか、5 段階評価で自己採点してもらう。これにより、ソースコードから学び、気づきをてもらい、その上で自分の実力を把握してもらう。

##### 4.2 相互評価機能

相互評価の目的は他者との比較によってリフレクションを得ること、他者から評価を得ることによるモチベーション継続の 2 つである。そのため、他者のソースコードを閲覧する環境、ソースコードから得られた気づきや学びを残す機能を提案する。まず 3.3.2 節の他者との比較に対する意識から他者の回答を閲覧するのが困難な状態であることがわかったため、他者の回答を閲覧できるようにする。次に、他者のソースコードから得られた気づきや学びを自分のソースコード上にコメントとして残し、お互いに引用・被引用状況がわかるようにする。被引用情報がわかると優秀な生徒が特定できるだけでなく、被引用者のモチベーション継続にも繋がると考えられる。

##### 4.3 タグ付け機能

3.3.1 節の振り返りの現状から学習エビデンスを見返すのが困難な理由として、「コメントを残していない」、「解読が困難」という「ソースコードの可読性が低い」問題があることが判明した。そのため、自己評価、相互評価を通してソースコードにコメントを残すことを促すために、得られた学びや気づきをソースコードにコメントとして残すことで自動的にタグ付けをする機能を提案する。自動タグ生成によって学びや気づきの振り返りを容易にし、またソースコード解読を容易にする一助となることを想定している。

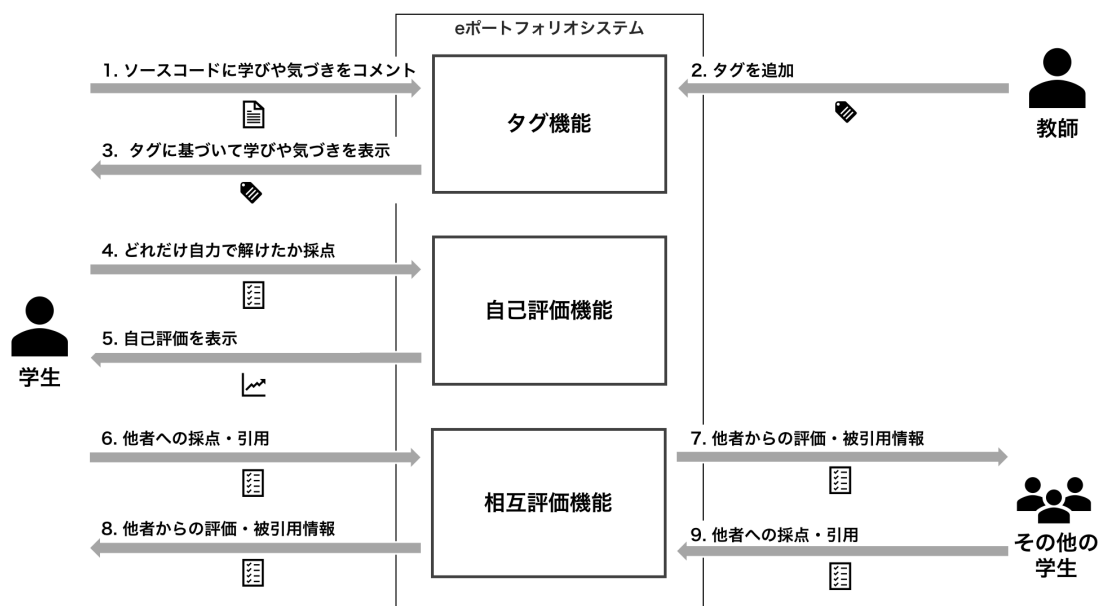


図 10 e ポートフォリオシステム利用の流れ

## 5 おわりに

本研究では入門段階のプログラミング学習においてリフレクションを促すために自己評価、相互評価の機能を備えたプログラミング学習特化のeポートフォリオの開発を目指している。そのため、本稿ではその開発に向けた事前調査の結果及び提案するシステムについて論じた。調査結果からはシステムの有用性、システムに組み込むべき情報がわかった。今回の調査で判明したことを元に、今後システムの実装・評価を行っていく。

## 参考文献

- [1] 土肥紳一と大井尚一, 「個別復習システムを備えたコンピュータ入門教育」, 工学教育, vol. 48, no. 4, pp. 28, 2000.
- [2] 下郡啓夫, 大場みち子と伊藤恵, 「問題解決能力育成のためのプログラム作成に向けた学習法の提案」, 科教研報, JSSE Res. Rep., vol. 29, no. 4, pp. 7376, 2014.
- [3] 森本康彦, 喜久川功と宮寺庸造, 「eポートフォリオ活用のための蓄積文法と支援システムの開発(教育システム開発論文, <特集>新時代の学習評価)」, 日本教育工学会論文誌, Japan Journal of Educational Technology, vol. 35, no. 3, pp. 227-236, 12月 2011.
- [4] 知見邦彦, 樋山淳雄と宮寺庸造, 「失敗知識を利用し

たプログラミング学習環境の構築」, 電子情報通信学会論文誌 D, vol. J88-D1, no. 1, pp. 66-75, 1月 2005.

- [5] 植野真臣と宇都雅輝, 「他者からの学びを誘発するeポートフォリオ (<特集>新時代の学習評価)」, 日本教育工学会論文誌, Japan Journal of Educational Technology, vol. 35, no. 3, pp. 169-182, 12月 2011.
- [6] 澤邊潤と後藤康志, 「大学生の学習エビデンスの管理及び活用に関する一検討」, 日本教育工学会論文誌, Japan Journal of Educational Technology, vol. 37, no. Suppl., pp. 105-108, 12月 2013.

## A 付録: アンケート項目

2018/7/29

課題を解く演習形式のプログラミング授業に対するアンケート

### 課題を解く演習形式のプログラミング授業に対するアンケート

課題を解く演習形式のプログラミング授業を対象に、学習エビデンス(演習資料、自ら作成したソースコード、参考にしたウェブページを含むメモ)に対する振り返り活動・比較に対する意識について調査しております。

ここでは演習資料は教員から配布された資料、ソースコードは課題を解くために自ら作成したものを指します。

\*必須

#### 1. 学年 \*

1 つだけマークしてください。

- 学部2年生  
 学部3年生  
 学部4年生  
 大学院1年生  
 大学院2年生

#### 2. 所属コース \*

\_\_\_\_\_

#### 3. 学籍番号 \*

\_\_\_\_\_

#### 4. 氏名 \*

\_\_\_\_\_

#### 5. 情報処理演習Ⅰの授業でプログラミングの課題を解く際、どのくらい周りの人を頼っていましたか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
毎回人に頼っていた	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	毎回自力で解いていた

6. 授業でプログラミングの課題を進める際、前回以前の授業資料、自ら作成したソースコード、参考にしたウェブページを含むメモを見返すことはありますか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	毎回

## 授業の振り返りについて

7. 授業の単位修得後、授業で教員から配布された資料を見返すことはありましたか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	非常によくある

8. 2以上を選択した方、見返すきっかけは何でしたか(複数選択可)

当てはまるものをすべて選択してください。

- 学習成果物を整理するため
- 応用となる他の授業で活用するため
- 就職活動で利用するため
- 個人的に復習するため
- その他: \_\_\_\_\_

9. 授業の単位修得後、課題提出のために自ら作成したソースコードを見返すことはありましたか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	非常によくある

10. 2以上を選択した方、見返すきっかけは何でしたか(複数選択可)

当てはまるものをすべて選択してください。

- 学習成果物を整理するため
- 応用となる他の授業で活用するため
- 就職活動で利用するため
- 個人的に復習するため
- その他: \_\_\_\_\_

11. 授業の単位修得後、参考にしたウェブページを含むメモを見返すことはありましたか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	非常によくある



**12. 2以上を選択した方、見返すきっかけは何でしたか(複数選択可)**

当てはまるものをすべて選択してください。

- 学習成果物を整理するため
- 応用となる他の授業で活用するため
- 就職活動で利用するため
- 個人的に復習するため
- その他: \_\_\_\_\_

**13. 過去の授業資料、自ら作成したソースコード、参考にしたウェブページを含むメモはすぐに見返すことができる状態ですか\***

1つだけマークしてください。

- 困難である
- やや困難である
- やや容易である 質問 15 に進んでください。
- 容易である 質問 15 に進んでください。

**14. 困難であると答えた方、それはなぜですか(複数選択可)**

当てはまるものをすべて選択してください。

- 授業資料を探すのが手間である
- ソースコードを探すのが手間である
- 授業資料・ソースコードが手元に残っていない
- 実行環境を再構築する必要がある
- ソースコードにコメントを残していない
- その他: \_\_\_\_\_

質問 16 に進んでください。

**15. 容易であると答えた方、見返せるようにしている工夫はなんですか(複数選択可)**

当てはまるものをすべて選択してください。

- ソースコードのコメント
- GitHubなどのコード管理ツールを利用している
- 授業資料をまとめている
- ノート
- その他: \_\_\_\_\_

## 16. 授業内容を振り返る時に欲しい情報はなんですか(複数選択可) \*

当てはまるものをすべて選択してください。

- 授業資料
- 参考にしたサイト
- 参考書の情報
- 自分のソースコード
- 気づき
- あとで調べようと思っていたところ
- その他: \_\_\_\_\_

## 17. プログラミング学習で、後から見返すためにソースコードにコメントをつけていますか \*

1 つだけマークしてください。

	1	2	3	4	5	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	毎回

## 18. 授業で得られた学びや気づき、授業内容が振り返りやすい状態であれば、振り返りたいと思いますか \*

1 つだけマークしてください。

- 全く思わない
- あまり思わない
- やや思う
- 非常にそう思う

## 他者の提出物との比較について

課題を解く演習形式のプログラミング授業における学習エビデンス(ソースコード、ノート、演習資料)に対する振り返り活動・比較に対する意識について調査しております。

## 19. 課題提出後に他者の回答を見てみたいと思いますか \*

1 つだけマークしてください。

- 全く思わない *質問 21 に進んでください。*
- あまり思わない *質問 21 に進んでください。*
- ややそう思う
- 非常にそう思う

## 20. 他者の回答を見てみたい理由を教えてください(複数選択可)

当てはまるものをすべて選択してください。

- ただ気になるから
- 自分のコードの改善を行うため
- 完成しないまま放置していたため
- その他: \_\_\_\_\_

21. 自分と他者の回答は比較しやすい環境ですか \*

1 つだけマークしてください。

- 困難である
- やや困難である
- やや容易である 質問23 に進んでください。
- 容易である 質問23 に進んでください。

22. 困難だと思う理由を教えてください。

---

---

---

---

---

23. どのような環境であれば、他者との比較がしやすいと考えられますか

---

---

---

---

---