

可搬型端末を用いた大学のプログラミング教育

—スマートフォン用プログラミングアプリの試用—

Programming Education Using Mobile Devices in Higher Education

— Trial Use of Programming Apps for Smartphones in Classes —

岩崎 日出夫¹
Hideo Iwasaki²

要 旨

大学の教養のプログラミング教育において、可搬型端末（タブレット、スマートフォン）をデジタル教科書の閲覧用端末として用いている。学生の意識調査や成績データなどから可搬型端末の活用法として適当であると考えている。しかしながら、スマートフォンは以前に比べて“プログラミングの作成・実行が可能な環境”となってきた。そこでここでは、スマートフォンによるプログラミングをどのように授業に導入するかを検討することとし、2種類の授業を試行した。1つは一般教室の授業（PCの代わりにスマートフォンを用いる授業）、もう1つはPC教室の授業（宿題をスマートフォンで行う授業）である。本報告では、受講後の学生アンケートの結果等から、それぞれの授業の学生の反応、どちらの授業が適当かの判断などを提示している。

キーワード： 可搬型端末，スマートフォン，プログラミング教育，高等教育，授業実践
Keywords: Mobile Devices, Smartphones, Programming Education, Higher Education, Practice of Teaching

1. はじめに

可搬型端末³は魅力的な教育機器になり得ると考えられ、高等教育における活用事例がいはやく報告された〔伊藤ら 2011, 長谷川ら 2011〕。それらは組織的な取り組みであり、その後、幾つかの大学で同様の取り組みが行われたと思われるが、現在、それが一般的となっていない。可搬型端末が高コスト（機器の費用、管理の労力）⁴であること、効果的な使用方法が必ずしも明確でないこと〔出口ら 2016〕、教員に一定のICTスキルが要求されること、新しい機

¹ 東海大学札幌教養教育センター，005-8601 札幌市南区南沢 5 条 1 丁目 1-1 ; E-mail: hideo.iwasaki(at)tsc.u-tokai.ac.jp

² Liberal Arts Education Center, Sapporo Campus, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan; E-mail: hideo.iwasaki(at)tsc.u-tokai.ac.jp

³ 本稿ではタブレット端末またはスマートフォンを指す言葉とし、従来型のノートPCやその他のデバイスは含めないものとする。

⁴ 学生が全員、可搬型端末のBYOD(Bring Your Own Device, 私的デバイスの活用)に応じるならば、機器の管理からは解放され、費用もかから無い。そのため、スマートフォンのBYODはよく行われる。ただし、通信・記憶容量を節約したい学生は少なくない。そのため、Wi-Fi環境の整備は必須である。また、希望者へのタブレット端末の貸与が必要となるケースもある。したがって、設備・機器の費用を0にはできない。

器としての魅力が薄れてきたこと、などが普及しない理由であろう。一方、初等・中等教育では、諸外国において、デジタル教科書（可搬型端末等を閲覧用端末とする電子書籍の教科書）の活用が進む中〔教科書研究センター 2016〕、デジタル教科書を正式な検定教科書に位置付ける改正学校教育法が本年4月1日より施行される〔文部科学省 2018〕。Wi-Fi や端末などの施設整備、教員の指導力等に課題を残しているものの、国は推進の方向で動いており⁵、最終的には、デジタル教科書による学びが定着し、それが自然な学びとなった生徒が大学に入学してくるものと考えられる。CIEC（コンピュータ利用教育学会）におけるデジタル教科書の特集⁶は、高等教育において、デジタル教科書世代への準備を本格的に進めるべき時が来ていることを示唆している。

大学のプログラミング教育は、デジタル教科書世代の入学に加えて、もう1つの世代交代を迎える。プログラミング学習の小学校からの必修化⁷〔文部科学省 2017b, 2017c, 2017d〕によって、10年前後の期間プログラミング教育を受けた世代が入学してくる。我国の現役大学生は、現時点では、工業高校出身者や一部の例外的学生を除き、ほぼ全員がプログラミング初学者であり、能力格差の主要因は学習能力の差である。しかし、今後は学習能力の差に加えて、小中高の各校のプログラミング教育への取り組みの温度差も、入学者のプログラミング能力の格差として顕在化するであろう。能力別クラス編成が望ましいが、一般には教養のプログラミング教育のために、新たに教員を確保するのは困難である。したがって、次善の策として、現担当教員がICTを駆使して対応するよりない。デジタル教科書は、動画を埋め込むことができるなど、格差を是正する道具になり得る。この新しい学びのツールは、教員、学生の双方に期待されている〔出口ら 2016〕。

以上の背景から、筆者はこれまで、大学の教養のプログラミング教育（初学者向けの入門授業）においてデジタル教科書（完成度によってはデジタルハンドアウト）を使用する授業を行ってきた〔岩崎 2016, 2017a, 2017b〕。学生はPC教室のデスクトップPCと授業中のみ貸与されるタブレット端末（または個人所有のスマートフォン）の一人二台環境により受講する。デスクトップPCをプログラミングとLMS⁸の利用に用い、可搬型端末をデジタル教科書の閲覧用端末として用いる。受講者への意識調査から、デジタル教科書は、授業の満足度の向上に寄与しているものと判断される〔岩崎 2016〕。ただし、デジタル教科書を単純に導入するだけでは

⁵ 日本経済新聞は、「文部科学省は、新学習指導要領が実施される2020年度以降、デジタル教科書の本格導入を加速させたい意向である」と報じている〔日本経済新聞電子版 2018〕。また、文部科学省は、平成30年度以降、学習用コンピュータを3クラスに1クラス分程度確保する目標を定めている〔文部科学省 2017a〕。

⁶ 2016年12月発行のCIEC（コンピュータ利用教育学会）会誌「コンピュータ&エデュケーション」において、デジタル教科書を用いた授業の実践報告の特集が生まれ、高等教育における実践報告が3件（プログラミングではない情報系科目2件、英語1件）報告された〔CIEC, 2016〕。なお、CIECのデジタル教科書特集は2度目であり、前回、イタリア語教育の実践を含んだ高等教育用デジタル教科書に関する研究が発表されている〔Alberizzi Valerio, 2014〕

⁷ 2020年小学校にプログラミング学習が導入される。2021年学習指導要領の改訂に伴い、中学校の技術家庭の計測制御におけるプログラミング学習が強化される。同じく学習指導要領改訂により、2022年高等学校の情報科目はプログラミングとコンピュータサイエンスにシフトする。

⁸ Learning Management System：学習管理システムの略。講義資料などの教材の作成・提示、テスト・ドリルの作成・実施・採点、課題の作成・提示・受取・採点、評定表やその他の学習履歴の生成・蓄積・管理、アンケートの作成・実施・集計、メンバ（学生、教員、TA）間のコミュニケーションなどの機能を、Web上で総合的に提供するe-Learningの基盤となるシステム。

学生の学力向上には寄与しないため〔岩崎 2016〕, デジタル教科書にそのための, デジタルの特徴を活かした, コンテンツを実装するか, 可搬型端末の他の機能や LMS 等による補完〔岩崎 2017a〕が必要である。その対応がなされていれば, デジタル教科書は一定の教育効果を与え得る〔岩崎 2016, 2017a, 2017b〕。筆者はこれらの体験から, デジタル教科書閲覧用端末という使い方が一人二台環境における可搬型端末の最良の活用法であると考えてきた。

しかしながら, 前述のように, 可搬型端末は高コスト(機器の費用, 管理の労力)である。授業で用いるのであれば, コストに見合う, デジタル教科書の閲覧に限定しない, 多様な利活用, 高い教育効果が望まれる。そこで, デジタル教科書以外の利用法として, スマートフォンによるプログラミングの可能性を探ることとした。なぜ, このタイミングでの検討か, 理由は2つある。第1に, 近年の学生はPCの操作を苦手とするほど, スマートフォンにおける入力に慣れていることがあげられる。第2に, スマートフォンがプログラムの作成・実行環境として利用可能となってきた(そのようなスマートフォンアプリが充実してきた)ことがあげられる。もちろん, スマートフォンによって, あらゆるプログラムを開発できるわけではないが, 入門レベルの授業に用いるには十分である。その制約において, “いつでもどこでもプログラミングが行える”が実現可能となったと言える。以上から, スマートフォンによるプログラミングをどのように授業に導入するかを検討することとした。予備実験の段階ではあるが, 2種類の授業を試行した。1つは一般教室の授業(PCの代わりにスマートフォンを用いる授業), もう1つはPC教室の授業(宿題をスマートフォンで行う授業)である。前者は初等・中等教育と同様の方向性である。もはやコンピュータは情報教育だけでなく, 全科目において利用されるべき道具であり, そのためには可搬型端末が都合がよい。後者は, プログラミングへの基本姿勢への対応である。プログラミングとは, 要求仕様を満たすまでプログラムの修正を繰り返す行為である。授業においては, 復習(授業中にできなかったプログラムを最後まで完成させること)が重要である〔武内ら 2004〕。スマートフォンによるプログラミングが可能であれば, 隙間時間にプログラミングを行うことができるなど, 望ましい復習実行環境を授業に導入できる。本報告は, これら2つの試行授業の実践報告である。受講後の学生アンケートの結果等から, それらの授業に対する学生の反応を提示し, どちらの授業が適当かを判断している。なお, 本報告は, 学会発表〔岩崎 2018a, 2018b, 2019〕における予稿論文の内容に, 質疑応答の結果等を付加して, 本誌用にまとめたものであることをお断りしておく。

2. 実験授業の内容

以下では, 一般教室においてPCの代わりにスマートフォンを用いる授業を「一般教室の授業」, PC教室において授業中はPCを用い, 宿題をスマートフォンで行う授業を「PC教室の授業」と呼ぶ。ここでは, それらの授業の概略を述べる。

2.1 試行1: 一般教室の授業

2018年度春学期, 新入生向け必修科目「自然科学」(2単位)の一部(全14回中の前半7回, 1回100分)の授業として, プログラミングの基礎に関する以下の内容の講義を, 一般教室を用いて行った。

第1回: ガイダンス

- 第2回：プログラムとは
- 第3回：順次構造
- 第4回：変数と演算
- 第5回：反復構造
- 第6回：分岐構造
- 第7回：総合演習

受講者は生物学部海洋生物科学科1年生72名と国際文化学部の2年生以上10名である。自然科学を学ぶための、また、プログラミング実習科目を受講するための事前学習という位置付けである。授業はプログラミング言語「Processing⁹」のプログラムの例示による上述の内容の講義（より詳細には、データ型、変数、演算、制御文などの文法と簡単なレベルのアルゴリズム・プログラムの作成などの内容）であり、学生のノートテイキングを重視した授業である。スマートフォンによるプログラミングの課題は講義内容の理解を深めるためのものとして、授業中に行われた（宿題は準備不足のため実施できなかった）。スマートフォンのプログラミングアプリについては、OS毎に異なるアプリを使用した（iOSはProcessing for iOS, AndroidはADPE-Android Processing IDE）。課題の提出については、授業支援システム¹⁰の（長文記述タイプの）課題機能を用いて、スマートフォン上で作成したソースコードを、記述欄にコピー&ペーストしてもらった。iOS, Android以外のユーザおよび提出までの一連の操作がうまくできなかった学生には予め諸設定を行ったタブレット端末（iPad mini）を貸し出した（授業中のみ）。

2.2 試行2：PC教室の授業

試行1終了後、春学期後半7回において、PC教室を使った同じ内容の授業を行った。ただし、受講者は別のグループであり、生物学部生物学科1年生73名と同学科2年生以上6名である。また、学生の活動はワークシート¹¹への記入が中心である。これは、試行1におけるノートテイキングが大変不評であったため、変更せざるを得なかったためである。スマートフォンは、宿題においてのみ使用させ、授業中はPC版Processingを使用して課題を行わせた。スマートフォンのプログラミングアプリについては、iOSユーザは試行1と同じく、Processing for iOS, Androidユーザは、ADPE-Android Processing IDEが不評であったため、Generate Processing Editionを使用させた。課題の提出については、授業中は筆者管理のMoodle¹² LMSを使用し、その課題（ファイル提出）機能を使ってファイルを提出させ、宿題は施行1の方法、すなわち、

⁹ Processing はデジタルアート、ビジュアルデザイン等のためのプログラミング言語である。簡単な命令の組合せだけで、図形描画、アニメーションのプログラムを作ることができるので、プログラミング初学者であっても、手応えを得やすく、楽しめるプログラミング言語である。

¹⁰ 授業支援システムは、本学が採用しているLMSの呼称である。

¹¹ ここでは、キーワードを穴埋め（空欄）にした講義資料のプリントをワークシートと呼ぶこととする。ワークシートは毎回学生に配布され、学生は講義中にキーワードを記述し、授業終了時に提出した。

¹² 世界的に利用者の広がりを見せるオープンソースソフトウェアのLMS。公式Webサイトは<http://moodle.org/>である。日本ムードル協会が設立されるなど、我国でも高等教育機関を中心に利用されている高機能LMSである。

授業支援システムの(長文記述タイプの)課題機能を用い、記述欄にコピー&ペーストさせた。なお、宿題には必ずスマートフォンを使用するように指示した。ただし、どうしてもスマートフォンがうまくいかない場合は、学校のPCを使ってもよいとした。

両試行授業の共通点と相違点を表 2.1 にまとめておく。

表 2.1 実験授業 1 と 2 の共通点と相違点 (青文字で記載)

		一般教室の授業	PC 教室の授業
主たる受講学生 (1 年生)		生物学部 海洋生物科学科	生物学部 生物学科
開講期		春学期 前半 7 回	春学期 後半 7 回
学習内容		必修科目 2 単位「自然科学」の半分の回数を間借りしての「 プログラミングの基礎 」(データ型, 変数, 演算, 制御文などの文法と簡単なレベルのアルゴリズム・プログラムの作成)	
位置付け		本格的なプログラミング実習科目を受講するための事前学習。その後, 自然科学系科目におけるプログラミングの利用を目指す	
教授活動		プログラムを例示した講義	
学習活動	主活動	ノートテイキング	ワークシート
	授業中の課題	スマートフォンによるプログラミング	PC によるプログラミング
	ホームワーク	なし	スマートフォンによるプログラミング
使用言語 Processing	アプリ	iOS	Processing for iOS
		Android	ADPE- Android Processing IDE
プログラムの提出方法		授業支援システムの課題(長文記述)に ソースコードをコピー&ペーストして提出	授業中は LMS (Moodle) の課題(ファイル提出機能)に ソースファイルをアップロードして , ホームワークでは授業支援システムの課題(長文記述)に ソースコードのコピー&ペーストして提出 。

3. アンケートの結果

3.1 試行 1 : 一般教室の授業 (PC の代わりにスマートフォンを用いる授業)

授業終了後, 無記名アンケート (7 件法¹³) として以下の質問を行った。

¹³ 選択肢について, 「とてもそう思う」を 3 点, 「わりにそう思う」を 2 点, 「あまりそう思わない」を 1 点, 「まったくそう思わない」を 0 点とし, それらのそれぞれの間, 2.5 点, 1.5 点, 0.5 点の選択肢を設け, アンケート回答者(受講学生)に数直線を示して, 数値を選択させた。

【質問 1】 スマホ・タブレットを使ったプログラミングの授業は楽しかったですか。

【質問 2】 スマホ・タブレットを使ったプログラミングは授業内容の理解の助けとなりましたか。

【質問 3】 この授業を総合的に評価して、満足しましたか。

質問 1～3 に対する肯定群，中立群，否定群¹⁴の割合を，それぞれ，図 3.1～図 3.3 に示す。回答者は 74 人であり，そのうち 6 名は 2 年生（文系学生），残りは 1 年生（理系学生）である。タブレット利用者は 26 人（35%）である。楽しさ（質問 1）については 62%が肯定群である。授業理解の助け（質問 2）については，57%が肯定群，授業の満足度（質問 3）は 54%が肯定群である。肯定群と中立群を合わせると，それぞれ，76%（質問 1），84%（質問 2），72%（質問 3）である。

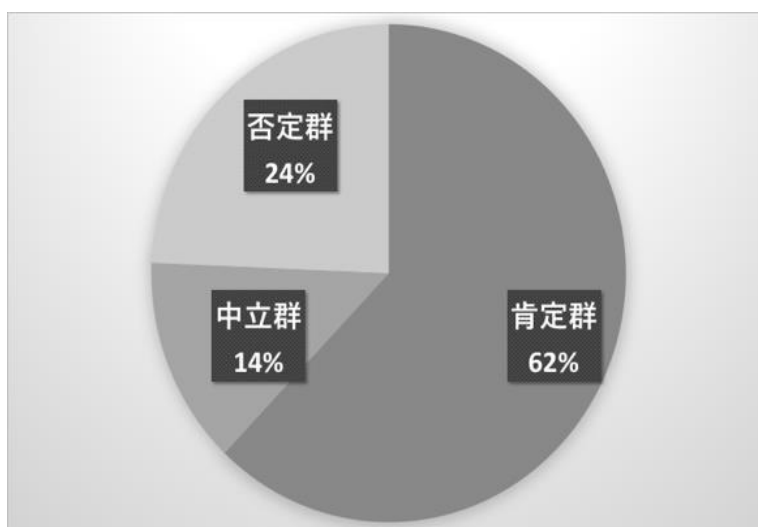


図 3.1 試行 1 における質問 1 への回答

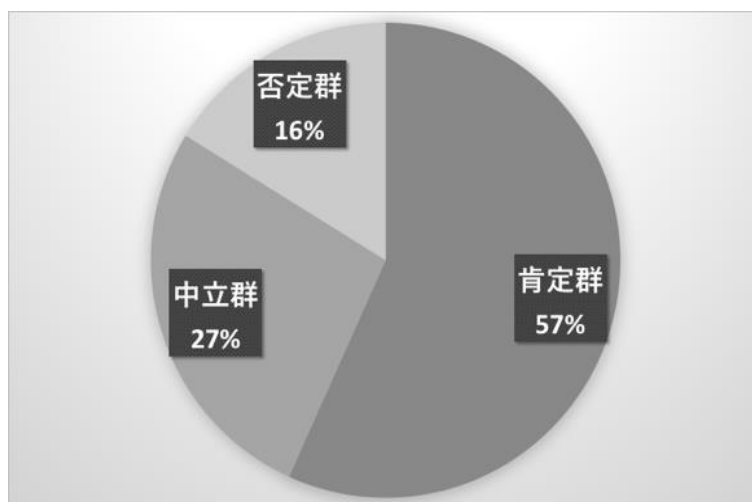


図 3.2 試行 1 における質問 2 への回答

¹⁴ ここでは，1.5 より大きい数値の選択者を肯定群，1.5 の選択者を中立群，1.5 より小さい数値の選択者を否定群と呼ぶ。

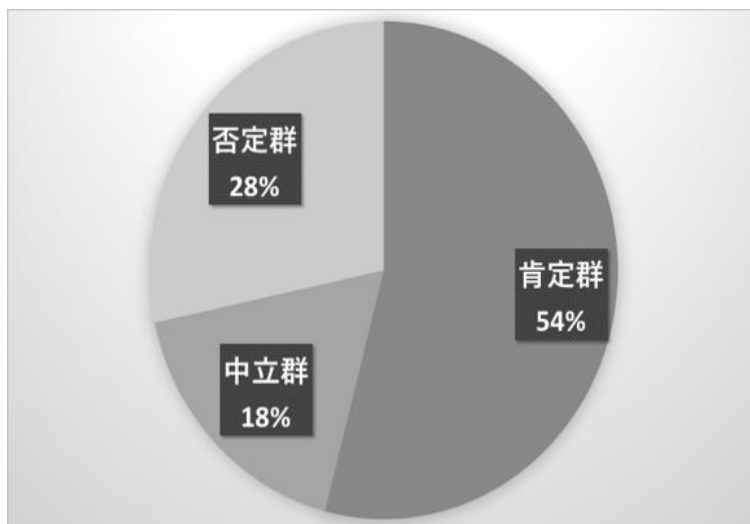


図 3.3 試行 1 における質問 3 への回答

また、それぞれの質問に対する 5 件法¹⁵の平均値と標準偏差を表 3.1 に示す。楽しさ（質問 1）については平均値 3.43，標準偏差 1.09，授業理解の助け（質問 2）については，平均値 3.49，標準偏差 1.04，授業の満足度（質問 3）は平均値 3.31，標準偏差 1.15 である。

表 3.1 試行 1 の各質問における平均値と標準偏差

質問	サンプルサイズ	平均値	標準偏差
1	74	3.43	1.09
2	74	3.49	1.04
3	74	3.31	1.15

3.2 試行 2：宿題にスマートフォンを用いる授業

授業終了後，質問 1～質問 3 と同様の質問（タブレット端末は使わないので除かれている）を無記名アンケート（5 件法¹⁶）として行った。結果を図 3.4～図 3.6 に示す。回答者は 69 人で，そのうち 4 名は 2 年生以上（生物学科学生），残りは 1 年生（同じく生物学科学生）である。楽しさ（質問 1）については，肯定群は 39% である。試行 1 の場合の肯定群 62% よりも大きく後退している。授業の理解の助け（質問 2）については，試行 1 とほぼ同様の結果である（図 2，図 5）。両質問に関して，肯定群と中立群を合わせると，それぞれ，71%（質問 1），83%（質問 2）である。授業の満足度（質問 3）については，試行 1 に比べ，否定群，中立群が減少し，

¹⁵ 実験 2 との比較のため，5 件法に変換して議論する。変換方法は，0 点を 1 点，0.5 点と 1 点を 2 点，1.5 点を 3 点，2.0 点と 2.5 点を 4 点，3 点を 5 点とする。以下，この変換による点数と実際に 5 件法で調査を行なった場合の点数との差が小さいものと仮定して議論を進める。変換後は，5 点，4 点の選択者を肯定群，3 点の選択者を中立群，2 点，1 点の選択者を否定群と呼ぶこととする。

¹⁶ 選択肢を「そう思う」を 5，「ややそう思う」を 4，「どちらとも言えない」を 3，「あまりそう思わない」を 2，「そう思わない」を 1 と提示して，アンケート回答者（受講学生）に数値で回答させたものである。試行 1 と同様に，以下では，5，4 の選択者を肯定群，3 の選択者を中立群，2，1 の選択者を否定群と呼ぶこととする。

肯定群が増えている (68%)。肯定群と中立群を合わせると 90%である。また、それぞれの質問に対する (5 件法による) 平均値と標準偏差を表 3.2 に示す。楽しさ (質問 1) については平均値 3.19, 標準偏差 1.13, 授業理解の助け (質問 2) については, 平均値 3.55, 標準偏差 1.17, 授業の満足度 (質問 3) は平均値 3.87, 標準偏差 1.08 である。

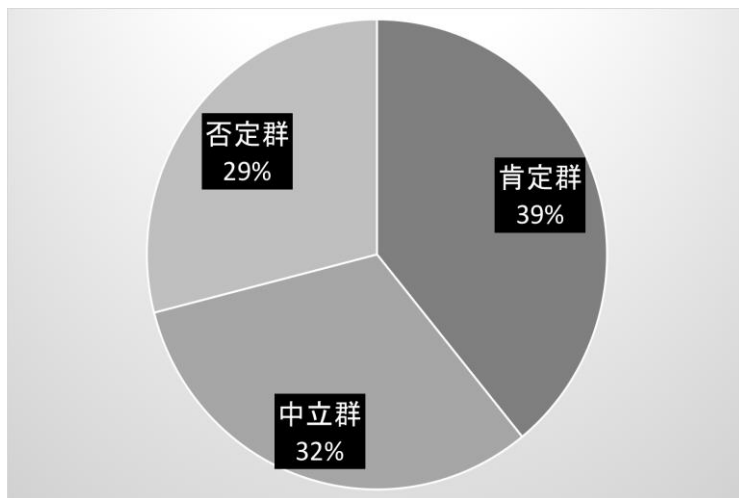


図 3.4 試行 2 における質問 1 への回答

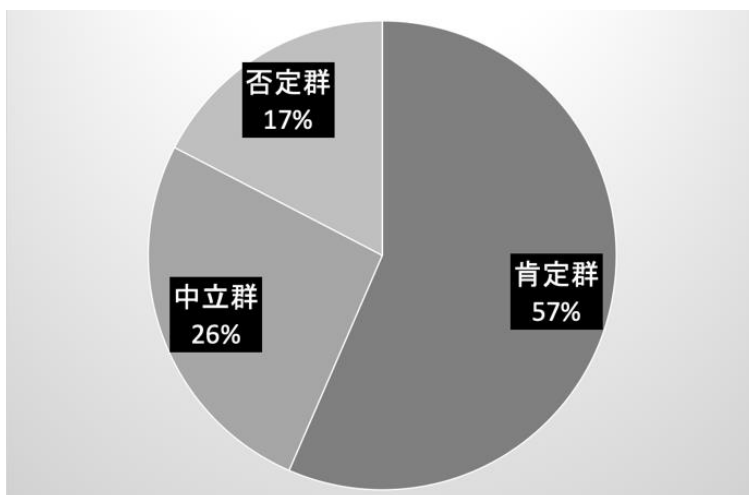


図 3.5 試行 2 における質問 2 への回答

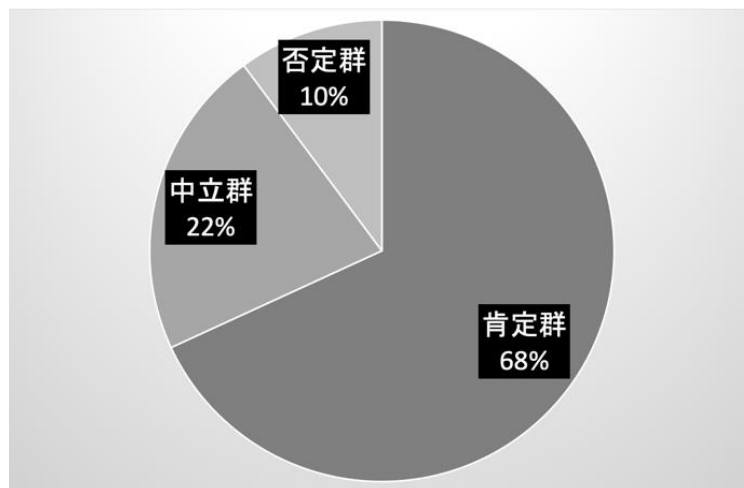


図 3.6 試行 2 における質問 3 への回答

表 3.2 実験 2 の各質問における平均値と標準偏差

質問	サンプルサイズ	平均値	標準偏差
1	69	3.19	1.13
2	69	3.55	1.17
3	69	3.87	1.08

4. 考察

一般教室の授業や PC 教室の授業に、スマートフォンによるプログラミングを導入することへの一定の理解が得られた(両授業、各設問において、肯定・中立群が 70%~90%であった)。

質問 1「スマートフォンによるプログラミングを楽しく感じたか」については PC 教室の授業の肯定群が大幅に少ない。PC 教室の授業 39%に対して、一般教室の授業 62%である。しかし、5 件法における平均値は、一般教室の授業 3.43 点、PC 教室の授業 3.19 点であり、有意差はない¹⁷。なお、PC 教室の授業において、否定群・中立群が増えた理由の 1 つは、スマートフォンによるプログラミングそのものの楽しさの評価とは関係なく、単に宿題であったためと推察される。

質問 2「スマートフォンによるプログラミングが授業内容を理解する助けとなったか」については、両授業の肯定、中立、否定の割合がほぼ同じであった。5 件法の平均値でも、一般教室の授業 3.49 点、PC 教室の授業 3.55 点であり、スマートフォンの使用場面が異なる両授業ではあるが、評価に有意差は認められない¹⁸。

質問 3「この授業を総合的に評価して満足したか」の設問に対しては、PC 教室の授業の肯定群の割合が大きい(一般教室 54%, PC 教室 68%)。5 件法の平均値でも、一般教室の授業は 3.31 点、PC 教室の授業は 3.87 点であり、評価に有意差がある¹⁹。また、授業内の課題の提出状況も、PC 教室の授業の方がよく、教室における観察でも学生に積極性が感じられた。結論として、本試行授業では、PC 教室の授業が評価され、教育効果も高かったものと判断される。ただし、一般教室の授業では Wi-Fi 等の環境、教授方法への不満(付録 1(1)の否定的コメント参照)が多数あり、改善されればその差は小さいと推察される。一方、PC、スマートフォンによるプログラミングの比較が可能であった PC 教室の授業の学生の中には、スマートフォンによるプログラミングを困難と捉える学生が意外と多い(コメントの約 3 分の 2:付録 1(2)参照)。たまたま多かった可能性もあるが、少数であっても存在することは間違いない。したがって、授業内外においてデバイスの個人選択が可能な PC 教室の授業が適当と判断される。

5. まとめ

高等教育における可搬型端末の有効利用方法を探る試みの中で、スマートフォンによるプロ

¹⁷ t 検定 ($F(141) = 0.001, p > 0.05$ であり等分散を仮定) [竹原 2016] の結果, $t(141) = 1.32, n.s.$ (no significant) である。一般教室群と PC 教室群の平均値に違いがあるとは言えない。なお、計算は統計解析ソフト SPSS を用いて行なった [竹原 2016]。

¹⁸ t 検定 ($F(141) = 1.35, p > 0.05$ であり等分散を仮定) の結果, $t(141) = 0.35, n.s.$ である。一般教室群と PC 教室群の平均値に違いがあるとは言えない。計算は統計解析ソフト SPSS を用いて行なった。

¹⁹ t 検定 ($F(141) = 1.35, p > 0.05$ であり等分散を仮定) の結果, $t(141) = 2.99, p = 0.003 < 0.05$ である。PC 教室群の平均値は、一般教室群の平均値よりも高い。計算は統計解析ソフト SPSS を用いて行なった。

グラミングを取り入れたプログラミングの授業を試行した。その結果、一般教室の授業や PC 教室の授業に、スマートフォンによるプログラミングを導入することへの一定の理解が得られ、いくつかの問題点が明らかとなった。特に、次の2点は、この試行を継続する上で重要な知見である。

- (1) スマートフォンの利用場面の違いによらず、学生の6割弱が「スマートフォンによるプログラミング」は授業内容の理解に役立つと認識している。役立っていないと考える学生は2割弱である (図 3.2, 3.5)。
- (2) スマートフォンによるプログラミングを困難と捉える学生が存在する (付録 1(2)) ので、授業内外においてデバイスの個人選択が可能な PC 教室の授業が適当である。

なお、(1)は学生の認識に過ぎない。試行の継続は許容されるとしても、本格運用のためには、「スマートフォンによるプログラミングが理解度(成績)を向上させ得るか」についての検討が必要である。これについての報告は、別の機会に譲る。

参考文献

- Alberizzi Valerio(2014),「大学教育におけるデジタル教科書の意義と可能性ー外国語教育を中心にー」,『コンピュータ&エデュケーション』**36**, 11-13
- CIEC(コンピュータ利用教育学会)(2016),「特集 デジタル教科書時代に向けての実践研究」,『コンピュータ&エデュケーション』**41**, 12-39
- 出口大輔, 山里敬也, 大平茂輝, 戸田智基, 中島英博, 重田勝介, 岡田義広, 山地一禎(2016),「高等教育におけるデジタル教科書の利活用についてのアンケート調査」,『大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会』, TP14, <https://reg.axes.jp/pdf2016/TP14.pdf> (2019.1.31 閲覧)
- 長谷川 旭・長谷川 聡・本田 一彦・山住 富也・佐原 理 (2011),「大学教育でのタブレット端末の利用とその効果」,『コンピュータ&エデュケーション』**31**, 70-73
- 伊藤 一成 (2011),「大学におけるスマートフォンの活用事例」,『情報処理』**52**, 8, 1026-1029
- 岩崎日出夫 (2016),「デジタル教科書を用いた授業に関する一報告」,『東海大学高等教育研究(北海道キャンパス)』**15**, 51-59
- 岩崎日出夫 (2017a),「デジタル教科書を用いた授業に関する検討」,『東海大学高等教育研究(北海道キャンパス)』**16**, 23-34
- 岩崎日出夫 (2017b),「プログラミングの授業のための動画教材と写経型学習ーデジタル教科書を用いた授業に関する検討(2)ー」,『東海大学高等教育研究(北海道キャンパス)』**17**, 24-45
- 岩崎日出夫 (2018a),「スマートデバイスと LMS を用いた大学の授業の検討ー初学者向けプログラミング教育における実践ー」,『日本教育工学会第 34 回全国大会講演論文集』, 87-88
- 岩崎日出夫 (2018b),「スマートフォンを用いたプログラミング教育の検討」,『大学 ICT 推進協議会 2018 年度年次大会』, MP-41
- 岩崎日出夫 (2019),「可搬型端末を用いた大学のプログラミング教育の検討ースマートフォンによるプログラミングの導入ー」,『情報コミュニケーション学会第 16 回全国大会発表論文

集』, 118-121

公益財団法人教科書研究センター(2016), 文部科学省「デジタル教科書」の位置付けに関する検討会議への提出資料「諸外国におけるデジタル教科書・教材の活用について~平成 26~28 年度科研研究現地調査から~」, ,

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/110/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2016/11/07/1378984_7.pdf (2019 年 1 月 31 日確認)

文部科学省(2017a), 「平成 30 年度以降の学校における ICT 環境の整備方針について」,

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/12/26/1399908_01_3.pdf (2019 年 1 月 31 日確認)

文部科学省(2017b), 小学校学習指導要領, p.22,

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/09/05/1384661_4_3_2.pdf (2019 年 1 月 31 日確認)

文部科学省(2017c), 中学校学習指導要領, p.134,

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf (2019 年 1 月 31 日確認)

文部科学省(2017d), 高等学校学習指導要領, pp.256-257,

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf (2019 年 1 月 31 日確認)

文部科学省(2018), 「学校教育法等の一部を改正する法律の公布について(通知)」, ,

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/seido/1407716.htm (2019 年 1 月 31 日確認)

日本経済新聞電子版(2018), 「デジタル教科書を認定 改正学校教育法が成立」, 日本経済新聞社電子版 2018.5.25, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO30635350X10C18A5CR8000/> (2019 年 1 月 31 日確認)

武内亮・佐藤匡正(2004), 「プログラミング教育における合理的評価法」, 『情報処理学会研究報告情報学基礎 (FI)』, **93(2004-FI-076)**, 153-159

竹原卓真(2016), 『増補改訂 SPSS のススメ 1 2 要因の分散分析をすべてカバー』, 北大路書房, 京都, 90-94

付録1 学生のコメント

質問1~3と合わせて(したがって本年度春学期に), 可搬型端末によるプログラミングをどう思うかコメントを求めた。以下に, 実験授業毎に, 肯定的コメント, 否定的コメントに分けて記載する。なお, ●は発言者を識別するための記号である。また, 一人の人物が肯定的コメントと否定的コメントの両方を行なっている場合もあるので, ●によって区切られたコメントの数と発言者の人数は同一ではない。

(1) 一般教室授業の学生のコメント

【肯定的コメント】

自分が入力したプログラムが実際に表示されるので, 正しいとすぐわかった●タブレット・iPhone等を使うのは便利でした●使いやすかった●iPadの貸し出しがあり助かりました●高校では学ばない内容で難しそうだと思っていたが楽しく学習できてよかった●座学で勉強したことをスマホで実践できたので, 理解の助けになってよかった●アンドロイドでもできるように対策はされていてよかった●iPhoneはやりやすかったです●ネットを使つての提出は便利だった●自分の書いたものがあるか確認できるのでよかった●達成感を得られた●いいと思う●提出が楽だった●実際にやることで理解しやすかった●スマホを使うことで実践でき, とてもわかりやすくすんなりと頭に入った●実際にできるのでわかりやすかった●いいと思います●スマホは使い慣れているので, やりやすかった。紙に書くより楽●実際にプログラミングを経験することで理解を深めることができた●先に例題を解説してからの課題だったため非常に操作がしやすくよかった●実際にループや演算をやるので, ノートに書くだけで分からなかった所がわかるようになるのでいいと思います●提出が楽でよかったです●以上22件(2件が授業関連のコメント, 20件が可搬型端末関係のコメント)

【否定的コメント】

少しだけ理解できました●タッチパネルなので少々誤入力があり, 少し難しかった●課題の提出時に少し提出の仕方が複雑(ファイル名など)だったので, Wi-Fi環境とともによくした方がいいと思いました●タブレットよりも手書きの方がよいと思った●文字表示する回の文章が長すぎる●Wi-Fiがショボズギ!! ●難しい●まず, Wi-Fiが悪すぎてつながらないので作業が進みません●少し難しすぎて理解できませんでした●iOSのアップデートをしてください●難しかった●借りたiPadの反応が遅く, ログインできなかったので, 改善してほしいと思った●Wi-Fiよくして欲しい●Wi-Fiがゴミ回線すぎて課題提出できなかったので, 4G回線で行なったため親に通信量使いすぎと言われた●使い方が難しかった●難しい●文字を打つのが遅いので大変だった●少し分かり難かった●Androidの解説がもう少し必要だと思う●Androidユーザには借りたiPadの使い方がよく分からず困惑した●難しいと感じました●Wi-Fiが遅いです●ノートを書かせるのをやめて, スマホ・タブレットでノートの内容を見れるようにしてほしいと思いました●Wi-Fiにうまくつなげられず容量を食ってしまった●正しいパスワードを入力しても返された●Androidに優しくしてください●Android OSの動作確認してほしい●アンドロイド版だと, 一度ダウンロードしないと結果が分からない●画面が小さいと打ち込みづらいと感じました。できればPCの方でやればよかったなどは思いました●タッチパネル

なので少々誤入力があり、少し難しかった●課題の提出時に少し提出の仕方が複雑（ファイル名など）だったので、Wi-Fi 環境とともによくした方がいいと思いました●以上 31 件（5 件が可搬型端末関連のコメント、26 件が環境・教授法への不満他のコメント）

(2) PC 教室授業の学生のコメント

【肯定的コメント】

大変だったけど、良い経験になったと思う●良いとおもう●スマートフォンでも簡単に精度の高いプログラミングができるということが分かった。今後も続けてほしいです。●楽しいです●将来のために役立つ知識をつけることができるので、宿題はあっても良いと思う。●パソコンを使って授業でやってることをスマホでもできることにより復習にもなるので授業でやったことが頭に残り安かったと思います●スマホプログラミング自体はいいと思う●手軽でやりやすい●良いと思います●手軽に行うことができた●楽しいので良いと思います●手軽だと思います●キーボードを叩くよりは携帯端末で入力したほうがお手軽で楽でした●PC だと苦手意識がある人でもスマホなどでやると空き時間ですぐできるので有用性は高いと思います●プログラムが身近にできてよいと思う●提出しやすくいいと思う●いいものだと思います●以上 17 件（16 件が可搬型端末関係のコメント、1 件が宿題に関するコメント）

【否定的コメント】

難しかった●携帯でやるのは難しいと感じました●パソコンと違ってスマートフォンでプログラミングするのは大変●iphone での操作は少しやりづらいものがありました●ちょっと難しいと思いました●スマホでは日本語が漢字変換できなかった●難しかったです。できないものの方が多かったです●手軽にできるといった面では非常にいいが PC と違い間違いを見つけるのが大変だった●宿題の解説などを行ってほしかったです●目が痛くなる●スマホ内の容量が増えたためうまく使うことができなかったからアプリを軽くしてほしい●授業のプリントが提出でなくなっているの、プログラムに使う用語とかを忘れたときに見返すのが面倒でやりにくかった。rect などの基本的に使用する言語の表があればやりやすかった●操作性という観点ではパソコンのほうが使いやすかった●自分が理解できた授業の宿題は楽しかったが、わからない日の宿題はつらかった●個人的にはキーボードを叩いてるほうがそれっぽくて好き●個人個人でセンスが違うためクラス分けをすればいいと思う●宿題やらなかった●以上 17 件（9 件が可搬型端末関係のコメント、残り 8 件が授業・宿題関係などその他のコメント）

(受付：2019 年 2 月 22 日，受理：2019 年 3 月 5 日)