

プログラミングの授業のための動画教材と写経型学習

—デジタル教科書を用いた授業に関する検討(2)—

Video Teaching Materials and Shakyo-Style Learning for Computer Programming Courses

—A Study on Teaching Using Digital Textbooks in Higher Education (2)—

岩崎 日出夫¹

Hideo Iwasaki²

要 旨

授業「WEB クリエイション入門」(授業内容: HTML・CSS 入門)において、例題に対する解法(操作手順)を記録した動画を作成し、iPad 上のデジタル教科書内に載せ、iPad を学生一人ひとりに配布して毎回の授業を行った。また、授業「プログラミング基礎」(授業内容: Java 言語によるプログラミング入門)において、写経型学習(サンプルプログラムを模倣して実行する学習法)用デジタルサブテキストを作成し、学習管理システム上に載せ、事前学習を課した。その結果、動画教材については、授業の理解度が増した、学習意欲が増した、必要であるなどの学生の反応があった。写経型学習(事前学習)については、数が多すぎてやる気が起こらない、写すだけでは意味がないなどの否定的な反応や改善の要求が肯定的な反応を上回った。どちらの試みも、授業の満足度と成績(定期試験の結果)に関して、実施しない場合との有意差は認められなかった。

キーワード: デジタル教科書, プログラミング教育, 高等教育, 動画教材, 写経型学習

Keywords: Digital Textbooks, Programming Education, Higher Education, Video Teaching Materials, Shakyo-Style Learning

1. はじめに

初等・中等教育では、紙教科書とデジタル教科書³を併用する方向(全面導入は断念)[文部科学省, 2016a]であるが、何れはデジタル教科書による学びが定着し、それが自然な学

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(a)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(a)tsc.u-tokai.ac.jp

³ デジタル教科書教材協議会(DiTT)による定義では、児童及び生徒の学習の用に供するための文字、図形、音声又は映像を組み合わせたものに係る情報を、電子計算機を介して提供するプログラムとしている[DiTT, 2012]。本稿では、単に電子書籍の体裁を有する教科書・ハン

びとなった学生が大学に入学してくる。高等教育も何れはデジタル教科書への対応を迫られることになる。デジタル教科書をどう作ればよいのか、授業において非デジタル要素 (ICT を使わない教育) をどう組み合わせればよいのか、大学生を対象とするデジタル教科書の制作と授業実践に関する具体的な知見を集積していく必要がある⁴。一方、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つの入学者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である⁵。今後の小中高の各校のプログラミング教育への取り組みの差が、入学者のプログラミング能力の格差として現れる。能力別クラス編成が望ましいが、新たな教員の確保が難しい場合がある。そのような場合には、次善の策として、ICT を用いるより他にはない。筆者は、これらの2つの世代交代への対応の一助となることを目指し、利用者である大学生の意見を取り入れながら、プログラミング教育用の LMS⁶ (Moodle⁷) のコースとデジタル教科書を作成し、それを用いた授業を実践し、その過程で得られた知見を報告してきた。特に〔岩崎, 2016〕では、2015年度、2016年度におけるプログラミング実習を伴う授業について、デジタル教科書の使用／不使用、Moodleの小テストの実施／不実施と授業の満足度(5点法)、定期試験(100点満点)の結果との関係を考察した。

本稿では、デジタル教科書内に例題の解法(操作手順)を記録した動画教材を載せた場合、写経型学習(サンプルプログラムを模倣して実行する学習法)⁸を事前学習として導入した場合について、2016年度以前の授業満足度と定期試験の結果から変化があったか、動画教材や写経型学習を受講者がどう捉えたかなどを報告する。なお、受講者への意識調査は、東海大学「人を対象とする研究」の承認を受けて実施した(承認番号17047)。

ドアウトをデジタル教科書と呼ぶ。したがって、大学生向けの自作教科書・ハンドアウトを含む。なお、PDFの教科書・ハンドアウトをデジタル教科書とは呼ばないこととする。

⁴ 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」Vol.41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。日本の高等教育における最新の実践研究集と思われる〔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, 2014〕。

⁵ 2016年4月、政府はプログラミング学習を必修化する方針を打ち出し〔日本経済新聞, 2016〕、これを受け、有識者による検討がなされた〔文部科学省, 2016b〕。

⁶ 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。本学では学習支援システムとして利用されている。

⁷ 世界的に利用者の広がりをみ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/>。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根強い人気がある高機能LMSである。学会誌による解説論文として〔喜多ら, 2008〕がある。また、国内に限っても、これまでに多数の教育利用実践報告論文が発表されている。例えば〔笹谷, 2005〕、〔船久保, 2008〕、〔岩崎ら, 2008〕など。また〔日本ムードル協会, 2013-2016〕にはMoodleに関する多方面の報告がある。

⁸ 岡本ら〔岡本ら, 2013〕が導入した言葉である。岡本らは写経型学習による初学者のつまずきを詳細に分析し、写経型学習用教材の開発と実践を行なっている〔喜多ら, 2016〕。本実践では、初学者のつまずきへの対応は考慮しておらず、サンプルプログラムを事前配布したのみである。

2. 授業とデジタル教科書

筆者の担当科目であるプログラミング実習を中心とした2つの講義科目、『WEB クリエイション入門』、『プログラミング基礎』（何れも週1回授業、全15回、2単位の選択科目）に対して、iBooks Author⁹を用いて、iBooks形式¹⁰のデジタル教科書を制作（自作）し、毎回の授業において、学生一人ひとりにそれぞれ一台iPadを貸与して、デジタル教科書を使用してもらった。実施期間は全体としては、2015年度春学期から2017年度春学期までであるが、本稿で考察の対象となる学期は、『WEB クリエイション入門』が2015年度春学期、秋学期、2016年度春学期、2017年度春学期の4つの学期、『プログラミング基礎』が2015年度秋学期、2016年度春学期、2017年度春学期の3つの学期である。受講者は国際文化学部と生物学部の学生であり、情報を専門とする学科の学生ではない。『WEB クリエイション入門』は、HTMLとCSSの基礎を学ぶ授業であり、『プログラミング基礎』はJava言語によるプログラミングの入門授業である。これらの科目の詳細については本学Webシラバス「授業内容・計画(シラバス)」¹¹において検索されたい。授業は文法等についての説明、例題（解法実演）、学生による課題取組みの3パートを終了時間まで繰り返す。デジタル教科書も基本的には、この流れに沿うように構成されている。図2.1(a)～(d)に、『WEB クリエイション入門』のデジタル教科書における解説、例題、課題の記述例を示す。



図 2.1 (a) 『WEB クリエイション入門』のデジタル教科書の記述例：解説前半

⁹ Apple 社が無料で提供する電子書籍作成ソフトウェア。MacOS (Mac 用 OS (基本ソフト)) のみ稼働する。ワープロソフト程度の操作で簡単に電子書籍が作成できる。

¹⁰ iBooks Author で作成できる電子書籍の2つの形式のうちの一つである。この形式の電子書籍は、iOS (iPad, iPhone などの OS), MacOS 上で動作する電子書籍閲覧アプリ iBooks 上でのみ閲覧できる。

¹¹ <http://www12.tsc.u-tokai.ac.jp> (2017.8.31 確認)。なお、『プログラミング基礎』は2016年度からの開講であるが、2015年度までの『プログラミング(JAVA)』と同一内容である。本稿では、『プログラミング基礎』という科目名で統一する。



図 2.1 (b) 『WEB クリエイション入門』のデジタル教科書の記述例：解説後半・例題前半



図 2.1 (c) 『WEB クリエイション入門』のデジタル教科書の記述例：例題後半

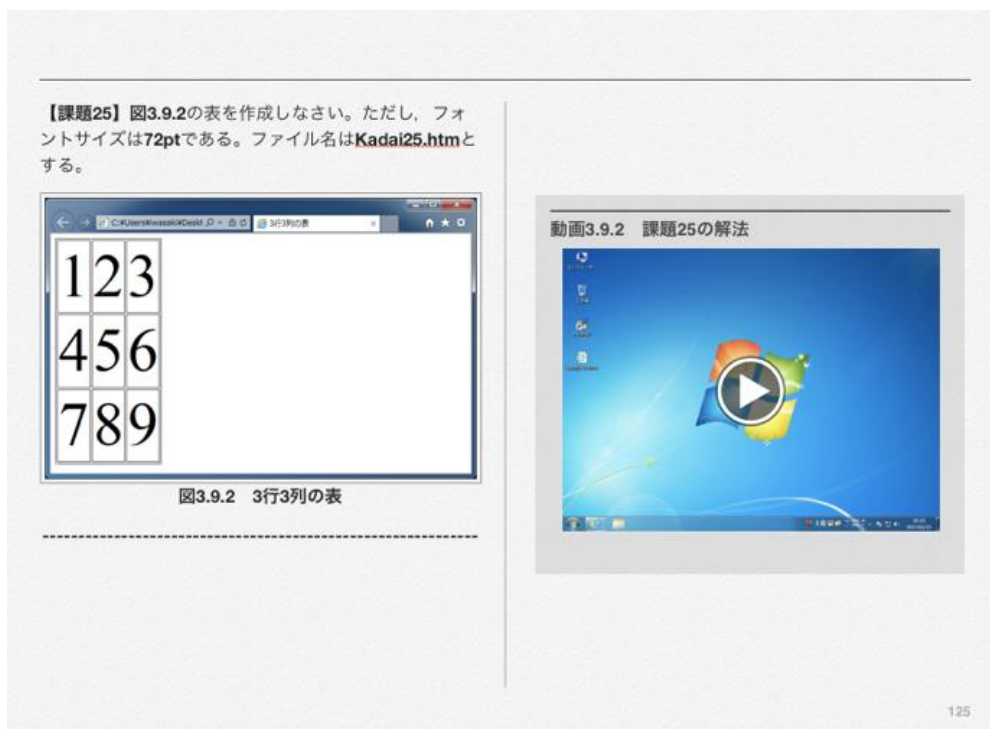


図 2.1 (d) 『WEB クリエイション入門』のデジタル教科書の記述例：課題

なお、図 2.1 に示すような解説，例題，課題が，授業を行うための基本の構成要素であるが，デジタル教科書には，自学用のコンテンツとして，iBooks Author の Widget¹²の練習問題機能を使った多肢選択問題も設置した。解説内容や例題の内容を確認するための即時採点の練習問題である。ただし，2016 年度までは，デジタル教科書は授業中の利用に限られておりそこでは練習問題を行う時間は設けていない。また，Moodle 上に載せた授業外学習用教科書は，PDF 版であったため，インタラクティブ・オブジェクトである練習問題は機能していない¹³。事実上，テキストと静止画像のみの非インタラクティブ・オブジェクトだけのデジタル教科書を使用したものと考えてよい。2017 年度春学期からは，授業時間外の学習用にデジタル教科書（iBooks 版，EPUB¹⁴版）も Moodle 上に載せたので，練習問題を利用可能な状況となった。練習問題の例を図 2.2 に示す。

¹² インタラクティブ・オブジェクトと呼ばれる双方向性を有する単機能プログラムである。GUI 部品を使った多肢選択問題はその代表例。iBooks Author には多肢選択問題（練習問題と称している）以外に 8 種類の Widget を電子書籍に埋め込むことができる。詳細は Apple の iBooks Author に関する Web ページを参照されたい (<http://www.apple.com/jp/ibooks-author/>) (2017.8.31 確認)

¹³ ただし，iTunes U（Apple 社が無料で教師に提供する授業用 Web サイト。Apple アカウントを持っている学生はこのサイトにアクセスできる）にデジタル教科書の iBooks 版を載せたので，一部の学生は練習問題を利用した可能性がある。

¹⁴ 電子書籍の標準規格。Android（Google 社が開発したスマートフォン，タブレット等の OS）搭載機器では Google Play ブックス（Google 社開発電子書籍閲覧アプリ）で閲覧できる。

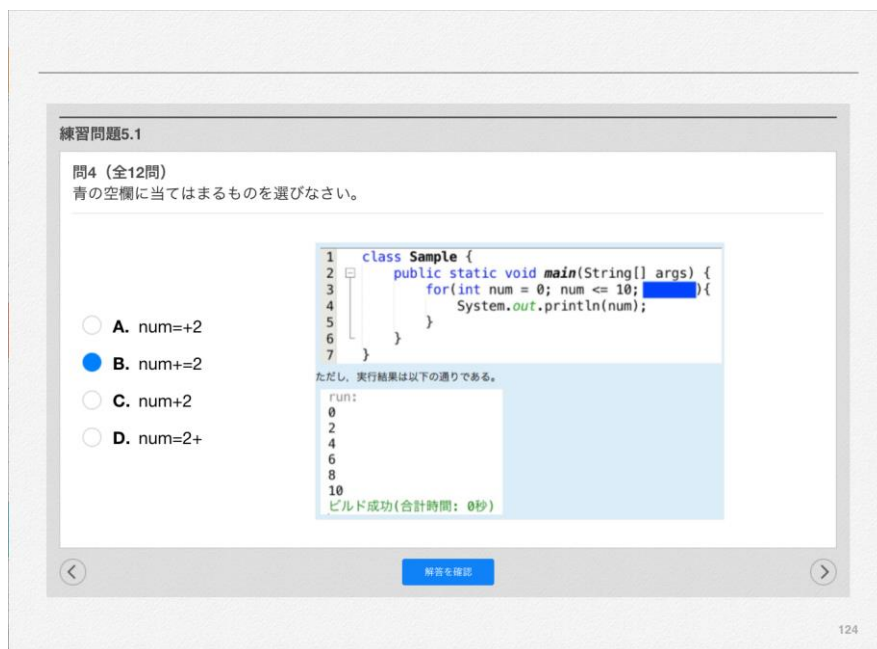


図 2.2 章末の練習問題 (インタラクティブ・オブジェクト)

『プログラミング基礎』のデジタル教科書に設置した練習問題。上図は選択肢を選択した段階の画面、下図は「解答を確認」のボタンをクリックした後の画面。レ点は正解を示している。

ただし、『WEB クリエイション入門』の練習問題は HTML・CSS を学ぶための Web に関する基礎知識を扱う第 2 章のみであり、授業の主対象であるコーディング実習を扱う 3 章の練習問題は設置されていない。一方、『プログラミング基礎』の練習問題は、授業の対象範囲のすべての章について練習問題を設置した。

対象の 2 科目は、何れもコンピュータ室を使用する科目であり、デジタル教科書の閲覧以外の活動 (プログラミングや Moodle の利用) はすべて PC で行われた。図 2.3 に、学内 LAN を用いて構成した、授業における学生一人ひとりの学習環境を示す。

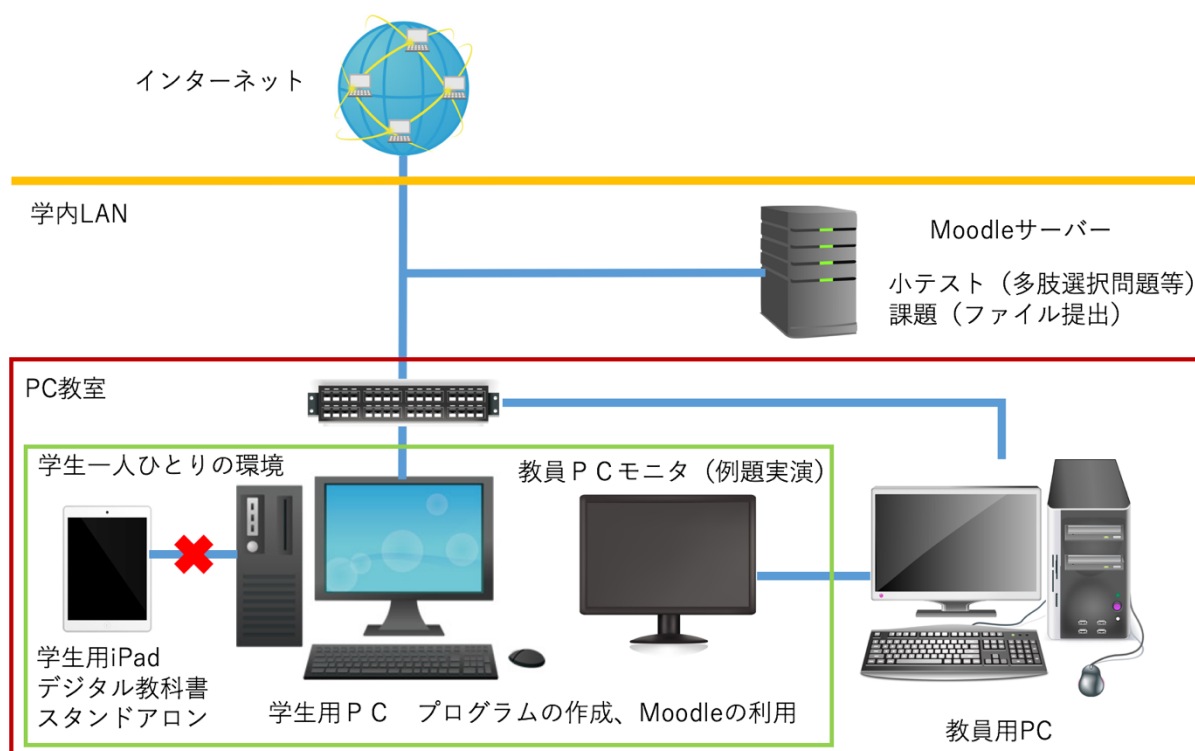


図 2.3 学内 LAN を用いて構成した授業における学生一人ひとりの学習環境

図中の赤の×印は、学生用 iPad が PC (及びインターネット) に接続されていないこと (スタンドアロン環境であること) を示している。iPad は予め内部に保存されたデジタル教科書の閲覧のみに使用された。

なお、『プログラミング基礎』では、デジタル教科書とは別に、写経学習用デジタルサブテキスト (サンプルコード数 85) を作成した (付録 A にその一部を示す)。

以上の概略を表 2.1 にまとめる。

表 2.1 調査対象の概略

対象の科目	2 科目：『WEB クリエイション入門』 (HTML・CSS 入門)，『プログラミング基礎』 (Java によるプログラミング入門)，何も 15 回 2 単位の選択科目であり，PC 室を使う科目である。
調査期間	2015 年度春学期から，2017 年度春学期まで。
受講者	国際文化学部学生，生物学部学生 (情報学部の学生ではない)
デジタル教科書	iBooks Author で自作。2016 秋までは，テキスト，画像，練習問題で構成。2017 春より『WEB クリエイション入門』では，デジタル教科書に動画を，『プログラミング基礎』では，写経学習用デジタルサブテキストを導入した。
デジタル教科書の使用方法	授業中は学生一人ひとりに iPad を一台ずつ貸与。授業外学習用には PDF 版を Moodle コースに，iBooks 版を iTunes U に載せた。2017 春からは iBooks 版，EPUB 版も PDF 版とともに Moodle コースに載せた。
PC の利用	コーディング及び Moodle の利用

3. 授業実践の結果

本章では、考察の対象である2科目について、2016年度まで教育効果と2017年度春学期の教育効果を比較するためのデータ（授業の満足度調査と定期試験の結果）、デジタル教科書内に配置した動画教材（『WEB クリエイション入門』）、事前学習として実施した写経型学習（『プログラミング基礎』）についてのアンケート結果を提示し、考察の準備とする。

3.1 WEB クリエイション入門（授業内容：HTML・CSS 入門）

『WEB クリエイション入門』は、2015年度春学期、2015年度秋学期、2016年度春学期、2017年度春学期の4つの学期において、同一の授業内容であり、同等の問題による定期試験が行われた。授業内容は同一、定期試験は同等であるが、授業の方法は異なる部分がある。2015年度秋学期はPDF教科書（総ページ数227）を用い、2015年度春学期、2016年度春学期、2017年度春学期はそのデジタル教科書版を用いた。2016年度までは、実質的にはほぼ機能していない練習問題を除けば、PDF教科書をそのままデジタル教科書に変換しただけの教科書である。2017年度春学期には、デジタル教科書内に実習形式の例題に対する解法（操作手順）の動画教材を配置した。一方、2015年度春学期、2015年度秋学期の2つの学期においてはMoodleの小テスト機能（多肢選択問題や短文記述問題）を用いた自動採点方式の小テストを実施せず、その後の2つの学期においては、この方式の小テストを学期中7回実施した。小テストの採点結果及び正答は学内ではいつでも確認できる状態であった。表3.1に『WEB クリエイション入門』における授業の満足度と定期試験の平均値を示す。なお、2015年度春学期、2015年度秋学期、2016年度春学期の3つの学期については、文献〔岩崎, 2016〕において公開済みのデータである。本稿で扱う2017年度春学期との比較、分析のため掲載している。動画教材については、教育効果や必要性について、受講者アンケートも行った。結果を表3.2、図3.1に示す。

表 3.1 『WEB クリエイション入門』における授業の満足度と定期試験の平均値

学期	2015年度 春学期		2015年度 秋学期		2016年度 春学期		2017年度 春学期	
教科書	PDF		デジタル 教科書		デジタル 教科書		デジタル 教科書	
動画教材	なし		なし		なし		あり	
授業の満足度 ¹⁵ の中央値	4	n=42	5	n=28	5	n=45	4	n=46
授業の満足度の平均値 ¹⁶	3.79		4.50		4.51		4.39	
Moodle 小テスト	実施せず		実施せず		7回実施		7回実施	
定期試験 ¹⁷ の平均値	54.44 (n=45)		54.65 (n=40)		75.94 (n=48)		78.82 (n=50)	

¹⁵ 授業の満足度は、質問「総合的に評価すると、この授業を受けて満足した」への回答の選択肢を「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。なお、2016年度までのデータは、本学が実施した回答結果であるが、2017年度春学期のデータは筆者が実施したアンケートの結果である。

¹⁶ 本稿では、授業の満足度の平均値を1から5の回答が等間隔であると仮定して議論を進める。ただし、あくまで1つの参考データである。

¹⁷ 定期試験は、Moodleの小テスト機能による多肢選択問題等によって構成される自動採点方式のオンライン試験（PC室実施）であり、採点のあいまいさは存在しない。

表 3.2 動画に関するアンケートの結果 (2017 年度春学期)

(a) 質問『iPad の電子教科書中の「動画」をどの程度利用しましたか (まったく利用しなかった人は回答しなくてよい)』に対する回答

選択肢	人数	%
いつも利用した	13	27.1
たびたび利用した	22	45.8
あまり利用しなかった	6	12.5
まったく利用しなかった	7	14.6

(b) 質問『iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで理解度が増したと思いますか? (まったく利用しなかった人は回答しなくてよい)』に対する回答

選択肢	人数	%
とても増したと思う	28	63.6
わりに増したと思う	11	25.0
あまり増したとは思わない	3	6.8
ぜんぜん増したとは思わない	2	4.6

(c) 質問『iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで楽しさを感じましたか (まったく利用しなかった人は回答しなくてよい)』に対する回答

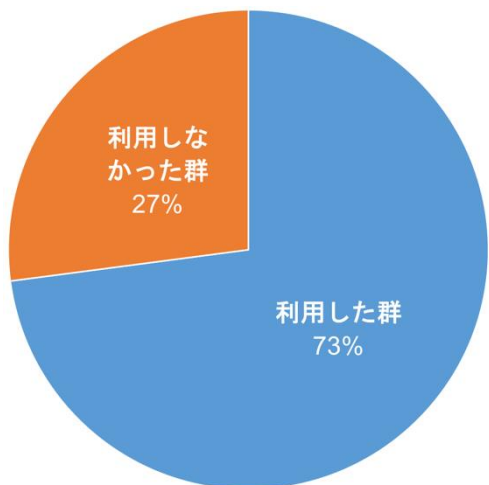
選択肢	人数	%
かなり楽しさを感じた	17	40.5
わりに楽しさを感じた	16	38.1
あまり楽しさを感じなかった	9	21.4
ぜんぜん楽しさを感じなかった	0	0.0

(d) 質問『iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで学習意欲が増したと思いますか? (まったく利用しなかった人は回答しなくてよい)』に対する回答

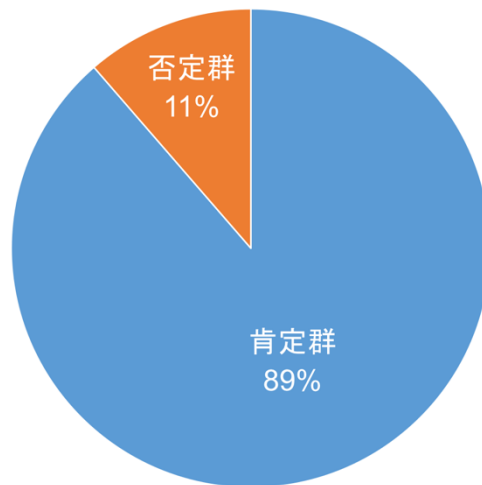
選択肢	人数	%
とても増したと思う	19	45.2
わりに増したと思う	14	33.3
あまり増したとは思わない	8	19.0
ぜんぜん増したとは思わない	1	2.4

(e) 質問『iPad の電子教科書中の「動画」は必要だと思いますか』に対する回答

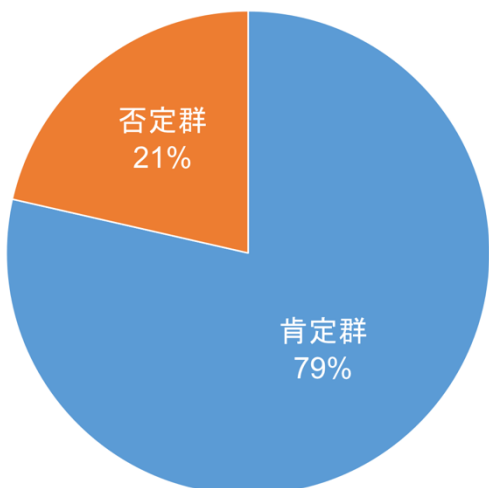
選択肢	人数	%
とても必要だと思う	31	64.6
わりに必要だと思う	10	20.8
あまり必要だとは思わない	5	10.4
ぜんぜん必要だとは思わない	2	4.2



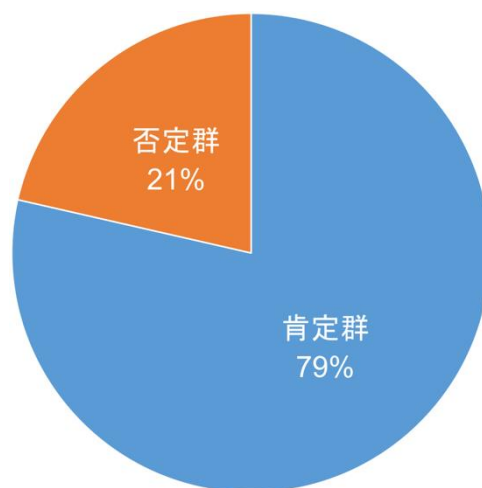
(a) iPad の電子教科書中の「動画」をどの程度利用しましたか (n=48)



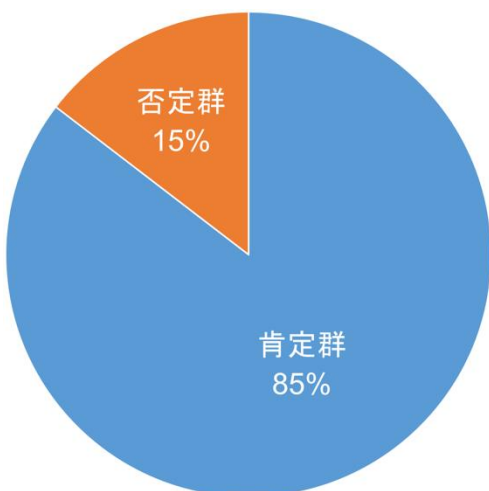
(b) iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで理解度が増したと思いますか (n=44)



(c) iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで楽しさを感じましたか (n=42)



(d) iPad の電子教科書中の「動画」を用いることで学習意欲が増したと思いますか (n=42)



(e) iPad の電子教科書中の「動画」は必要だと思いますか (n=48)

図 3.1 動画に関するアンケートの結果 (2017 年度春学期)

3.2 プログラミング基礎 (授業内容 : Java 言語によるプログラミング入門)

『プログラミング基礎』は、2015年度秋学期、2016年度春学期、2017年度春学期の3つの学期において、同一の授業内容であり、同等の問題による定期試験が行われた。3つの学期においては、同一内容のデジタル教科書(総ページ数146)を用いた。それらは、前述のように、授業中にiPadを配布して、利用してもらった。授業外学習用には、そのPDF版をMoodleに、iBooks版をiTunes Uのコースに載せた。ただし、2017年度は、EPUB版もMoodleを介して配布した。Moodleの小テストは、2015年度秋学期は実施せず、2016年度春学期、2017年度秋学期はそれぞれ7回実施した。2017年度春学期は、事前学習として、写経型学習、すなわち、サンプルプログラムを授業の事前に入力し、実行結果を確認しておくことを課した。また、そのための(写経のための)デジタルサブテキスト(総サンプルプログラム数85、付録Aにその一例を示す)を作成しiBooks版、EPUB版、PDF版をMoodleより(iBooks版はiTunes Uからも)配布した。表3.3に『プログラミング基礎』における授業の満足度と定期試験の平均値を示す。なお、同表中の2015年度秋学期、2016年度春学期の2つの学期のデータは、文献〔岩崎, 2016〕において公開済みである。同データは、3.1の『WEBクリエイション入門』の3つの学期の場合と同様に、2017年度春学期との比較、分析のために掲載されている。写経型学習による事前学習についても、教育効果や必要性に関して受講者アンケートを行った。結果を表3.4、図3.2に示す。

表3.3 『プログラミング基礎』における授業の満足度と定期試験の平均値

授業満足度については、『WEBクリエイション入門』と同様、2015年度、2016年度は大学の調査、2017年度は筆者による調査の結果である。また、平均値についても、回答の数値の間隔が等間隔であると仮定した参考値である。

学期	2015年度 秋学期		2016年度 春学期		2017年度 春学期	
写経型学習による反転授業	実施せず		実施せず		実施	
デジタル教科書	使用		使用		使用	
授業の満足度の中央値	4	n=29	5	n=43	4	n=30
授業の満足度の平均値	4.28		4.35		4.13	
Moodleの小テスト	実施せず		7回実施		7回実施	
定期試験の平均値	58.48 (n=40)		65.69 (n=47)		69.76 (n=35)	

表 3.4 写経に関するアンケートの結果 (2017 年度春学期)

(a) 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）をどの程度行いましたか?』に対する回答

選択肢	人数	%
毎回必ずやった	7	23.3
時々やらなかった	8	26.7
半分くらいはやった	7	23.3
あまりやらなかった	8	26.7
まったくやらなかった	0	0

(b) 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）により、授業の理解度が増したと思いますか?』に対する回答

選択肢	人数	%
とても増したと思う	1	3.3
わりに増したと思う	12	40.0
あまり増したとは思わない	12	40.0
ぜんぜん増したとは思わない	5	16.7

(c) 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）に楽しさを感じましたか?』に対する回答

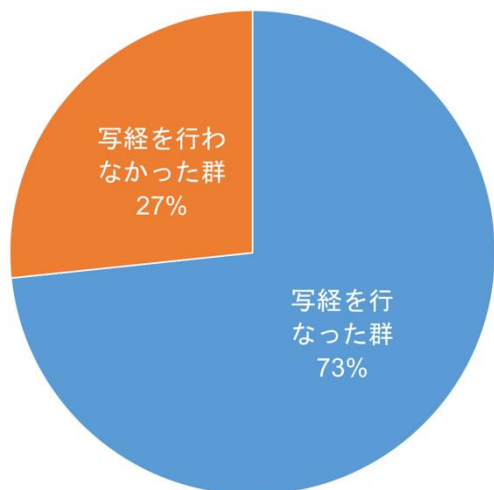
選択肢	人数	%
かなり楽しさを感じた	1	3.3
わりに楽しさを感じた	13	43.3
あまり楽しさを感じなかった	10	33.3
ぜんぜん楽しさを感じなかった	6	20.0

(d) 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）により、学習意欲が増したと思いますか?』に対する回答

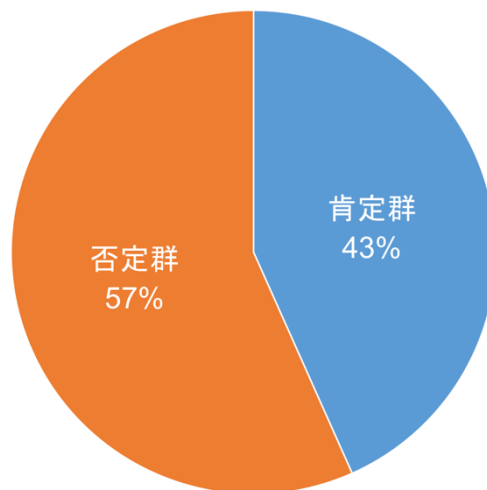
選択肢	人数	%
とても増したと思う	2	6.7
わりに増したと思う	11	36.7
あまり増したとは思わない	12	40.0
ぜんぜん増したとは思わない	5	16.7

(e) 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）の必要性や問題点、改善点などをコメントしてください。』に対する回答（具体的なコメント内容は付録 B 参照）

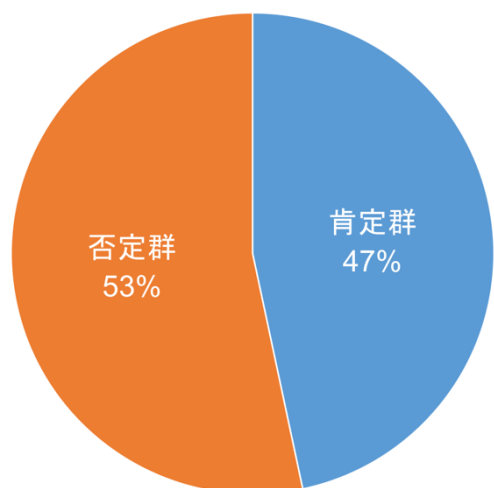
分類	コメント数	%
肯定的なコメント	4	13.3
強い否定的のコメント	9	30.0
改善要求のコメント	16	53.3
その他のコメント	1	3.3



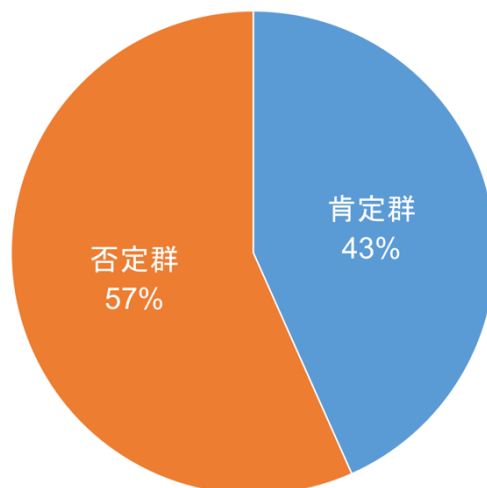
(a) この授業で実施した写経をどの程度行いましたか (n=30)



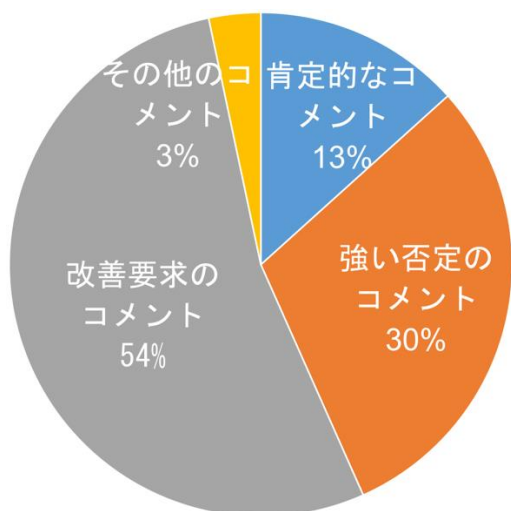
(b) この授業で実施した写経により、授業の理解が増したと思いますか (n=30)



(c) この授業で実施した写経に楽しさを感じましたか (n=30)



(d) この授業で実施した写経により、学習意欲が増したと思いますか (n=30)



(e) この授業で実施した写経の必要性や問題点、改善点などをコメントしてください (n=30)

図 3.2 写経に関するアンケートの結果 (2017 年度春学期)

4. 考察

4.1 WEB クリエイション入門 (授業内容 : HTML&CSS)

表 3.1 における授業の満足度に関して、4 つの学期を独立なグループとして、Kruskal-Wallis の検定〔内田, 2014〕を行った。IBM 統計解析ソフト SPSS による解析結果を付録 C に示す。検定の結果は有意 ($p=0.001<0.05$) であり、学期のペアごとの比較から、デジタル教科書を使用しなかった学期 (2015 年度春学期¹⁸) とデジタル教科書を使用した学期 (2015 年度秋学期, 2016 年度春学期の各々) の授業の満足度の分布の中心位置に有意差があると判明した¹⁹。一方、動画を載せたデジタル教科書を使用した学期 (2017 年度春学期) と他の学期とのペアでは、授業の満足度の分布の中心位置に有意差は認められなかった。したがって、動画教材は授業の満足度を向上させたとは言えない。しかしながら、2017 年度春学期の授業の満足度の平均値は、デジタル教科書を使用した前の 2 つの学期の授業の満足度の平均値と同様、4 点台であり、良好な値 (表 3.1 参照) である。

一方、表 3.1 における定期試験の平均値に対して、一元配置分散分析〔竹原, 2016〕を行なった。SPSS による解析結果を付録 D に示す。4 つの学期の定期試験の点数は等分散 ($p=0.157>0.05$) であり、有意差のあるペアが存在すると判明した ($F(3,179)=47.829, p<0.05$)。Tukey HSD 検定〔竹原, 2016〕(多重比較)の結果、Moodle の小テストを実施した学期 (2016 年度春学期, 2017 年度春学期の各々) の定期試験の平均値は、実施しなかった学期 (2015 年度春学期, 秋学期の各々) の定期試験の平均値より有意に高い値であった。この結果のうち、2016 年度までの結果は報告済み〔岩崎, 2016〕であるが、今回 2017 年度の結果を加えても成立したということである。Moodle の小テストを実施した学期のうち、デジタル教科書を使用した 2 つの学期について、動画教材が載っていないデジタル教科書を使用した 2016 年度春学期と動画教材が載っているデジタル教科書を使用した 2017 年度春学期の定期試験の平均値に有意差は認められなかった。すなわち、動画教材は定期試験の結果を向上させたとは言えない。ただし、2017 年度春学期の定期試験の平均値は最もよい点数である (表 3.1 参照)。

動画教材に関しては、アンケート調査を行なった (表 3.2, 図 3.1 参照)。前述のように動画教材は、例題に対する解法 (操作の手順) を示すものであるが、例題に対しては授業中に教員 (筆者) が、解法 (操作手順) の実演を行っている。動画教材の役割は、実演を見てもその通りに操作することができない学生を補助することである。アンケートの結果、動画教材を利用した群は 73% (図 3.1 (a)) であることが判明した。その中には、確認のための視聴や毎回見ているわけではないという人も含まれていると推察されるが、過去の教授経験から、実演を見ても、その通りに操作することができない学生は少なくないと考えている。更に、動画教材により理解度が増すと回答した群は 89% (図 3.1 (b))、楽しさを感じた群、学習意欲が増した群は 79% (図 3.1 (c), 図 3.1 (d))、必要だと思った群は 85% (図 3.1 (e)) である。授業の満足度や定期試験の結果に有意差として現れるほどではないが、一定の教育効果が得られているものと判断できる。

¹⁸ 付録 C 及び後述の付録 D, E の図・表の中では 2015 年度春学期を 2015S, 2015 年度秋学期を 2015F, 2016 年度春学期を 2016S, 2017 年度春学期を 2017S と記している。

¹⁹ これらの授業の満足度の有意差については、すでに文献〔岩崎, 2016〕において述べられた結果である。

4.2 プログラミング基礎 (授業内容 : Java 言語によるプログラミング入門)

表 3.3 の授業の満足度に関して、3つの学期を独立なグループとして、Kruskal-Wallis の検定を行なった。その結果、授業の満足度の分布の中心位置に有意差は認められなかった ($p=0.448>0.05$)。平均値からも、写経型学習による事前学習が授業の満足度を高めていないことは明らかである(やや低下している)。しかしながら、デジタル教科書を使用した3つの学期の授業満足度の平均値は4点台であり、写経型学習による事前学習を課した2017年度春学期においても高い満足度が保たれていると判断される。

次に、表 3.3 の定期試験の平均値に関して、一元配置分散分析を行なった。SPSS による出力を付録 E に示す。その結果、3つの学期の定期試験の点数は等分散 ($p=0.111>0.05$) であり、平均値に有意差がある学期のペアが存在することが判明した ($F(2,119)=6.289, p<0.05$)。Tukey HSD 検定(多重比較)の結果、Moodle の小テストを実施しなかった学期(2015年度秋学期)と Moodle の小テストを実施した学期(2016年度春学期, 2017年度春学期の各々)に有意差が認められた(この結果のうち、2015年度秋学期と2016年度春学期の有意差については報告済み〔岩崎, 2016〕である)。Moodle の小テストを実施した学期は、実施しなかった学期より、定期試験の平均値が有意に高い値であった。Moodle の小テストを実施した2つの学期(2016年度春学期と写経型学習による事前学習を実施した2017年度春学期)の定期試験の平均値については、有意差は認められなかった。すなわち、写経型学習による事前学習が定期試験の平均値を上げたとは言えない。ただし、2017年度春学期の定期試験の平均値は3つの学期の中で最もよい点数である。

一方、図 3.2 のアンケートの結果の理解度が増したか、学習意欲が増したかなどの学習効果に対する質問において、否定群が肯定群をやや上回っており(図 3.2(b), 図 3.2(c), 図 3.2(d)), 写経型学習の導入による影響により、平均値の多少の減少を発現したという可能性は否定できない。しかしながら、図 3.2(e) より、写経型学習への強い否定は30%であり、53%は改善の要求である。改善要求に対応すれば、授業の満足度の平均点が上がる可能性がある。定期試験の結果については、数値としては上がっているが、写経の効果であるかはわからない。やはり改善要求に対応することで、有意な点数の上昇となることが期待される。

5. まとめ

以上の記述のうち、2016年度までの結果は文献〔岩崎, 2016〕で報告済みである。2017年度春学期に明らかとなった部分を以下にまとめる。

デジタル教科書を用いた授業を実践し、動画教材と写経型学習(事前学習)の効果に関する以下の知見を得た。

(1) 授業「WEB クリエイション入門」における実践より :

- 今回導入したデジタル教科書内の動画教材は、授業の満足度、定期試験の結果に(統計的には)影響を与えなかったが、授業の満足度、定期試験の結果はともによい点数が維持されている。
- 受講者は、動画教材が授業の理解度を上げ、動画教材に楽しさを感じ、動画教材により学習意欲を上げる、動画教材が必要であると考えており、一定の教育効果を与えたものと考えられる

(2) 授業「プログラミング基礎」における実践より：

- 今回行った写経型学習による事前学習では、授業の満足度、定期試験の結果に（統計的には）影響を与えなかったが、授業の満足度、定期試験の結果はともによい点数が維持されている。
- 写経型学習に関するアンケートでは、授業の理解度、楽しさ、学習意欲に関して否定的な群が肯定群をやや上回ったが、写経型学習に関するコメントの半数は、改善要求であり改善の余地がある。

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
- DiTT(デジタル教科書協議会) (2012), 「デジタル教科書法案概要」, http://ditt.jp/office/DiTTThouan_gaiyo_ver2.pdf (2017.1.31 閲覧)
- 舟久保公一(2008), 「物理専門科目における学習管理システムの活用」, 『独立行政法人メディア開発センターメディア教育研究』 **5**, 1, 67-75
- 岩崎日出夫・山崎正喜・藤田裕明(2008), 「授業管理システムを用いた情報リテラシ授業に関する一報告」, 『平成20年度情報教育研究集会講演論文集』, 515-516
- 岩崎日出夫(2016), 「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.
- 籠谷隆弘(2005), 「Moodle を利用した授業展開と利用履歴の解析」, 『仁愛女子短期大学研究紀要』 **37**, 13-20
- 喜多敏博・中野裕司(2008), 「eラーニングの広がり と連携 :3.オープンソース eラーニングプラットフォーム Moodle の機能と活用例」, 『情報処理』 **49**, 9, 1044-1049
- 喜多一・岡本雅子(2016), 『プログラミング教育における反転授業の一構成法』, 大学ICT推進協議会 2016年度年次大会論文集, FE25
- 文部科学省(2016a), 「「デジタル教科書」の位置付けに関する検討会議 最終まとめ」, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/110/houkoku/1380531.htm (2017.8.31 確認)
- 文部科学省(2016b), 「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/houkoku/1372522.htm (2017.8.31 確認)
- 日本経済新聞, 「プログラミング必修化 政府方針 小中学高で2020年から」, 2016年4月19日付朝刊
- 日本ムードル協会(2013~2016), 「日本ムードル協会全国大会発表論文集 1~4」, <https://moodlejapan.org/course/view.php?id=62#section-0> (2017.8.31 確認)

岡本雅子・村上正行・吉川直人・喜多一 (2013), 「プログラミングの写経型学習過程を対象としたつまずきの分析とテキスト教材の改善」, 京都大学高等教育研究, **19**, 47-53

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, 100-118

内田治 (2014), 『SPSS によるノンパラメトリック検定』, オーム社, 東京, 97-100

略語一覧

CIEC	Community for Innovation of Education and learning through Computers and communication networks
CSS	Cascading Style Sheet
DiTT	Digital Textbook and Teaching
e-learning	electronic learning
EPUB	Electronic PUBlication
GUI	Graphical User Interface
HTML	Hyper Text Mark-up Language
IBM	International Business Machines Corporation
ICT	Information and Communication Technology
LAN	Local Area Network
LMS	Learning Management System
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
OS	Operating System
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document File
TA	Teaching Asistant
Tukey HSD	Tukey's Honestly Significant Difference

(受付 : 2017 年 9 月 5 日, 受理 : 2017 年 10 月 20 日)

付録 A 写経型学習用デジタルサブテキストの一部

セクション 1

文字列の出力

ヘッドライン

1. 事前学習「写経」について
2. 写経1
3. 写経2
4. 写経3

事前学習「写経」について

授業の事前学習として、プログラムを書き写し、実行結果を確認しておくことで、授業の理解を深めることを目的としています。その際、コードの意味は理解する必要はありませんが、コードと実行結果の対応関係に着目しておいてください。これを写経と呼びます。お坊さんが、経典を書き写すことで、経典を覚えるのと同じです。

このセクションの写経は3つ、次のセクションでは7つ、合計10個です。授業前日までに、ソースコードを提出しておいてください。

なお、各ページの1行目にかかれている「写経+数字」はプロジェクトの名前です。

提出はソースコードのみとします。Moodleの「写経+数字」に提出をしてください。

2

写経1

```
class Shakyo1 {
    public static void main(String[] args){
        System.out.println("若き日に、汝の思想を培え");
        System.out.println("若き日に、汝の体軀を養え");
        System.out.println("若き日に、汝の知能を磨け");
        System.out.println("若き日に、汝の希望を星に繋げ");
    }
}
```

3

付録 B 質問『この授業で実施した写経（プログラムを入力する事前学習）の必要性や問題点、改善点などをコメントしてください。』に対する回答（コメント部分は原文のままである）

○肯定的なコメント（4件）

- 事前にどのようなプログラムかを知ることができるのは、よかった。
- 写経をやっていて、授業を受けたときにそういえばここ出てきたなと思えた。
- 内容はよく分からずとも、やっていく中で経験値は得られたように感じます。写経を進めて実際に授業でその内容が取り上げられると「なるほど!」という実感が得られました。途中でコピー対策がされたのも勉強の支障になりますのでよかったと思います。ただ、部分的に内容が間違っておりプログラムが認識されないのではあまり写経としての意味がないのではないかと思われました。先生が1つ1つ手作りされていると思いますので非常に参考にはなったのですが、間違いがないとさらに良い物になると思います。
- わからないところなどは結果を見て理解できるので悪くはないと思った。

○強い否定のコメント（9件）

- 写経が多すぎて困った
- 数が多すぎてやる気にならなかった。
- やる気をそそられるものではない
- ただ写すだけの作業なので、授業の理解度が増すとは思えない。
- 写経はあまりやらなかったがやる必要があるのかなと思った。
- 真面目に取り組む人にはいい物かと思います…。
- あまり意味を感じなかった
- あまり意味がないと思う
- 内容がよく分からないのに写経しても理解につながらないので写経は必要ないと思った。

○改善要求のコメント（16件）

- 解説等も入れてもらえると助かります
- 写経の方は授業でやる時間を少しでも設けてほしいなと思った。
- ものにとっては一字一句間違えずに入れても出来ないものもあった。
- 教科書を見ればわかる内容が多かったから、もう少し発展した内容があればよかった。
- なるべく早く出してほしい
- すでに完成済みのプログラムを言語一つ一つの意味を理解しないまま書き写すことがほとんどであったため、簡易的な解説も合わせて用意していただきたい。
- 他の授業の課題などが影響し、そちらを優先してしまうときがあった。提出できる場所が学校内のみという制約が厳しく感じる。
- 問題数を減らして、内容を少し変えただけではなくいろいろなパターンがあればいいと思った。
- あたりまえのことをプログラミングしているものがあった
- 家で出来ないのがつらかった。アルバイトなどで時間が限られているなかで、学校内でしかできないので、大変でした。
- 自分のミスだと思いますが、何度やり直してもエラーがでてしまう問題があって少し困ったこと。
- 理解してない部分を復習するには効果的だと感じたが、比較的理解しやすいものも写経課題として出題されていたのですこし苦痛に感じた。
- 答えが出ているから、何も考えずにやってしまった
- 写経は一気に出すのではなく、こまめに出すとやる気が起きて出来ると感じた
- 仕方がないと思うが、度々エラーの原因が不明なものがあった。
- 授業外で行うと、エラーが出たときどこを直せばよいかわからないことがあった。

○その他のコメント（1件）

- 特になし

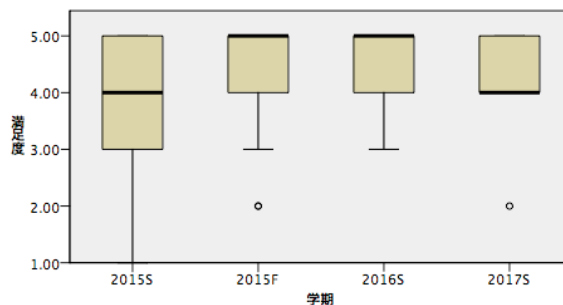
付録 C 『WEB クリエイション入門』の授業の満足度の分布の中心位置の学期間の有意差について (SPSS による Kruskal-Wallis の検定の結果)

仮説検定の要約

帰無仮説	テスト	有意確率	決定
1 満足度の分布は 学期 のカテゴリで同じです。	独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定	.001	帰無仮説を棄却します。

漸近的な有意確率が表示されます。有意水準は .05 です。

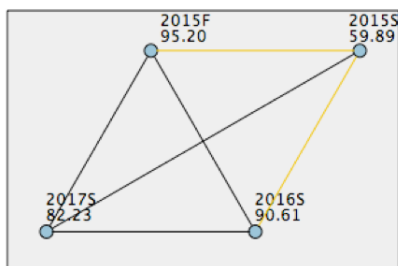
独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定



合計 N	161
検定の統計	15.766
自由度	3
漸近有意確率 (両側検定)	.001

1. 検定統計がタイに調整されています。

学期 のペアごとの比較



各ノードには 学期 の平均順位が示されます。

サンプル1-サンプル2	検定統計	標準誤差	Std. 検定統計	有意確率	調整済み有意確率
2015S-2017S	-22.335	9.087	-2.458	.014	.084
2015S-2016S	-30.718	9.135	-3.363	.001	.005
2015S-2015F	-35.304	10.388	-3.399	.001	.004
2017S-2016S	8.383	8.927	.939	.348	1.000
2017S-2015F	12.968	10.206	1.271	.204	1.000
2016S-2015F	4.585	10.248	.447	.655	1.000

各行は、サンプル 1 とサンプル 2 の分布が同じであるというヌル仮説を検定します。漸近有意確率 (両側検定) が表示されます。有意水準は .05 です。

2015S→2015 年度春学期, 2015F→2015 年度秋学期, 2016S→2016 年度春学期, 2017S→2017 年度春学期

付録D 『WEB クリエイション入門』の授業の定期試験の平均値の学期間の有意差について (SPSS による一元配置分散分析の結果)

記述統計

点数

	度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の 95% 信頼区間		最小値	最大値
					下限	上限		
2015S	45	54.4444	11.72423	1.74774	50.9221	57.9668	30.88	83.82
2015F	40	54.6500	11.24449	1.77791	51.0538	58.2462	36.00	76.00
2016S	48	75.9375	15.31257	2.21018	71.4912	80.3838	25.50	99.00
2017S	50	78.8232	12.74013	1.80173	75.2025	82.4439	43.93	99.07
合計	183	66.7878	17.21916	1.27288	64.2763	69.2993	25.50	99.07

等分散性の検定

点数

Levene 統計量	自由度1	自由度2	有意確率
1.755	3	179	.157

単因子変異数分析

点数

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
グループ間	24010.136	3	8003.379	47.829	.000
グループ内	29952.777	179	167.334		
合計	53962.913	182			

多重比較

従属変数: 点数
Tukey HSD

(I) 学期	(J) 学期	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
2015S	2015F	-.20556	2.81103	1.000	-7.4955	7.0844
	2016S	-21.49306*	2.68415	.000	-28.4539	-14.5322
	2017S	-24.37876*	2.65805	.000	-31.2719	-17.4856
2015F	2015S	.20556	2.81103	1.000	-7.0844	7.4955
	2016S	-21.28750*	2.76938	.000	-28.4694	-14.1056
	2017S	-24.17320*	2.74409	.000	-31.2895	-17.0569
2016S	2015S	21.49306*	2.68415	.000	14.5322	28.4539
	2015F	21.28750*	2.76938	.000	14.1056	28.4694
	2017S	-2.88570	2.61396	.688	-9.6646	3.8932
2017S	2015S	24.37876*	2.65805	.000	17.4856	31.2719
	2015F	24.17320*	2.74409	.000	17.0569	31.2895
	2016S	2.88570	2.61396	.688	-3.8932	9.6646

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

2015S→2015 年度春学期, 2015F→2015 年度秋学期, 2016S→2016 年度春学期, 2017S→2017 年度春学期

付録 E 『プログラミング基礎』の定期試験の平均点の学期間の有意差について
(SPSS による一元配置分散分析の結果)

記述統計

定期試験点数

	度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の 95% 信頼区間		最小値	最大値
					下限	上限		
2015F	40	58.4763	14.61977	2.31159	53.8006	63.1519	30.00	98.57
2016S	47	65.6877	12.01908	1.75316	62.1587	69.2166	36.33	87.50
2017S	35	69.7640	15.85998	2.68083	64.3159	75.2121	36.96	93.07
合計	122	64.4927	14.66449	1.32766	61.8642	67.1212	30.00	98.57

等分散性の検定

定期試験点数

Levene 統計量	自由度1	自由度2	有意確率
2.243	2	119	.111

単因子変異数分析

定期試験点数

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
グループ間	2487.551	2	1243.775	6.289	.003
グループ内	23533.183	119	197.758		
合計	26020.734	121			

多重比較

従属変数: 定期試験点数

Tukey HSD

(I) 学期	(J) 学期	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
2015F	2016S	-7.21141*	3.02515	.049	-14.3913	-.0315
	2017S	-11.28775*	3.25487	.002	-19.0128	-3.5627
2016S	2015F	7.21141*	3.02515	.049	.0315	14.3913
	2017S	-4.07634	3.13972	.399	-11.5281	3.3755
2017S	2015F	11.28775*	3.25487	.002	3.5627	19.0128
	2016S	4.07634	3.13972	.399	-3.3755	11.5281

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

2015F→2015 年度秋学期, 2016S→2016 年度春学期, 2017S→2017 年度春学期