

コロナ禍におけるプログラミング教育の取り組み

林 幹 人

目 次

1. はじめに
2. 動画の有効性
3. 事例研究
 - 3.1 概要
 - 3.2 授業改善の取り組み
 - 3.2.1 当初の授業
 - 3.2.2 動画の活用
 - 3.2.3 コロナ禍当初の対応
 - 3.2.4 自宅学習も想定した資料作成
4. 考察
5. おわりに

キーワード

プログラミング, 動画資料, コロナ禍, 遠隔授業, 自宅学習

1. はじめに

本論は、コロナ禍での経験に基づき、プログラミング教育における動画資料の意義について検討するものである。

新型コロナウイルスの蔓延下では、感染防止のため対面形式での授業の実施が困難となり、ICTを用いて遠隔授業を行わざるを得なくなった。プログラミング教育を行う科目ももちろん例外ではなかったが、このような実習を伴う科目においては、教室で行われるようなタイムリーかつ頻繁なフィードバックが難しいことから、学習効果が低下することが懸念される。

ただ今回、予期せず実施することとなった感染対策における取り組みの経験から、プログラミング教育においては、遠隔授業あるいは自宅学習の状況下にあっても、方法次第では教育効果を維持し、ある意味では効果を高めることができるのではないかと考えるに至った。それ

は、プログラミングの実習がコンピュータ上で完結するという前提の下で、プログラミングの動画資料が、個々の学習者の能力に合わせた学習、さらには自己解決能力を高める学習を支援しうるからである。

ここでは、プログラミング教育における動画資料の有効性を示す先行研究を確認した上で、筆者が担当するプログラミング科目のコロナ禍での対応例について検討する。

2. 動画の有効性

プログラミング教育において動画資料が有効であることは複数の研究において指摘されている。そもそも、ネット世代の大学生には動画資料を用いた教育スタイルが合っているという主張もあるが (Berk 2009)、プログラミング教育ではさらに動画が有効になるいくつかの理由が指摘されてきた。

例えば、山下ら(2009)は、従来、大学でのプログラミング教育において広く行われてきたスライド資料を用いた講義の問題点を指摘し、それを改善するべく動画資料作成ソフトおよび学生・講師間のコミュニケーションシステムを提案・開発し、評価を行っている。特に動画作成ソフトは、講師によるプログラム作成時のコンピュータ画面の様子を動画として保存し、適宜解説の文章を付けた形で動画を作成できるというものである。そしてこれによって作成された動画資料を大学のプログラミングの授業で使い、受講生を対象とした質問紙調査によって評価した。結果、動画資料を使った授業がスライド資料を使った授業よりわかりやすいこと、動画がプログラミングの理解を助けたことなどが確認された。それは、学習者にプログラミングの過程を見せ、思考の順序を示すことに効果があることを示唆する。

Manley and Urness (2014) は、コンピュータサイエンス教育において動画教材の利用が増えている状況を踏まえ、それが学生の態度や学習にどのように影響するかについて検討している。彼らは特にプログラミング教育に焦点を当て、動画利用の状況が対面講義の状況といかに違うかを比較調査した。動画は、プログラミングを行っている講師のスクリーンキャプチャをナレーションによる説明とともに示すというものである。結果として、動画利用が、対面講義と同程度の理解度のレベルを維持することや、プログラミングに対する学生の態度を前向きなものに変容することなどを確認した。また、その理由として、学生が動画の再生速度を調整できることを好意的に受け止め、動画がプログラミング学習に役立つと認識したことがあると述べている。

杉本・伊藤(2014)は、プログラミング教育において有効とされるペアプログラミングが、時としてペアを組む相手のプログラミング能力が低いことなどにより、学習効果が低下する問題を指摘し、これを改善するべくプログラミング過程の動画を用いることを提案している。ペアプログラミングは、2人で一組になってプログラミングを行うことであり、一人がコンピュータを操作しつつ、もう一人が入力内容をチェ

ックしたり助言をしたりすることで、プログラムの品質を高めると同時に相互学習を促すことが期待されるものである。プログラミング過程の動画を学習者が見ることで、疑似的なペアプログラミング状況を作り出すことを通じて、効果的にプログラミングの方法や考え方を学べることができる、というのがその論旨である。

このように、プログラミング教育においては、動画資料を利用することが有効であることが指摘されてきたが、もう一つ挙げるとすれば、プログラミングにおける自己解決能力を高めることがあると考える。プログラミング能力は、プログラムを構築する能力と、それが適切に処理されない場合に修正する能力、いわゆるデバッグ(debug)の能力からなる。プログラミング教育におけるデバッグ能力向上の重要性は多数指摘されてきているが(McCauley et al. 2008)、動画教材は、わからないところは再生速度を下げたり、うまくいかない場合は繰り返し見たりすることができ、自らプログラムの問題に気づき修正する能力を高めうる。

このように、プログラミング教育においては、動画教材が様々な形で学習者の学びを支援し、教育効果を維持向上させる働きがあると考えられる。

3. 事例研究

3.1 概要

プログラミング教育における動画教材の有効性について、実際の授業での活用事例を確認する。ここで取り上げるのは、筆者が担当する「プログラミングⅠ・Ⅱ」における動画資料の活用の経験である。

当該科目は、経営学部におけるプログラミング教育、という位置づけを踏まえ、経営において最もよく利用されるであろうウェブ関連技術を取り上げている。具体的には、プログラミングⅠではウェブページの開発に不可欠なHTMLとCSSを、プログラミングⅡでは入出力を伴うウェブシステム開発でしばしば用いられるPHPを学習する。科目名称の通りプログラミングの実習が多くを占める内容となってい

る⁽¹⁾。

授業の構成としては、経営あるいはビジネスにおけるウェブシステムの意義や、取り上げる言語の特徴、処理の仕組みなどが説明された上で、プログラミングの実習が行われる。実習の中でも、経営やビジネスでの活用と関連付けて解説がなされる。そして最終的な課題では、何らかの経営あるいはビジネスの目的を持つことを想定した独自のウェブページないしウェブシステムを制作することが求められる。したがって、この科目は、「プログラミング」という科目名を冠しながらも、単に技術的な方法を教授するだけでなく、常に経営やビジネスでの活用を志向した内容となっている。

3.2 授業改善の取り組み

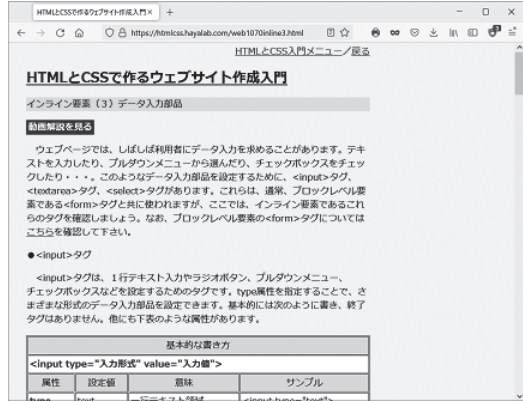
コロナ禍でどのような対応をしたかを見るためには、それ以前にどのように授業が運営されていたかを確認しておく必要がある。当該授業では、パソコン教室において授業を行っているが、特に実習の部分を検討する。以下では、当該科目を担当した当初、動画資料を導入した段階、コロナ禍と3つの段階に分けて確認する。

3.2.1 当初の授業

当該科目を担当した当初、実習においては、教員があらかじめ作成したウェブテキストに基づき解説をしながらプログラミングする状況をスクリーン及び各学生のモニターに映し出す一方、学生はスクリーンやモニターを見ながら各自のパソコンでプログラミングを行うという形式がとられた。教員による解説は、かなり緩やかなペースで行われ、一定程度できたところで一旦停止し、苦手な学生の作業を待った後、また次の解説を始める、という形で進められた。

(1) HTML や CSS は、厳密にはプログラミング言語ではないという指摘もある。それらは、ハイパーテキストを記述したり、その表示形式を指定したりするための言語であり、情報を手順に沿って処理するプログラムとは異なるというのがその理由である。ただ、ウェブシステムを構築する場合には、その表示部分あるいはインタフェース部分の実装に HTML や CSS は不可欠であり、これらの理解なしにウェブプログラミングを行うことはできない。そのためこの科目においては、このような厳密なプログラミング言語の区別によらずこれらの技術を取り上げている。

図表1 当初のウェブテキスト



また、ペアプログラミングの効果を期待し、プログラミング経験のある学生やパソコン操作が得意な学生とそうでない学生を組み合わせる環境を設定した。実習課題に取り組む中でわからないこと、うまくいかないことがある場合は、まずはグループ内で解決に取り組み、それでも解決しない場合に教員に質問するという形をとった。

このような形式でしばらく授業を実施したが、当然ながら学生のレベルに差があり、得意な学生にとっては進行が遅く、苦手な学生にとっては進行が速い、という問題があった。また、そうしたレベルの違う学生同士でグループを作ると、苦手な学生の中には、得意な学生に頼り、自己解決の努力をしない者も現れた。実際、教員になされる質問も「なぜかうまくいかない」「説明通りやっているのにできない」といったものが多いが、見てみると単なる確認不足に起因するスペルミスや記号等の入力忘れなどがほとんどであった。単純なデバッグさえも人に頼る状況では、プログラミングにおける自己解決能力を高めることはできない。また結果として、得意な学生は、苦手な学生に協力を求められ、集中できないという問題もあった。

3.2.2 動画の活用

こうした状況を改善するべく、科目を担当して数年後から、プログラミング I において解説動画を作成して利用することに取り組んだ。授業で用いるウェブテキストを画面に映して解説

しつつ、実際にプログラミングの操作、作業の状況を録画して動画資料とした。他方のプログラミングIIでは、同時期にウェブテキストの更新に取り組んでいたため、動画作成には着手できなかった。

授業では、冒頭で全体の解説やその授業内で取り組む課題の概要について解説した後、学生は各自ヘッドホンを用いて動画資料を見ながら、その回の授業で与えられた課題を実施した。動画内で指示される課題を必須として全員が取り組む一方、課題を早く終えてしまう得意な学生のために追加の課題を用意した。追加課題については動画はなく、文字で書かれた課題の指示内容を、必須課題の中で学んだことを応用して実施する、という形であった。

図表2 当初の動画資料のイメージ



またうまくいかない場合には自己解決に取り組むよう指示し、そうした場合に何を確認すべきか、よくある原因と対策についても資料として配布した。それらを見て解決に取り組んでもなお改善しない場合に教員に質問することにした。

結果として、得意な学生からは、課題に集中して取り組むことができ、やや難しい追加課題にも取り組めることから好評を得た。一方、苦手な学生も、動画を繰り返し見たり一時停止したりして自分のペースで課題に取り組むことができ便利に学習できたようであった。また、欠席した学生も動画を見て学ぶことができるため、欠席により授業の進行に追いつけなくなる状況も回避できるようになった。さらに自己解決の努力が習慣化されたこともあってか、最終課題での独自のウェブページないしウェブシ

テムの制作においても全体として完成度が高まった。

3.2.3 コロナ禍当初の対応

2020年度は春学期から遠隔形式で授業が開始された。当初はビデオ会議の仕組みなど整備されておらず、資料配布による授業となった。上述の通り、春学期のプログラミングIでは、あらかじめ動画を作っていたが、実際には利用できないことがすぐに明らかとなった。理由は、資料が実習環境として大学のパソコン教室のコンピュータを想定していたからである。学生は自宅で実習を行うことになったが、自宅での実習環境は、当然、学生ごとにOSの種類もバージョンも異なっており、そうした異なる実習環境はそもそも想定されていなかった。

そこでウェブテキストから作り直して授業を行うことにしたが、動画作成は間に合わず、既存の動画を補助的に使うだけにとどまった。

ウェブテキストを配信し、学生はそれを見ながら課題に取り組み、その結果をその週内に決められた方法で報告する。質問がある場合は、電子メール等の手段を使って問い合わせる、という形であった。また、課題のフィードバックとしてプログラムのサンプルを配布した。特に苦手な学生が何度か質問することはあったが、作成中のプログラムやその処理結果などのスクリーンショットなどを添付させることで状況を把握し、解決方法を指導した。

プログラミングIの最終課題は、独自にデザ

図表3 作り直されたウェブテキスト

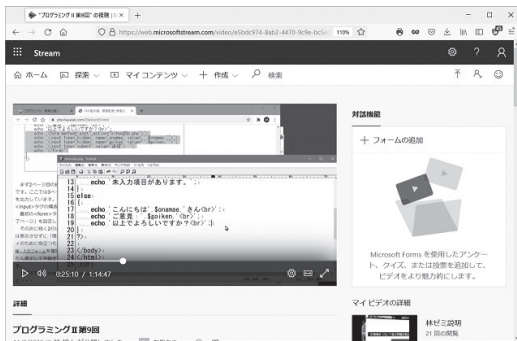


インしたウェブページを作成することであったが、苦手とする学生がやや苦勞したようであった。全体としては、得意な学生とそうでない学生に成果物の出来具合にやや開きができた。

3.2.4 自宅学習も想定した資料作成

一方、秋学期のプログラミングⅡでは、開始まで時間的猶予があったため、ウェブテキストの修正と、初回から数回分の授業動画の準備ができた。前学期の後半に遠隔授業のための仕組みが整備されたこともあり、授業の進め方についての不確実性が削減されたことも準備をしやすくした。秋学期開始時点では、授業動画は数回分しかできていなかったが、授業を行いながら作成していった。

図表 4 コロナ禍での動画資料のイメージ



また、秋学期については、対面と遠隔のいずれかを決めて授業を行うことになっていた。プログラミングの授業では、上述の通り、動画を活用することで十分に高い教育効果を実現できると考えられたため、これを活用すれば遠隔形式の授業であっても問題はないと考えられた。ただ、実習環境の構築などでは教室で作業した方が間違いがないこと、また一部には自宅に大学と同様のパソコン環境がない学生もいたことから、パソコン教室で動画資料を用いて授業を受けられるようにした。

他方で、新型コロナウイルスの感染者や濃厚接触者、感染の疑いがある学生などは出席できないことになっており、全学生が教室に揃うことを前提にはできなかった。そこで、パソコン教室を使いつつも、出席した学生は各自授業動画を視聴して課題に取り組み、出席できない学生は

自宅等でやはり授業動画を視聴して課題に取り組む、という形をとった。

学生からの質問については、平時であれば、学生の席に教員が赴き、実習中のパソコン画面を一緒に見ながらどこに問題があるかを確認していくが、コロナ禍において接近による感染リスクについて一部の学生から避けてほしいとの要望があったこともあり、基本的にチャット等のオンラインの手段を用いて受け付けることにした。もちろん併せて、プログラミングが想定通りにうまくいかない場合のチェック項目を作り、自己解決を促すことも実施した。

結果として、最終課題は、経営あるいはビジネスでもよく利用される簡易な電子掲示板を制作することであったが、全体として平時の対面授業と同じかそれ以上の成果物が提出された。

4. 考察

ここでは動画資料を使ったプログラミング授業について検討するために、筆者が担当した、①動画を使わない教室授業、②動画を使った教室授業、③コロナ禍での動画を使わなかった授業と動画を使った授業について紹介した。結果は、先行研究によって指摘されてきた通り、プログラミング教育における動画資料の有効性が確認された。

平時には、動画資料により、得意な学生もそうでない学生も自分のペースで学習できることがメリットとして大きいようであった。得意な学生は興味を持って学びを進めつつ、苦手な学生は繰り返し動画を見て自己解決の習慣を身に着け能力を高めることができた。

また、コロナ禍において自宅等で受講せざるを得ない状況でも、動画資料はやはりプログラミング学習にとって有効な手段となった。遠隔授業では、他の受講生や教員とコミュニケーションをとることが制限されるが、そうした中でテキストの資料だけでプログラミングを学ぶことは、特に苦手な学生にとっては困難であろう。コンピュータの画面上の操作を録画した動画資料であれば、文字や画像など静的な情報のみで構成されたテキストで学ぶよりもはるかに容易に学習できると考えられる。

図表5 取り組みの概要と結果

状況	取り組み	結果
科目担当当初	ウェブテキストの作成と活用, ペアプログラミング(動画なし)	得意な学生の不満, 苦手な学生の他者依存
動画活用の試み	ウェブテキストの解説と操作画面を録画した動画資料の作成と活用	各学生の力量に応じ学習。最終成果のレベル向上。動画の有効性を確認
コロナ遠隔授業(2020年度春学期, 緊急対応)	動画を含む既存資料が自宅実習環境に合わず新たなウェブテキストを作成(動画は作成できず)	得意な学生と苦手な学生の最終成果物に差
コロナ遠隔授業(2020年度秋学期, 準備猶予あり)	自宅での実習を想定しウェブテキストの解説と操作画面を録画した動画資料を作成して活用	最終成果の全体的なレベルの向上

取り組みの概要と結果について図表5に整理する。

一方で、動画資料は作成や修正に非常に手間がかかるという問題がある。教室での授業のスクリーンを録画したものをそのまま使えば、制作の労力はほとんどかからないが、授業で使うための動画資料は、この方法では作れない。授業で使う動画資料は、学生の学習環境を想定しつつ解説をしながらプログラミングの操作を録画し、その後、録画映像を編集して事前に動画資料を制作しなくてはならない。ある程度作業に慣れた後でも、1回の授業用の動画資料を作成するのに授業時間の倍以上の時間を要した。

また、いったん作成した動画資料を修正する場合もかなりの労力がかかる。修正すべき部分を特定し、その部分のプログラミング作業を再度録画した上で、元の動画の対象部分を編集して正しいものに差し替えなくてはならない。

よって、プログラミング教育における動画資料の導入の際には、動画資料制作に伴う負担をどうするかを考えておく必要がある。

対策の一つとしてありうるものとして、動画の録画や編集などを支援するスタッフを置いたり関連作業を専門の業者に外注することがありうる。慣れない時期には、プログラミング作業を解説しながら録画したつもりが、音声が取録できておらず撮り直すことがあったが、支援があればこのような事態を防ぐことができる。

また、動画資料作成中に、チャイムや電話が鳴ったり、来客があるなど資料作成を中断させられることもあったが、集中して作業できるスタジオや個室、ブースなどがあれば無駄を減ら

せると考えられる。

あるいは、作成する動画資料を極力減らす、ということもある。基本事項や難しい箇所など必要性が高い部分に絞れば負担は軽減できるはずである。いずれにせよ、動画資料の効果と、資料作成の負担とのバランスを考慮することが必要であろう。

5. おわりに

本稿では、プログラミング教育における動画資料の活用について検討してきた。その有効性については先行研究によっても指摘されてきたが、そのことは平時の授業のみならずコロナ禍での自宅学習状況にあっても成り立ちうるものが確かめられた。特に初心者が多く、一部に得意な学生がいるという環境においては、それぞれのレベルに応じてペースを調整できたり、繰り返し視聴できる動画資料の利点が発揮されたものと考えられる。今回の経験を今後のウィズコロナ、ポストコロナでのプログラミング教育においても活かしたい。

参考文献

- 1) Berk, Ronald A., 2009, "Multimedia Teaching with Video Clips: TV, Movies, YouTube, and mtvU in the College Classroom," *International Journal of Technology in Teaching & Learning*, Vol.5, Iss.1, pp.1-21.
- 2) Manley, Eric D. and Urness, Timothy M., 2014, "Video-based Instruction for Introductory Computer Programming," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, Vol.29, Iss.5, pp.221-227.

- 3) McCauley, R., Fitzgerald, S., Lewandowski, G., Murphy, L., Simon, B, Thomas, L. and Zander, C., 2008, "Debugging: a review of the literature from an educational perspective," Computer Science Education, Vol.18, Iss.2, pp.67-92.
- 4) 杉本識吏・伊藤恵, 2014, 「プログラミング作業過程の動画を用いたプログラミング学習の試み」, 日本ソフトウェア科学会第31回大会講演論文集, 日本ソフトウェア科学会, 2-2, pp.1-6.
- 5) 山下亮輔・古川雅基・安田光・井上亮文・市村哲, 2009, 「動画を用いたプログラミング講義支援システム」, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, 情報処理学会, 33(2009-GN-71), pp.67-72.