

学校間を超えたオンラインのプログラミング指導 ～デジタル教科書での情報の授業を目指して～

十文字中学高等学校

黒田 雅幸

他3名

1. はじめに

2022年から高等学校で情報Ⅰの授業が本格的に始まった。今まで情報科の授業で行われていた「社会と情報」「情報の科学」とは異なり、1つの科目に統一されたこと、また大学入学共通テストで科目として出題されることが決定している。

文部科学省の教育課程部会では「情報科は、小・中・高等学校の各教科等の指導を通じて行われる情報教育のいわば中核として、小・中学校段階からの問題発見・解決や情報活用の経験の上に、情報や情報技術を問題の発見と解決に活用するための科学的な理解と能力を育み、ひいては、生涯にわたって情報技術を活用し現実の問題を発見し解決していくことができる力を育む教科と位置付けられるものである。」という意見が出たことから、今後の学校教育の中において情報科の授業の重要性が伺える。しかし、2020年度に文科省によって行われた調査によると、全国の公立高校の情報担当の5072人の教員のうち、1210人が情報の免許を持っていないことが判明している。

教員不足が騒がれる昨今、特別免許状や臨時免許状など教科の教員免許を持たなくても教壇に立つことができる方法はあるが、その精度に頼りすぎることに課題を感じている。

情報科を指導する教員のうち全体の約25%が免許を持たず授業をしている状況を変えるために、既存の新しい授業の方法を模索する必要があると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、情報科教員の不足の解決方法の1つとして学校間を超えたオンライン授業により解決することを目的とした。2020年から急激にオンライン授業が普及し、GIGAスクール構想で生徒の多くがパソコンなどの端末を利用できる環境にある。

オンラインでの授業は緊急事態宣言などにより、学校に通うことができない生徒に対して行われることが主であった。しかし、その特性を生かし異なる学校間で連携を取り、時間割

などを調整することで他校の生徒にオンライン授業を行うことができれば、教員不足解消や教員自身も他の学校の授業を観ることで研鑽を積む事ができると考えた。

具体的には、福島県にある郡山女子高等学校に協力を仰ぎ、水澤成宏教諭と共同で情報の授業をオンラインで実施する。そして、利用した教材、端末、評価方法について考察することで、本研究の目的達成に必要なものを明らかにする。具体的に以下の3つについて明らかにする。

2-1：教材について

本研究のオンライン授業では、教材の共有もオンライン配信で行う。具体的にはPDFによる共有を行い、それにおける使用感や課題を明確にすることを目的とする。授業で利用する教材はCode School Finland社のAIカリキュラムにある「Code a Story」とする。（図1）

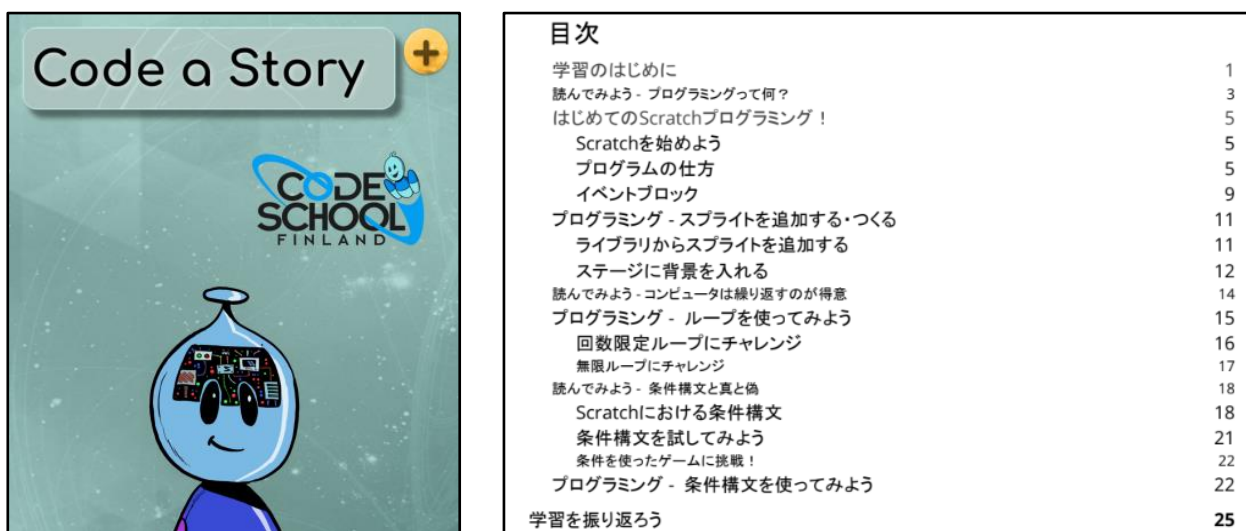


図1 教材と学習内容

Code School Finland社の教材は過去に筆者が研究で利用したことがあり、生徒が協働学習を行いやすい作りになっていることがわかっている。また、Code a Storyはプログラミングと日常使う言語の違いについて、物語を通して学ぶ形式になっているため、初めてプログラミングを学ぶ生徒に対して優しい教材となっている。今回はその中で「スクラッチの基本的な動作」「スプライトの追加」「ループ」「条件構文」を学習する。

また、オンライン授業の大きな課題として、教材の共有方法があげられる。対面授業ではその都度教員からプリントの配布などが行われるが、オンライン授業では授業を行う教員がプリントなどの教材を都度の配布を行うことが難しい。

その問題についてはGoogle Drive内にある教材を生徒に共有することとした。今回はライセンスの関係上Google Drive内にあるPDFを生徒にコピーするのではなく、権限を閲覧という形で配布を行う。

教員が生徒に対してデータの共有や資料の配布については教員のGoogle Drive内にあるデータをGoogle Classroomを利用して配信することが一般的であるが、アカウントの権限の関係上、学校が異なるアカウントを同じGoogle Classroomに入れることが難しい。そこで本研究ではGoogle Chatを利用した。Google Chatはグループ作成を行うときの設定で外部のアカウントを許可することが可能となっているため、生徒への共有が容易に行うことができることや生徒からの質問をスムーズに受け取ることができる。（図2）

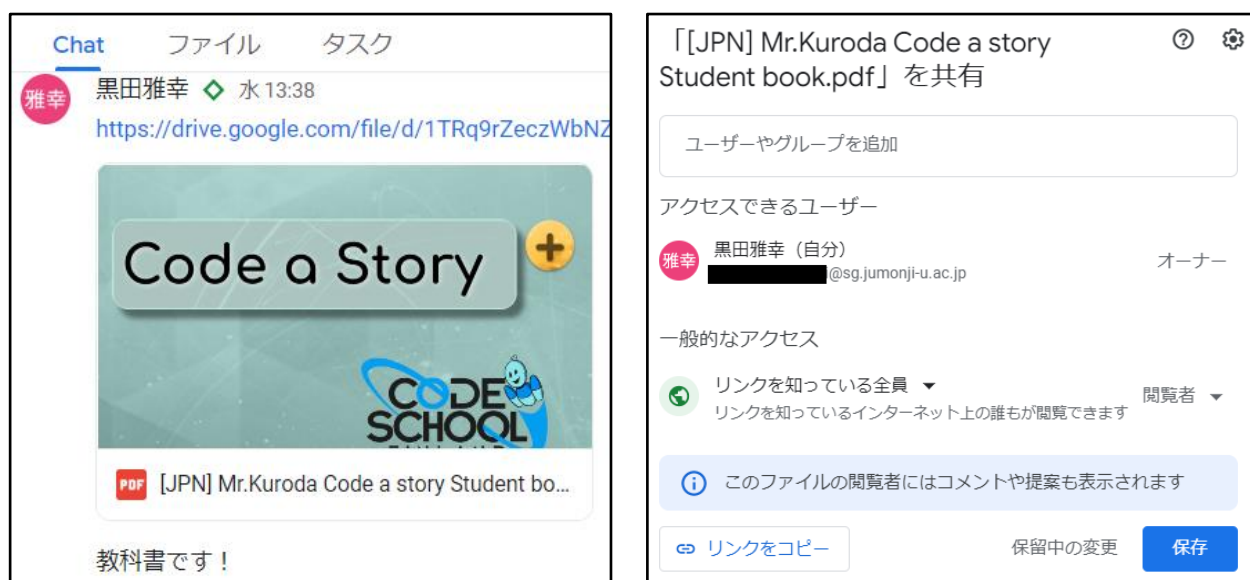


図2 教材の共有と権限について

2-2：モバイルディスプレイの利用

情報Iで扱うプログラミングの授業は教材を表示するディスプレイとプログラミングを表示するディスプレイが必要となるため、生徒が持っているノートパソコンのみでの利用ではすべてを利用することが難しい。しかし、AC電源を必要としないモバイルディスプレイを利用することで、生徒が利用するディスプレイを2つに増やし、それにより教科書用とプログラミング実践用のディスプレイを用意することができると考えた。

文科省(2020)によればGIGAスクール構想により、生徒が持っているパソコンは概ね5万円程度のもので使用されている。(表1)

表1 GIGAスクール構想における生徒用端末

Microsoft Windows	Google Chrome OS	iPadOS
OS : Microsoft Windows10 Pro CPU: Intel Celeron 同等以上 2016年8月以降に製品化されたもの ストレージ:64GB メモリ:4GB 画面 : 9~14インチ	OS : Google Chrome OS CPU: Intel Celeron 同等以上 2016年8月以降に製品化されたもの ストレージ:32GB メモリ:4GB 画面 : 9~14インチ	OS : iPadOS ストレージ:32GB メモリ:4GB 画面 : 10.2~12.9インチ

これらの端末は高いスペックを持っているわけではない。利用する端末によってはバスパワー(ACアダプターを必要としていない方法での利用)だけではモバイルディスプレイに必要な電源が足りないことも予測される。郡山女子大学附属高等学校で利用している端末がMicrosoft社のパソコンであったため、それに応じた4つのモバイルディスプレイを選定し、それぞれについて「大きさ」、「重さ」、「タッチパネルの有無」、「解像度」、「電源使用(消費電力)」の5つについて分けて授業を行う。そして、生徒がディスプレイについての使用感に差がでるのかを検証する。(表2)

表2 4種類のディスプレイについて

<p>Aディスプレイ サイズ:10.8インチ 重さ : 450グラム タッチパネル:あり 解像度:1366x 768 電源仕様:5v3A</p> 	<p>Bディスプレイ サイズ:12.3インチ 重さ : 548グラム タッチパネル:あり 解像度:1920x1280 電源仕様:5v3A</p> 	<p>Cディスプレイ サイズ:13.3インチ 重さ : 677グラム タッチパネル:あり 解像度:1920x1080 消費電力:9.25W</p> 	<p>Dディスプレイ サイズ:13.3インチ 重さ : 600グラム タッチパネル:なし 解像度:3840x2160 消費電力:10W</p> 
--	--	--	---

また、4種類のディスプレイ共通の機能として

- ・生徒が持っているパソコンとUSB-Cの接続のみで利用できるもの
- ・ディスプレイを立てかけることができるもの

とした。これにより、電源の場所を気にする必要がないことやパソコンと並列にディスプレイを並べられるようにした。(図3)

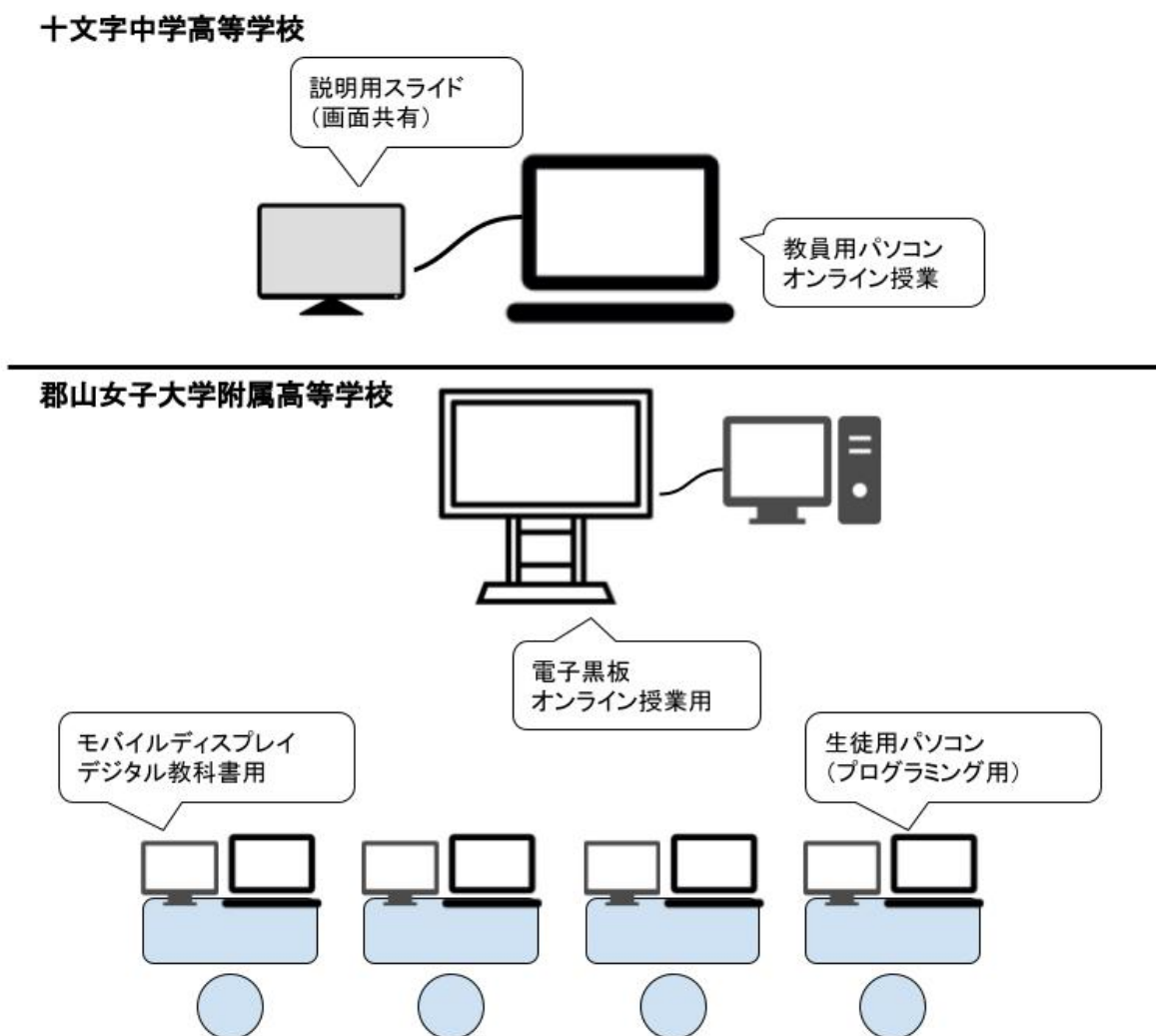


図3 オンライン授業の配置

2-3 : オンラインでの授業の評価方法の提案

オンライン授業は対面とは異なり”生徒がどのような活動を行ったのか”を把握することが難しい。特にグループワークなどをさせる場合、カメラを通じた評価が平等に行われているのかについても吟味する必要がある。Elizabeth F (2020) によればオンライン授業に適したLAT〔注1〕 (Learning Assessment Technique) を10個述べている。(表3)

表3 オンライン授業に適したLAT

分野の領域	LAT	概要
基礎知識	LAT 1 初回テスト	その学期の授業の第1日目に、成績評価の対象ではない最終テストと類似したテストを受ける。学生がその試験について自分の知識を自己評価し、最も簡単だと感じた問題と最も難しいと感じた問題を3つずつ選ぶ。学期の最後に、成績評価の対象となる本物の最終テストを受ける。
応用	LAT 14 気付き・資料・応用 (IRA)	リーディング課題に合わせて、新しい認識または理解（気付き）、文献のテーマや情報を増強するものとして自分が見つけた資料、および文献に関連した自分の個人的な経験の例の3つの要素を含むレポート課題に取り組む。
統合	LAT 23 コンセプトマップ	学習した複雑な概念、手順または過程についての考えや理解を示す図を作成する。アイデアを表す四角や丸と、アイデア間をつなぎ、それらの関係を表す線で構成されるネットワークの形で、アイデア間の関係を示す。
人間性	LAT 36 デジタルストーリー	最も基本的なレベルでのデジタルストーリー語りは、ストーリーを語るためにビデオ音声、グラフィック、ウェブ発行などのコンピューターのツールを使用する活動である。ストーリーは個人的なものでも学術的なものでもよいが、いずれにしても学生は、与えられた問題について受け手と気持ちを通じ合わせるために、関連した人生の経験を共有する。
関心	LAT 39 啓発広告	学生は、研究と説得スキルを使い、授業に関連した問題について啓発を行うための広告を作成する。
学び方の学習	LAT 50 個人的学習環境	個人的学習環境 (PLE) は特定の学習の意図に沿って個人がアクセスできる人とデジタルな資料の集合である。学生はそれらを目に見えるネットワーク図にすることにより、考えられるそれらの関係を図示する。人や資料などの要素は情報源を表し、線は情報源間の関係を表す。これによって、PLE は、学習者のインフォーマルな学習プロセスを視覚的に表し、個人の将来の学習可能性を具体的に明示するものになる。
応用	LAT 15 考察せよ	学生は、既に学んだ理論や概念(例えば論文のテーマ、科学的方法、プッシュ・プル要因など)が与えられ、新たな異なる文脈でそれを応用する方法を見つけるよう求められる。
応用	LAT 13 引用解説	最近のリーディング課題からの引用を示した配布資料が渡され、言い換え、解釈、コメントという明確なプロセスに従ってそれにコメントを付ける。
統合	LAT 26 総合論文	単独のリーディング課題に対応したり、その論評を行ったりするのではなく、複数の文献をまとめて考え、それらの共通点を引き出し、正式な論文の形でそれらの文献について書く。
関心	LAT 41 論説文	古典的な新聞の社説の応用である。学生の関心を引くトピックに関して論説文を書く全プロセスを学生が経ることを教員が促す。

また、西村(2020)によれば、「単元の「本質的な問い」を生徒自身が問わざるを得ないようなシナリオを設定して、パフォーマンス課題を考案する。」と述べ、6つの要素「Goal」「Role」「Audience」「Situation」「Product」「Standards and criteria for success」を考えて提案することが必要としている。

オンライン授業における評価を設定するにあたり、生徒の活動の様子を直接見ることができない中での評価方法を考えた結果、LAT 23（コンセプトマップ）を中心としたパフォーマンス課題を作成した。（図4）



図4 生徒の活動を評価するJAM BOARD

生徒が作成したプログラムのコードについて、どのような作品（Product）でその目標（Goal）を設定し、スプライトの動き（Role）や作成したプログラミングの評価（Standards and criteria for success）についてJAM BOARDを利用して表現する活動とした。

3. 授業実践

12月21日・23日の2日間、郡山女子大学附属高等学校の生徒を対象に4時間のオンライン授業を行った。参加生徒は5名で1時間ごとにパソコンとディスプレイを交換することで、ディスプレイの使用感についてもアンケートを行った。

3-1：機器の設定について

授業の配信はGoogle meetを利用した。授業を配信する教室内にある電子黒板のみを繋ぎ、生徒のパソコンのディスプレイにはプログラミングの画面とGoogle chatの切り替えができるように設定し、モバイルディスプレイは教科書を表示できるようにした。

生徒のパソコンはGoogle meetに入っていないため、教員への質問を行うツールとして教材の配布と同様のGoogle chat内で行う。（図5）

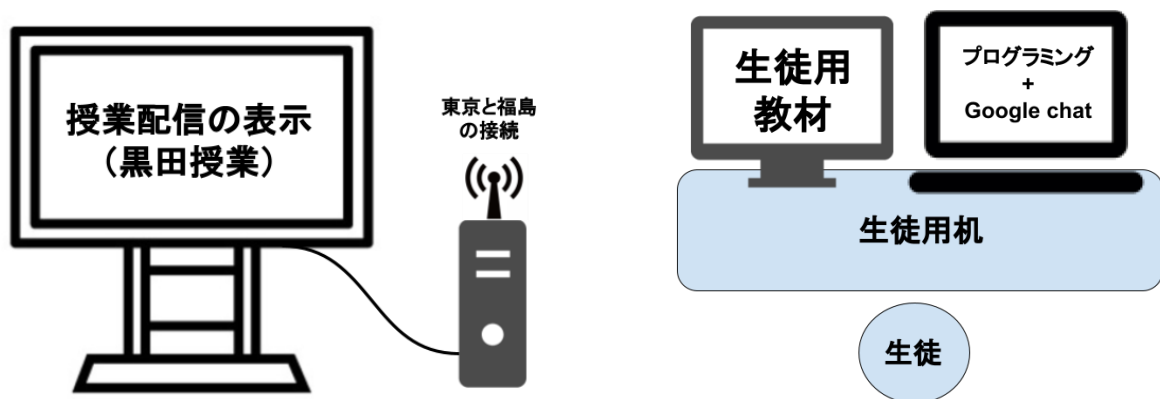


図5 電子黒板と生徒のパソコン・モバイルディスプレイ

3-2：授業配信について

授業配信のツールはOBS Studio（以下OBS）を利用した。授業を考えたとき、電子黒板では授業担当者と教材を同時に配信する必要があるため、教員と教材を1つの画面に収める必要があった。また、生徒の質問を即時共有するためにGoogle chatも授業画面に収めることとした。

OBSの設定をカメラ・教科書（PDF）・Google chatの表示と3つの表示を行い、それについて仮想カメラを利用することで複数のウィンドウを1つの画面に収めることができた。

その際に、授業者の後ろに緑のカーテンをつけることでクロマキー合成を行うことができ、授業者のみを教科書の上に載せることが可能となった。（図6）

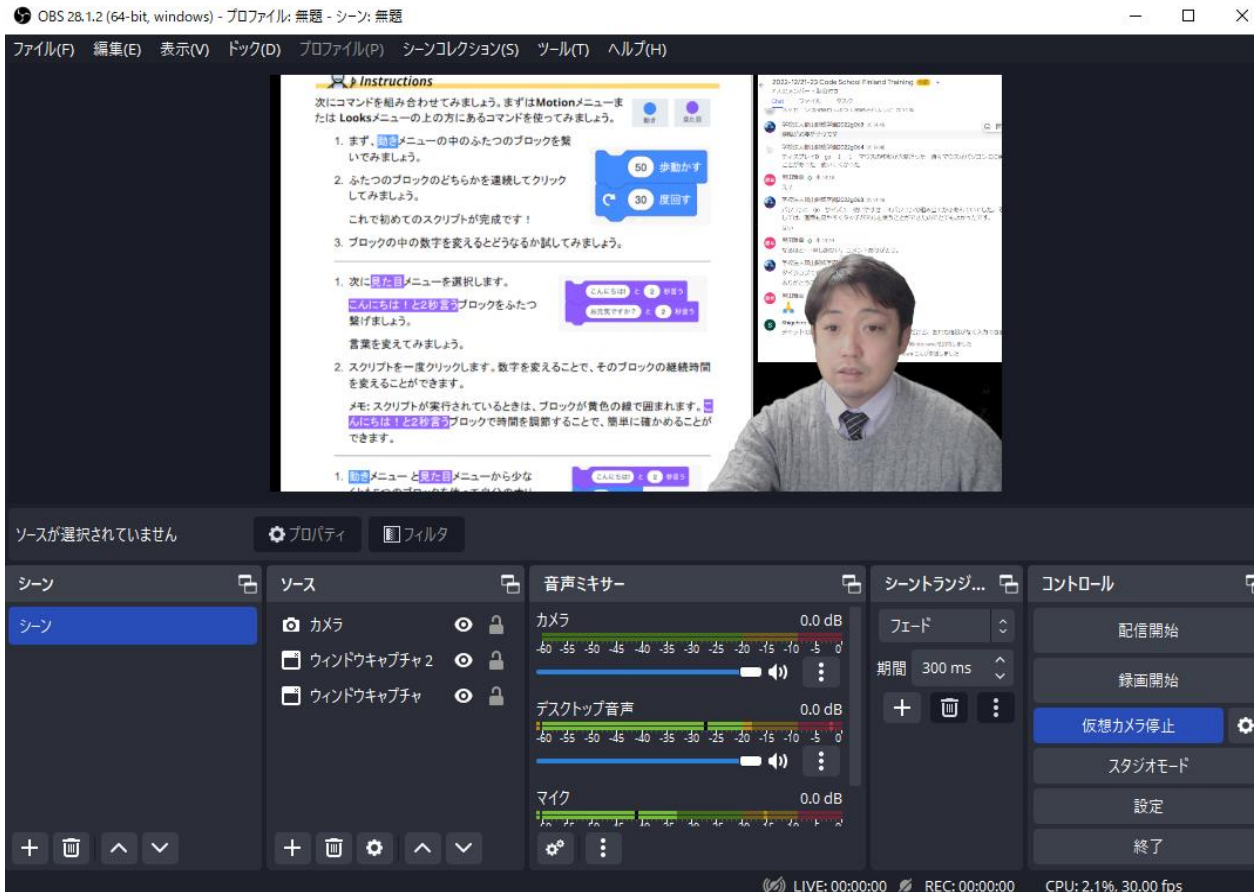


図6 OBSを利用した授業の配信

また、授業の中で生徒に対して具体例を示すためにGoogle スライドを利用し、生徒の活動を評価するためにJAM BOARDを利用した。(図7)



図7 Google スライドとJAM BORAD

3-3：授業アンケートについて

各授業において、Google formを利用したアンケートを実施した。郡山女子大学附属高等学校で利用しているパソコンがSurface go とSurface proの2種類を利用していたため、それぞれの確認も行った。（図8）

図8 Google formについて

4. 授業実践のまとめと考察

本研究で行った授業実践について以下にまとめる。

4-1：教科書の共有について

教材をGoogle chatで配布することにより、学校外の生徒に対してスムーズな配布をすることはできた。しかし、Google Drive内にあるPDFの中に書かれているURLを選択すると新しいタブが作成されるのではなく、現状の画面が変わってしまう問題が出た。これは、生徒が利用するGoogle Chromeのアドインの設定により図9のようなデフォルトの設定でPDFを開くことになり、その状態でURLをクリックすると教科書画面からURL画面に移動してしまうことがわかった。



図9 生徒のPDFの表示画面

教科書がPDFで配信される場合、Google Drive内にあるPDFファイルを開くために Adobe Acrobat for Google DriveをインストールすることでWebページを新しいタブで開くことが出来、解決できるとわかった。（図10）

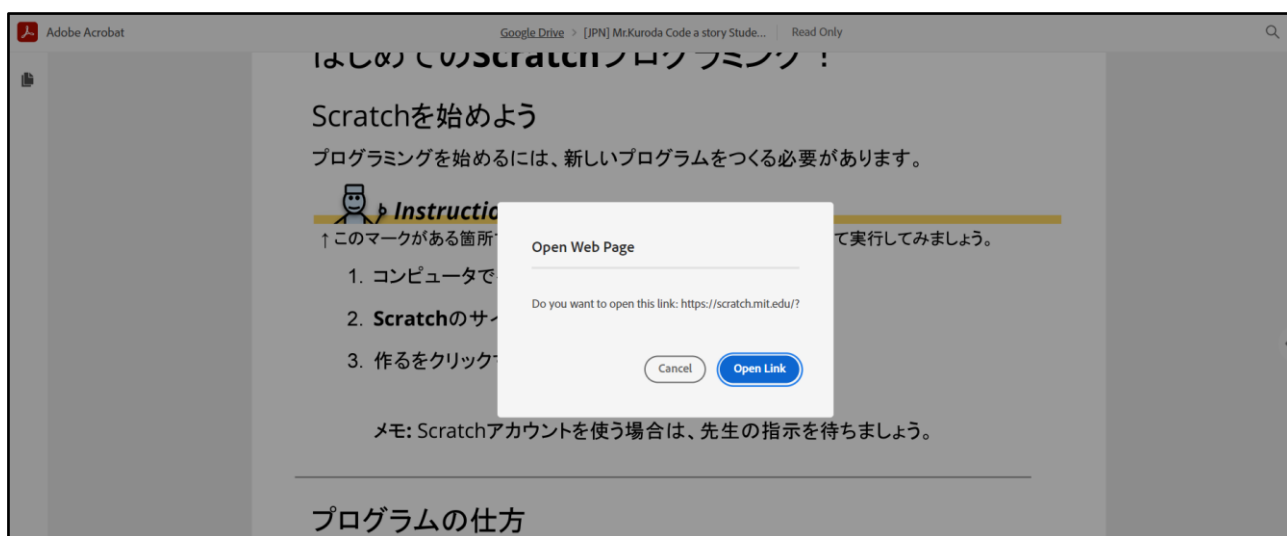


図10 Adobe Acrobat for Google DriveによるPDFの表示

学校を超えた授業を行う場合、お互いのパソコンについての設定を共有する必要がある。特にブラウザに対して拡張機能などを行っている場合、外部アカウントの利用を許可するものや管理者（教員）が強制的にインストールする必要がある。

4-2：教科書の内容について

本研究で行った授業の内容は大きく分けると「スクラッチの基本的な動作」「スプライトの追加」「ループ」「条件構文」の4項目となっている。

4時間の授業で1つずつをテーマにして授業を行った結果、生徒全員がそれらを複合したプログラムを作成することが出来た。複数のスプライトを使い、それぞれに対してコードをつけることができているため、学習内容を十分に理解をしていたと言える。(図11)

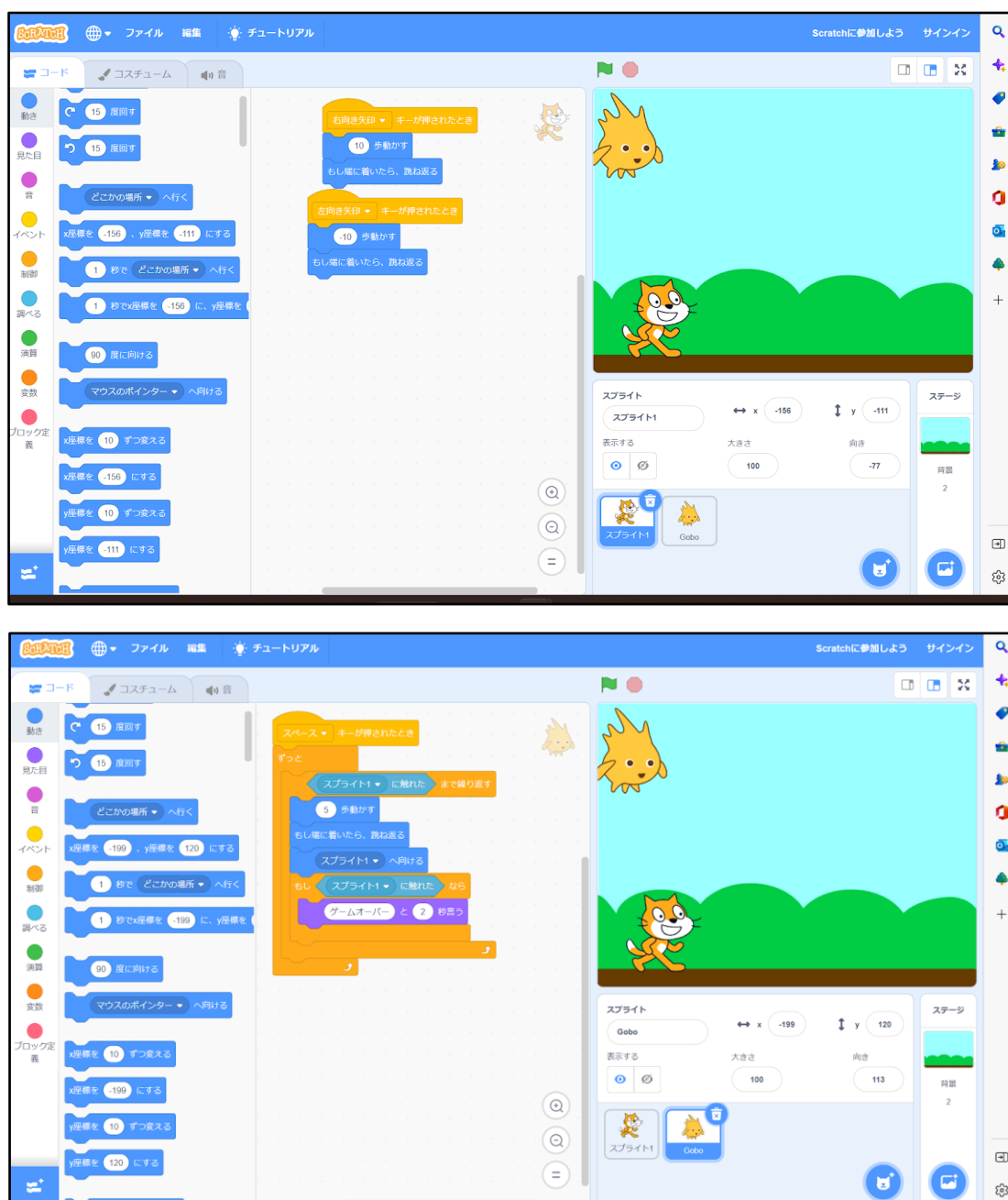


図11 生徒が作成したプログラム例

想定外な事としては、初回の授業は生徒が2画面を使ったパソコンの使い方に使ってしまったため、想定の内容をすべて扱うことができなかった。特に画面設定サブディスプレイの設定を行ったことがなかったため、本来の画面の拡張ではなくミラーリング（2つの画面が同じものになる状態）になってしまうことやサブディスプレイの解像度が異なり、アイコンが小さくなってしまふなどの問題が起きた。（図12）



図12 サブディスプレイの設定で起きた問題

4-3：モバイルディスプレイの感想について

オンライン授業で利用する電子黒板や生徒のパソコン、ディスプレイについては図4で述べた。実際に授業で利用した状況を図13に載せる。



図13 並列でのパソコンとモバイルディスプレイ

今回の授業で利用した机は2人用ではあったが、モバイルディスプレイについては机を圧迫するものではなく、パソコンと同時に机に載せることができた。生徒のパソコンはSurface goが2台、Surface Proが2台であり、今回の授業で利用したディスプレイA・B・C・Dの使用感について生徒のアンケート結果を表5にまとめる。

表5 ディスプレイA・B・C・Dの使用感（1：使いにくい ～ 5：使いやすい）

	1時間目	2時間目	3時間目	4時間目	平均
ディスプレイA	3	5	5	5	4.5
ディスプレイB	1	4	5	5	3.75
ディスプレイC	4	4	5	5	4.5
ディスプレイD	1	3	1	1	1.5

また表6にディスプレイの点数をつけた理由を載せる。

表6 ディスプレイに付けた点数の理由

	ディスプレイA（平均4.5）
1回目	操作が難しい
2回目	画面が明るかったからみやすかった 手で操作出来て楽だった
3回目	反応が良く、スクロールもCよりしやすかったため。
4回目	慣れてきたので使い勝手もわかってきたから。
	ディスプレイB（平均3.75）
1回目	操作が難しい
2回目	タブレットが少し不安定で倒れることが多々ありました。特に使いにくさも感じませんでした。
3回目	画面が大きくて明るかったから見やすかった
4回目	画面が綺麗で見やすかった
	ディスプレイC（平均4.5）
1回目	見やすく、タッチパネルは使いやすい
2回目	画面サイズが少し大きくてスクロールするのが大変だったから。
3回目	Dと違って、手で動かせるのがいいなと思いました。
4回目	動きやすかったからです。
	ディスプレイD（平均1.5）
1回目	マウスの移動が大変だった
2回目	手で動かすことができないのが面倒くさいなと思ったから。
3回目	マウスで動かすのが面倒だった。
4回目	ディスプレイを手動で操作することができなかったため。

このアンケートから、1時間目の点数についてはディスプレイの使いやすさではなく、サブディスプレイを利用することに慣れていないことが含まれていた。

しかし、ディスプレイDについてはタッチパネルが利用できないことや、パソコンの出力によっては電力が足りずAC電源を利用しなければならなかったことも使いやすさに強く影響が出ていた。次に使いやすさ以外を含めたアンケート結果を表7にまとめる。

表7 ディスプレイへの感想

ディスプレイA	
1回目	パソコンになれていないから、そもそも使いにくかった
2回目	Dよりも使いやすかった 画面にタッチして操作できるのがいい 画面は小さいが文字が見やすかった（画質が良かった）
3回目	Cを使った時より反応が良くてディスプレイの画面サイズも丁度良かったと思う。
4回目	サイズが少し小さいかなと思いました。電源を気にしながらやるのが少し大変でした。
ディスプレイB	
1回目	パソコンになれていないから、そもそも使いにくかった
2回目	反応も良くて使いやすかったです。ディスプレイもメインの画面とサブの画面の位置を前回と変えた結果、使いやすかったです。
3回目	Aより画面が大きいから見やすかった。Dよりは圧倒的に使いやすかった
4回目	本日二度目だったが使いやすかった 一番Bが使いやすかった
ディスプレイC	
1回目	特記事項なし
2回目	ディスプレイの画面サイズが大きいとスクロールするのが大変だったけど、大きい画面で見られるため見やすかったと思う。
3回目	画面の大きさはちょうどよく、使いやすいなと思いました。
4回目	画質もよく感じました。私は、Bのディスプレイが一番使いやすいと思いました。
ディスプレイD	
1回目	特記事項なし
2回目	二つの画面を大きく同時に見ることができるのはよかったけど、コードをつなぐなどの多少の面倒くささがあった。
3回目	マウスをディスプレイの方に持っていくのが難しいし大変でした。マウスが急に消えて動かなくなって戸惑いました。普通のディスプレイよりも操作が大変でした。
4回目	Dは生徒が使うには大きすぎるんじゃないかと感じた。生徒が使うとしたら、Aがいいと思う。反応の良さ、大きさ、使いやすさはAがいちばんよかった。

このアンケートでは使ったディスプレイだけでなく、今までのディスプレイとの比較やその他で感じたことまで書いてもらったが、使いやすさにおいてはディスプレイAかディスプレイBが最も使いやすいというアンケート結果になった。

4-4：生徒の活動の評価について

オンライン授業での生徒の活動を評価する際にJAM BOARDを利用したが、うまく活用することができなかった。その原因を以下にまとめる。

- ・生徒同士が作業の工程をJAM BOARDに残す習慣がなく、ノートや紙に書いてしまった。
- ・JAM BOARDの使い方の練習を行っていなかったため生徒から「使いにくい」という意見が出てしまった。
- ・生徒が扱うパソコンの画面（メインの画面）には、プログラミング実習とGoogle Chatの2つのタブがブラウザに表示されているため、JAM BOARDを開くことで3つのタブを管理しなければならず、切り替えが大変であった。

などが挙げられた。JAM BOARDは日常的に使っているツールではなかったため、生徒に使い方の指導をする時間を取っておく必要があった。

5. 考察と今後の展望

本研究では、情報科の教員不足解消の解決策の1つとして、学校間を超えた授業を展開することを挙げた。研究全体を通じた考察と今後の展望を述べる。

5-1：授業の準備について

本研究では授業準備として教材・ツールについて打ち合わせを行った。それぞれについての考察を行う。

5-1-1：Code School Finland社の教材について

著作権の問題などから教科書の共有を行うことが難しいと考え、PDFでの共有を許された教科書を利用した。学習内容については十分に指導ができることがわかったが、教材内にあるリンク（URL）に飛ぶことが困難であった。今回はデジタル教科書のプラットフォームを使うことはなかったが、実際に授業を行っていく場合はデジタル教科書ならではの利点を生かす方法を模索する必要がある。

5-1-2：オンラインツールについて

本研究ではオンラインツールとしてGoogle Workspace for Educationを利用した。具体的にはDRIVE、meet、Chat、JAM BOARDを利用したが、他校の生徒と連動するときに生じる問題として、初期設定の違いがあがった。

Google Workspace for Educationは各学校でアカウントに対して制限をかけることができる。特にデフォルトでインストールされていないアプリケーションなどを導入するときは管理者の権限が必要となる場合が多い。今回の授業ではほとんどの機能で問題なく利用することができたが、PDFの閲覧方法には問題が生じた。

他校とオンライン授業をする場合、オンラインツールとして何を利用しているかだけでなく、その細かい設定まですり合わせる必要があるであった。また、共通で利用していないアプリケーションについても確認を行い、それについての指導を事前に行ってもらった必要もあった。

5-2：授業の実践について

授業実践を行った結果、知識の伝達については十分に行えることがわかった。しかし、双方向型の授業になっていたかについては疑問が残る。

5-2-1：モバイルディスプレイについて

生徒のアンケートから、ディスプレイについては「10インチ～12インチ程度のものでタッチパネルが付いているもの」が使いやすいという結果になった。また授業後に生徒に直接話を聞いたところ、画面を縦と横を切り返すことや授業の途中で画面を大きくする（ピンチアウト）などは行っていないことがわかった。これについては生徒が使い方に慣れていないことも要因に考えられる。

5-3：生徒の評価について

オンライン授業を教室の電子黒板のみに写す関係上、生徒1人1人の活動についての理解が難しい。本授業では電子黒板に設置したパソコンについているカメラやマイクを利用していたため生徒全体を1度に見渡すことが難しかった点や、生徒からの質問などを聞き取ることが難しいという課題もあった。この課題は予測もされていたため、Google Chatを利用することで解決できると考えていた。しかし、生徒からは「パソコンで入力しないと質問ができない」ということに抵抗感もあるという意見があった。また、生徒を評価する方法として、どのような活動が行われているかを把握するためには、教室の電子黒板のみに授業を映すのではなく4人程度のグループを作り、そのグループに対してパソコンを設置し、オンライン授業の配信を行うことで生徒の活動をより細かく見ることができただけでなく、生徒からの質問も声で伝えることができると感じた。

6. 今後の展望について

本研究から、オンラインで他校の生徒に対して授業を行うことはできると確信を持った反面、その授業を正規のものと捉え評価を行い、成績に入れることは難しいと感じた。

現在の教育活動内で考えると「総合的な探究」など、より多角的な視野を持つ必要がある学びについて、この学習方法の高い効果を発揮することができると感じた。学校での評価を想定しない場合、授業担当者は学校の教員である必要がない。大学との連携や企業との連携など、様々な場面において本研究で行った授業方法が行えると確信した。

今後もオンラインで行う授業だからこそ既存の教育の壁を超えることができるような新しい教育の可能性を期待している。

【脚注】

〔注1〕LATとは相互に関連し合う3つの要素（①：意義のある学習目的を特定する②：効果的な学習活動を実施する③：成果を分析および報告する）から構成され、効果的な教え方の段階や要素を表現している。具体的活用例（学問領域と授業環境）は50個あげられている。

【参考文献】

【1】文科省 GIGAスクール構想の実現パッケージ

https://www.mext.go.jp/content/20200219-mxt_jogai02-000003278_401.pdf

【2】Elizabeth F. Barkley / Claire Howell Major 監訳 吉田 墨・2020

「学習評価 ハンドブック アクティブラーニングを促す50の技法

Learning Assessment Techniques A Handbook for College Faculty」

（東京大学出版会）

【3】西岡加名恵・2020「高等学校教科と探求の新しい学習評価」（学事出版）

共同研究者

（代表） 黒田 雅幸

鈴木 紀彦

加治 亜希子

松本 高陽