

ハイフレックス授業の方法について

藪哲郎

(奈良教育大学 技術教育講座 (電気))

How to Do HyFlex Classes

Tetsuro YABU

(Department of Technology Education, Nara University of Education)

要旨：筆者は2020年度に150回以上の双方向オンライン授業を行い、オンライン授業については一通りのノウハウを身につけた。2021年度は「座学」と「コンピュータを用いた演習科目」でハイフレックス授業を実施している。本報告では、ハイフレックス授業の方法について、そのノウハウを記述し、技術的な検討を行う。

キーワード：ハイフレックス授業 hyflex lessons

書画カメラ document camera

スピーカーフォン speaker phone

1. はじめに

2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大のため、ほとんどの授業がオンラインで実施された。筆者は150回以上の双方向オンライン授業を実施し、オンライン授業のノウハウは一通り身につけた(藪2021)。

2021年度は対面で授業がスタートした。しかし、新型コロナウイルスの感染の再拡大により、4月26日以降は全て非対面となった。6月7日以降は原則非対面であるが、実習など対面が必要なものは、「教室収容定員1/2以下かつ安全を確保できると教員が判断した場合」は対面での実施が可能となった。後期は原則非対面でスタートし、11月15日以降は原則対面となった。

筆者は2021年度の授業のうち、非対面での実施が困難である「電気実験実習」を除き、残りの科目については、対面で実施する場合、非対面での受講も可としている。すなわち、ハイフレックスで実施している。以下の形態の授業をハイフレックスで実施した。

- ・技術棟講義室で実施するホワイトボードへの板書を主体とする講義
- ・コンピュータ教室で実施するパソコンの演習を主体とした授業

いずれも遠隔での受講者に対する配信はTeamsを使った。本報告ではハイフレックス授業の方法について、そのノウハウ、技術的な検討を行う。

2. ハイフレックス授業に必要な設備

2.1. ホワイトボード板書授業

ホワイトボードに板書する授業をハイフレックス化するには以下の設備が必要である。

- (1) パソコン
- (2) USB接続できる書画カメラと専用アプリ
- (3) セカンドディスプレイ
- (4) スピーカー
- (5) マイク

各設備について説明する。

(1) メインとなるパソコンが教卓に必要である。技術教育専修ではほぼ全ての講義を技術棟講義室で行う。今回実施したハイフレックス授業は全て技術棟講義室から配信した。技術棟講義室の教卓にLenovo G50-80というノートパソコンを設置し、各教員のIDを作成した。ノートパソコンは盗難防止用ワイヤーで机に固定した。

(2) ホワイトボードを撮影して配信するために、パソコンにUSB接続できる書画カメラが必要である。通常、書画カメラには専用アプリが付属しており、メーカーのサイトからダウンロードできる。書画カメラ専用アプリを用いてカメラの映像を全画面表示し、それを画面共有する。以下の2つの理由により専用アプリの使用が必要である。(a) 書画カメラは本来は机上を撮影するためであるので、前方を撮影すると上下が逆になる。専用アプリの機能を用いて上下反転させる。

(b) Teams などの遠隔会議システムでは、カメラの映像は解像度を 640×480 程度に落としてから送信する。一方、画面共有をすると 1920×1080 の解像度の映像を送信する。 1920×1080 の高解像度を確保するために、専用アプリを全画面表示する。

書画カメラとしてコロナ禍以前から技術棟講義室に設置されていた Epson の ELPDC21 という機種を用いた。書画カメラ用のアプリは Easy Interactive Tools という名称で、Epson のサイトからダウンロードした。

コロナ禍以前に発売された書画カメラにはビデオ出力のみを持ち、USB でパソコンと接続できない機種がある。そのような機種は、ハイフレックス授業に用いることはできない。

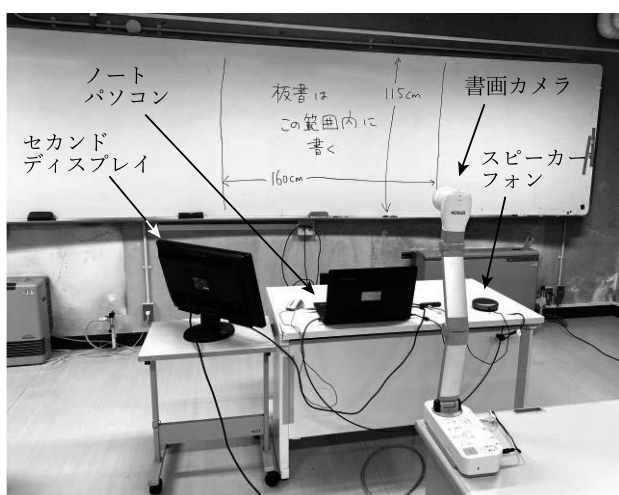


図1 ハイフレックス授業の設備

書画カメラでホワイトボードを撮影して配信する場合、書画カメラの撮影範囲の上端と下端をホワイトボードの上端と下端にそれぞれ合わせる。Easy Interactive Tools でホワイトボードを撮影して全画面表示すると、縦横比は 4:3 になる。図 1 にホワイトボードの使用例を示す。撮影範囲の境界を示す縦線を引き、板書はその範囲内に書かねばならない。技術棟講義室の場合、ホワイトボードの縦幅は 115 cm、使用可能な横幅は 160 cm 程度であった。書画カメラの位置が低いと、ホワイトボードに蛍光灯が映り込み、まぶしくて見づらい。カメラの位置はできるだけ高い位置に設定する。

今回使用した書画カメラである ELPDC21 はカメラ本体がズーム機能を持っているので、ホワイトボード上の特定の範囲を撮影することができた。1 万 5 千円程度の書画カメラはカメラ本体にはズーム機能がないが、専用アプリがズーム機能を持っているので、同等の撮影が可能である。

「Web カメラ」と「カメラの映像を表示するだけのアプリ (Camera Viewer というキーワードで検索すると見つかる)」を使っても原理的には同等のことが可能である。しかし、Camera Viewer は拡大／縮小機能を持

たないので、カメラの撮影範囲をホワイトボードの特定の範囲に合わせるには、Web カメラとホワイトボード間の距離を調節するしかない。Web カメラをピンポイントで特定の位置に配置するのは、困難である。安価な書画カメラは 1 万 5 千円程度で入手できるので、書画カメラを用いるのが無難である。

(3) 書画カメラの映像を送信するために、メインディスプレイ (ノートパソコンの画面) の画面全体を共有するので、遠隔で受講する学生の確認やチャットなどのために、セカンドディスプレイが必要である。図 1 のようにメインディスプレイの右隣にセカンドディスプレイを配置した。今回は 1920×1080 のディスプレイをアナログ接続して用いた。ノートパソコンの画面モードは「拡張」に設定し、2 画面使えるようにする。

技術棟講義室には 100 インチのスクリーンがあり、スクリーンを下ろすと、左半分をスクリーン、右半分をホワイトボードとして授業ができる。以下のように設定すると、遠隔で受講する学生と教室で受講する学生が互いに姿を確認できる。

- ・セカンドディスプレイの代わりにプロジェクタを使い、遠隔で受講する学生の姿を写す。
- ・ノートパソコンに Web カメラを取り付け、教室内の学生を映す。

上記の形態での授業も実施したが、以下の理由により、最終的にセカンドディスプレイを使用する方法に帰着した。

- ・「スクリーン」と「マウスとキーボード」が反対方向にあるので、非常に操作しづらい。マウスカーソルを見失ったとき、発見しづらい。
- ・準備に手間がかかる。
- ・遠隔の学生、教室の学生に聞いてみたところ、どちらの学生も「映像はなくてもよい」と返答した。

今回技術棟講義室で実施したハイフレックス授業では、遠隔の学生と教室の学生は、音声では繋がっているが、映像ではお互いに相手が見えない状態であった。

(4) 遠隔で受講する学生に発問し、答えを得るとき、その音声を教室全体で共有するにはスピーカーが必要である。ノートパソコンの内蔵スピーカーでは音量不足なので、スピーカーフォン (スピーカーと全方向マイクが一体となった製品で、会議用マイクスピーカーとも呼ばれる) が必要である。Shenzhen eMeet technology Co.,Ltd. という会社の「eMeet Luna Lite スピーカーフォン 会議用マイクスピーカー」を用いた。この製品はマイク機能 (360° 全方向集音マイク 5-8 名対応) も持っている。

(5) 教師の話し声を遠隔の学生に届けるためにマイクが必要である。授業者はノートパソコンからある程度離れた場所で講義をするので、ノートパソコンの内蔵マイクでは音質が良くない上に、教室内の学生の声が拾いにくい。マイクとして「パソコンにワイヤレス接続するマイク」と「スピーカーフォンのマイク機能」を試した。メリットとデメリットを表1に示す。ワイヤレスマイクは Alvoxcon UM310 という製品を用いた。

表1 マイクの比較

	ワイヤレスマイク	スピーカーフォン
長所	・教師の声が明瞭に拾える。	・教室の学生の声が拾える ・準備の手間が少ない
短所	・教室内の学生の声が拾いにくい。 ・胸につけるので教師の顔の向きで音量が変わり、音量がやや不安定である。 ・ワイヤレスマイクの充電など準備の手間が少し増える	・空調の音、教師の靴音、壁の反響音などを拾うので、ワイヤレスマイクに比べると音質が劣る

2.2. コンピュータ教室で実施する情報系授業

情報館の演習室 2A, 2B, 301 などはコロナ禍以前から以下の設備があった。

- (1) 教師卓は2個のディスプレイ
- (2) 天井からつり下げられたスピーカー
- (3) 学生卓に教師の画面を映すサイドディスプレイ

情報館の藤田氏に依頼して、以下の設備を教師用パソコンに USB で接続してもらった。

- (4) Web カメラ (マイク内蔵)
- (5) スピーカーフォン

(4) は教室内の映像を送信するためとマイクとして用いる。(5) はスピーカー及びマイクとして利用する。(2) のスピーカーは以下の欠点がある。

- ・遠隔で受講する学生と会話するとき、学生の声はスピーカーから聞こえる。スピーカーの位置は教師からかなり離れており、聞き取りにくい。
- ・アナログ接続のため、無音時に「ジュー」というノイズが発生する

マイクは Web カメラ、スピーカーフォンのどちらを使っても、教師の声の音質に大きな差は無かった。教室で受講する

学生の声も遠隔の学生に届ける必要があるときはスピーカーフォンを使用し、そうでないときは、どちらを使ってもよい。

2.3. 音声出力の概念

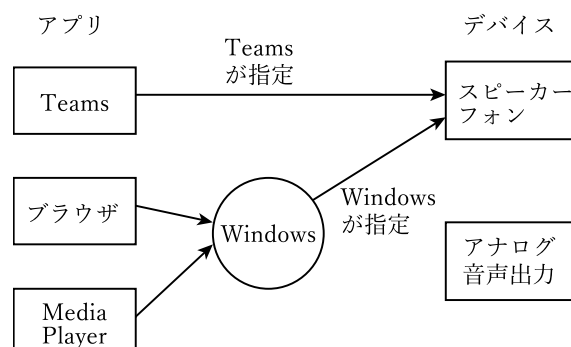


図2 Windows の音声出力の概念

図2に Windows における音声出力の概念を示す。音声出力という観点から見ると、Windows アプリは2つに分類できる。一つは「音声の出力先を設定できるアプリ」であり、もう一つは「音声の出力先は Windows が指定した出力先に従うアプリ」である。Teams や Audacity は前者であり、ブラウザや Media Player は後者である。複数のアプリの音声出力が1つのデバイスに向けられているときは、音がミックスされる。

ブラウザで youtube を再生するときは、以下の2点が満たされている必要がある。

- (1) 教室の学生のために「Windows が指定する出力先」をスピーカーフォンに設定する。
- (2) 遠隔の学生のために画面共有時に「コンピュータサウンドを含む」にチェックを入れる。

Teams のデバイス設定にスピーカーを選択するメニューがある。これは遠隔で受講する学生の音声をどこに出力するかを決めるメニューであり、ブラウザで再生した音声の出力先とは関係ない。Windows における音声の扱いが図2の概念に従うことを理解しておかないと、「音が出ない」というトラブルに対処できない。

3. ハイフレックス授業の実施結果

3.1. 実施した授業

筆者が実施する授業のうち、はんだ付けなどの実習を行う「電気実験実習」は対面で実施した。それ以外の授業については、対面で実施する場合は遠隔での受講も可能とした。11月12日の時点で、2021年度の以下の授業をハイフレックスで実施した。

技術棟講義室で実施した授業

- ・情報基礎 8 コマ
- ・電気基礎 3 コマ
- ・電気回路学 1 コマ

……以上の授業の受講生はいずれも6名である。遠隔で受講した学生は1名～3名であった。
 ・専修基礎ゼミ1コマ……受講生は6名である。遠隔で受講した学生は1名であった。

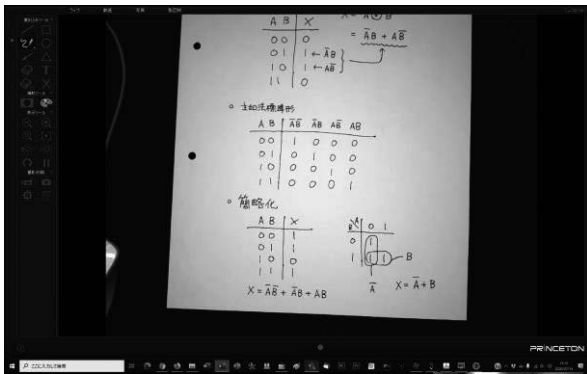
コンピュータ教室で実施した授業

- ・家庭電気・機械及び情報処理3コマ……受講生は11名であり、遠隔で受講した学生は7名～9名であった。
- ・専修基礎ゼミ1コマ……受講生は6名である。遠隔で受講した学生は2名であった。
- ・情報技術実習2コマ……受講生は8名である。遠隔で受講した学生は7名であった。

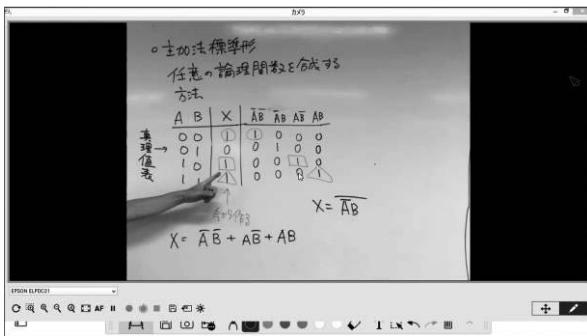
3.2. 書画カメラを用いたホワイトボード板書授業

ハイフレックス授業の実施には以下の準備が必要である。

- ・教卓上のノートパソコンにログインする
- ・書画カメラの電源を入れ、書画カメラ専用アプリを起動する
- ・ホワイトボードにピントを合わせ、撮影可能範囲を表す境界線を引く
- ・スピーカーフォンの電源を入れる



(a) 2020年度のオンライン授業



(b) 2021年度のハイフレックス授業

図3 A4の紙に書く板書とホワイトボードに書く板書の比較

講義と講義の間の休み時間が15分あるので、準備時間は十分にあった。

授業中に何回か発問をし、教室や遠隔で受講している学生に答えさせる。教室内に全員が居るときに比べると、遠隔で受講する学生のレスポンスは、マイクをonにする時間が必要など、若干劣るが、大きな問題ではなかった。

全員が教室に居るときに比べると、ハイフレックス授業時は図1に示すように、ホワイトボードの全面を使うことはできず、使用可能な横幅は小さくなる。授業をしてみたところ、それほど不便だとは感じなかった。

板書を主体とする授業を、非対面の双方向オンライン授業として実施する場合、筆者は書画カメラでA4の紙を映し、その紙に1mmの太いボールペンで書くことで板書の代わりとしている。そのときに配信した映像(2020年度の録画)とハイフレックス授業で配信した映像(2021年度の録画)を比較したのが図3である。どちらも「情報基礎」の主加法標準形の説明の部分である。

A4の紙に書く方が、画面上の文字サイズが少し小さいので、書くことができる文字の量は少し多くなる。しかし、顕著な差とは言えない。ホワイトボードを書画カメラで撮影する方法で、授業に必要な面積を十分に確保できていると言える。

双方向オンライン授業のときのように、A4の紙に太いペンで書くのを書画カメラで撮影し、それをプロジェクタでスクリーンに投影する方法も試した。しかし以下の2点より、ホワイトボードへ板書する方が優れているので、その方法は却下した。

- ・立ってホワイトボードに書く場合、書きながら学生に目を向けることができるが、座って下を向いて紙に書く場合、下を向いたままになり、学生に目を向けるのが難しい。
- ・プロジェクタで投影した手書きの文字は小さく読みづらい。技術棟講義室の100インチのスクリーンの場合、大きめに書いた紙上の1cm四方の手書き文字がスクリーン上で5cm四方くらいになる。ホワイトボードに書く場合の文字サイズは8cm四方程度なので、ホワイトボードの板書文字の方が見やすい。

3.3. マイクに関する検討

表1でマイクに関する比較を行った。教師の音質重視ならワイヤレスマイク、教室の学生の声を拾うことを重視するならスピーカーフォンである。

壁の反射音については、今回、初めて気がついたことである。自宅や大学の居室でオンライン講義を配信するときは、マイク(Webカメラ内蔵マイク)が近くにあり、壁による反射音は気にならない。一方、技術棟講義室にスピーカーフォンを設置して音を拾うとき、壁で反射した音が音質を劣化させる。誇張して言うと、風呂場で録音したような音になる。人間の耳は、聞こえてくる音のうち、

反響成分を打ち消す機能を持っているようである。教室内で会話するとき、教室の壁での反射音は気にならないが、録画を聴くと、壁の反射音のため、明瞭さが少し落ちる。

スピーカーフォンを使うと、教師の声の音質はワイヤレスマイクより若干劣るが、十分に聞き取れるレベルであるのと、設定がシンプルで準備が楽なので、ほとんどの授業はスピーカーフォンのマイクを使って実施した。

3.4. コンピュータ教室におけるハイフレックス授業

「家庭電気・機械及び情報処理」では PowerPoint のベジェ曲線やガイド機能を用いて、水着やマスクの型紙を作成する作業を行う。

「専修基礎ゼミナール」では Word, Excel, PowerPoint の使い方に関する実習を行う。

「情報技術実習」ではコンピュータの動作原理を理解する実習を、各自の PC を操作することで行う。

いずれも、教師が理論的な説明や実習方法を説明し、学生は各自の PC で作業を行う。対面で実施していた時代においても、コンピュータ教室で授業をしていたので、準備に要する時間は Teams へのログインが余計にかかる程度であり、準備のための追加の負担はほとんどなかった。

大学のコンピュータ教室で受講する学生は、自分の画面と別に、教師の画面を映すためのサイドディスプレイがある。一方、非対面で受講する学生は、画面を1個しか持たない場合、自分が作業するための画面の中に Teams のウィンドウを開かないといけないので、作業しづらいと思われる。非対面で受ける授業のうち、パソコンを使う作業を含む授業は、「Teams のウィンドウを映す画面」と「自分が作業する画面」を確保するために、2画面あった方がよい。1画面しか持たない学生はパソコンの画面は作業用とし、スマホやタブレットを Teams の動画受信用として利用した者もいた。

コンピュータ教室での実習系授業では、教師が学生のパソコンを操作して指導する必要が生じる。

大学のコンピュータ教室で受講する学生に対しては、学生のところまで教師が行き、指導する。コロナ禍なので接触は可能な限り避けるが、どうしても必要な場合は教師が学生のパソコンを操作する。

遠隔で受講する学生に対しては、学生の画面を共有して指導する。「制御を取得」すれば学生のパソコンを教師が操作することができるので、対面と同等の指導が可能であるが、以下の2つの要因により、レスポンスは対面より若干劣る。

- (1) 指導開始時に、遠隔の学生は画面共有の操作をし、教師は制御を取得する必要がある。これに少し時間が必要である。
- (2) 教室の学生のパソコンを教師が直接操作するのに比べると、遠隔の学生のパソコンの操作はネットワークの状況にもよるが、カーソルの移動などの動作が鈍い。

(1) については教室で受講する学生の場合は、その学生の席まで教師が歩いてゆく必要があるので、遠隔の学生の方が不利とは言えないかもしれない。総合すると、遠隔で受講する学生の個別指導は、教室の学生の個別指導より時間がかかるが、体感では1.5倍以内に収まっているように思える。大きな問題とは言えない。

4. おわりに

ホワイトボードに板書するハイフレックス授業は対面授業に比べると教師の負担は準備のために10分程度増える。しかし、学生が節約できる通学時間はそれより遙かに大きい。また交通費も節約できる。

技術棟講義室をハイフレックス用に整備したことは、ハイフレックス授業に対する敷居を非常に低くした。講義棟に行って、授業ごとに「ノートパソコンの設置、書画カメラの接続、セカンドディスプレイの接続、スピーカーフォンの接続」を行う必要があったなら、継続できなかったかもしれない。ハイフレックス授業の実施にはそれに対応した教室の整備が必要である。

コンピュータ教室におけるハイフレックス授業は設備があらかじめ整っているため、対面授業に比べて手間はほとんど増えない。

ハイフレックス授業は学生のメリットが大きいので、筆者は遠隔での受講を希望する学生がいる場合は、ハイフレックスで実施している。遠隔に学生が居ない場合でも、復習用に Teams で会議を立ち上げ、録画している。すなわちハイフレックスとほぼ同等の状態です。

教育効果について客観的な評価はできなかったが、授業者の実感としては、全員対面と比べて大きく変わらないように思われた。

今回使用した ELPDC21 に付属する Easy Interactive Tools というアプリが表示するカメラ画像は、縦横比が4:3であり、使用可能なホワイトボードの横幅は160 cm 程度である。書画カメラとして Princeton PDP-U8MA という製品と付属アプリ Ez DoQ Pro を使い、最も横幅が広いモードに設定すると、縦横比が19:10のカメラ画像が得られる。そのときに使用可能なホワイトボードの横幅は235 cm 程度である。コロナ禍以前から ELPDC21 が設置されていたので、それを継続して使ったが、使用可能なホワイトボードの横幅は広い方が授業しやすいので、PDP-U8MA + Ez DoQ Proの方が優れている。書画カメラを選択するときは、付属アプリが表示する画像ができるだけ横長になる機種を選択すべきである。

参考文献

- 藪哲郎 (2021), 「オンライン授業の方法について」, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第7号, pp.189-195, March 2021.

