

# すべての授業を録画してアーカイブ，反転授業の教材として配信

大垣西高等学校 大橋 啓輔

## 1 研究のねらい

「授業は水物」とはよく言ったもので，その時のクラスのコンディションは授業に大きく影響し，生徒は同じ授業をもう一度受けることはできない，というのは我々が先輩から受け継いできた金言である。また，学校を欠席すれば授業を受けられないということも，これまでは当たり前のことであった。しかし，コロナ禍をきっかけとしたテレワークや，遠隔授業の普及により，状況は少しずつ変わってきている。すなわち，ビデオ会議システムを利用することにより，生徒は自宅にいながら授業を受けることも，録画されたコンテンツを好きな時に視聴することも可能となってきた。もちろん，先の金言は「学校での学習は多くの生徒にとって一度きりのことだから，1回1回を大切にし，生徒の実態に合わせて内容や展開を変化させよう」という教訓であり，今回の実践はそれを破ろうとするものではない。そのような技術を使って授業をアーカイブ（デジタルデータとして整理して保管すること）し，オンデマンドで生徒に配信することができれば，生徒の主体的な学習に役立つのではないかと考えたのである。

また，授業の記録は我々の教材研究の効率化にもつながると考えた。大雑把に言えば，我々の授業は毎年ほぼ同じ内容の繰り返しである。もちろん，学術的な新発見やルールの変更，学習指導要領の改定による多少の変化はあるが，特に高校物理や数学などは100年以上前に議論し尽くされてほぼ完成しているため，変化は乏しい。だったら，今日実施した授業を記録しておいて1年後に利用する（そのまま授業中に再生するのではなく自宅学習に利用する）ことができるのではないだろうか。幸か不幸か，本校におけるすべての年次で物理を担当しており，それらを記録することは可能である。等速直線運動から素粒子まで，高校物理をある程度網羅した授業の録画があれば，少なくとも明日の授業の起点に困ることは無くなるのではないだろうか。授業のベースとなるものが動画として手元にあれば，それにアレンジを加えて授業改善を行うのも，比較的容易にできるのではないかと考えた。

研究実践に際しては，なるべく特別な機材は使わずに，原則どの県立高校にも整備されているものを用いることとした。

## 2 実践した内容 I

### (1) 授業の録画

令和5年度の授業は，生徒に示すもののほとんどをプロジェクターでホワイトボードに投影し，説明の音声と共に録画した（演示実験の内，デジタル教科書にないものや生徒実験については，録画せずに実施した）。板書は，ホワイトボードにマーカーで書き込むのではなく，図1のように，手元の用紙やテキストに鉛筆などで書き込む様子を書画カメラを用いて投影した。

要するに，配信を想定して，授業中の教員の説明を極力プロジェクターの画角内に収めるようにしたのである。この年の1年をかけて，ほぼすべての授業の内容を録画した。

録画はMicrosoft Teams（以下，チームス）の会議を利用して次のように行った。

- ① 自分一人だけが参加するチームを作成する。  
※ チームの作成は県や学校で定めたルールに則る（チーム名や届け出など）。
- ② 授業時には①のチームでWEB会議を開き，図1のようにホワイトボードに投影する。
- ③ 授業の始めに，図2のように画面録画を開始する。録画には説明している音声も含まれる。※ チームスの録画機能では音声データの文字起こしも自動で実行される。
- ④ 教科書は指導者用デジタル教科書を投影し，画面を切り替えても録画が継続されるように，WEB会議の画面共有機能を用いる。
- ⑤ 最初の授業では録画の趣旨を生徒に説明し，クラス全員の承諾を得る。生徒の個人情報保

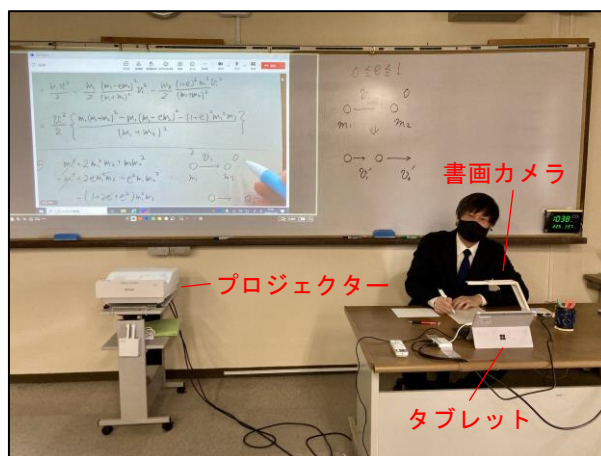


図1 録画を想定した授業 ホワイトボードを用いた説明の場面では，教員は座って生徒の方を向いて授業を行う。

護の観点から、授業中は呼名を控え、発問に対しては予め決まった順番で発言を求める。また、生徒の姿や声は極力動画に録音されないように注意する。

- ⑥ 授業の終わりにレコーディングを終了し、会議室を閉じる。数分後、授業1コマ分の動画がMP4形式でチームの共有フォルダ（Microsoft SharePoint）内「Recordings」に作成される。
- ⑦ 作成された動画ファイルをクリックすると、図3のようにブラウザでMicrosoft Streamが起動して再生される。
- ⑧ 同系統であってもすべてのクラスの授業を録画し、最もよくできた授業を1つ残した。

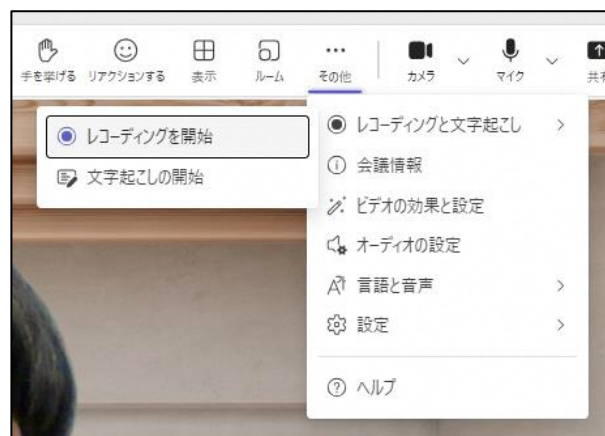


図2 チームスの画面 その他→レコーディングと文字起こし→レコーディングを開始、で画面録画が始まる。

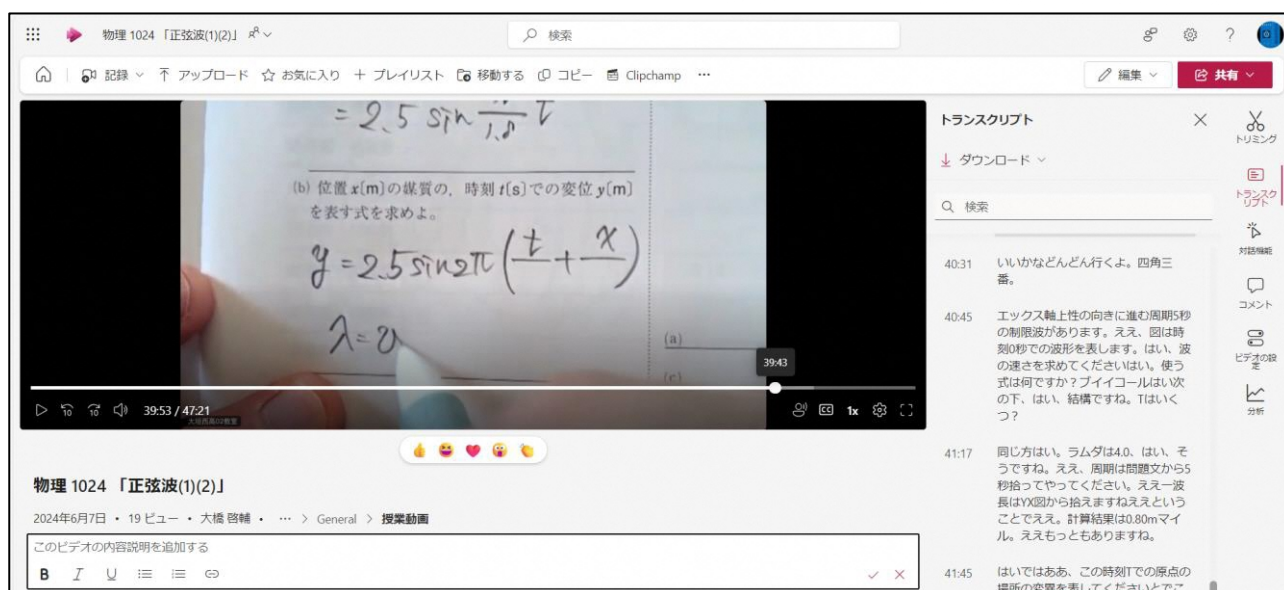


図3 ストリームの画面 チームスの共有フォルダ上の動画ファイルを再生、移動、ダウンロード、編集したりできる。

表1 授業動画のリスト ファイル名は授業内容と実施日を表す。1年生58本、2年生83本、3年生54本。

|                           |                          |                             |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 物基 0420 有効数字              | 物理 0502 剛体にはたらく力の合力      | 物理 1402 静電気力                |
| 物基 0421 等速直線運動            | 物理 0510 剛体棒にはたらく平行な二力の合力 | 物理 1405 クーロンの法則、静電誘導、誘電分極   |
| 物基 0427 等速直線運動のグラフ        | 物理 0511 重心①              | 物理 1407 箔検電器                |
| 物基 0428 合成速度、相対速度         | 物理 0516 重心②、運動量と力積①      | 物理 1409 電場①                 |
| 物基 0511 等加速度直線運動①         | 物理 0517 運動量と力積②          | 物理 1413 電場②                 |
| 物基 0512 等加速度直線運動②         | 物理 0518 運動量と力積③          | 物理 1415 電位①                 |
| 物基 0518 等加速度直線運動③         | 物理 0523 運動量の保存           | 物理 1419 電位②                 |
| 物基 0519 等加速度直線運動④         | 物理 0524 反発係数①            | 物理 1420 電位③                 |
| 物基 0525 自由落下と鉛直投下         | 物理 0525 反発係数②            | 物理 1422 電位④                 |
| 物基 0526 鉛直投げ上げ            | 物理 0530 反発係数③、等速円運動と角速度  | 物理 0412 コンデンサー①             |
| 物基 0616 波の性質 (1) ①        | 物理 0531 等速円運動の加速度        | 物理 0415 コンデンサー②             |
| 物基 0622 波の性質 (1) ②        | 物理 0601 向心力              | 物理 0418 コンデンサーの接続           |
| 物基 0623 波の性質 (2)          | 物理 0612 慣性力①             | 物理 0419 コンデンサーに蓄えられる静電エネルギー |
| 物基 0628 波の性質 (3)          | 物理 0613 慣性力②             | 物理 0424 電流計と電圧計             |
| 物基 0630 横波と縦波             | 物理 0615 遠心力①             | 物理 0425 回路中の電位              |
| 物基 0706 横波と縦波、波の重ね合わせ (1) | 物理 0619 遠心力②             | 物理 0426 キルヒホッフの法則           |
| 物基 0707 シタ、波の重ね合わせ (1)    | 物理 0621 三角関数①            | 物理 0501 電池の起電力、抵抗の測定        |
| 物基 0714 定在波               | 物理 0624 三角関数②            | 物理 0502 メートルブリッジ、非直線抵抗      |
| 物基 0719 波の重ね合わせ (2)       | 物理 0625 単振動              | 物理 0509 コンデンサーを含む直流回路       |
| 物基 0825 音波                | 物理 0626 単振動、水平ばね振り子      | 物理 0510 電流のつくる磁場            |
| 物基 0907 うなり               | 物理 0627 鉛直ばね振り子          | 物理 0516 直線電流のつくる磁場の合成       |
| 物基 0908 弦の振動              | 物理 0703 ケプラーの法則          | 物理 0517 電流が磁場から受ける力         |

|                                 |                            |                                          |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| 物基 0914 気柱の振動                   | 物理 0704 万有引力               | 物理 0522 平行電流が及ぼし合う力，ローレンツ力               |
| 物基 0915 気柱の共鳴                   | 物理 0705 静止衛星の高度と重力加速度      | 物理 0523 加速器                              |
| 物基 0929 電流と電気抵抗①                | 物理 0710 静止衛星の速さと第一宇宙速度     | 物理 0524 荷電粒子の螺旋運動，レンツの法則                 |
| 物基 1005 電流と電気抵抗②                | 物理 0711 万有引力による位置 E        | 物理 0527 レンツの法則，磁束と磁束密度                   |
| 物基 1006 電流と電気抵抗③                | 物理 0712 第二宇宙速度             | 物理 0529 磁束密度と磁束，ファラデーの電磁誘導の法則            |
| 物基 1013 抵抗の直列接続・並列接続            | 物理 0829 気体の圧力，ボイル・シャルルの法則① | 物理 0531 半導体ダイオード                         |
| 物基 1018 電気回路                    | 物理 0830 ボイル・シャルルの法則②       | 物理 0606 半導体トランジスタ                        |
| 物基 1019 電力・電力量・ジュール熱①           | 物理 0831 理想気体の状態方程式         | 物理 0612 磁場を横切る導線に生じる誘導起電力①               |
| 物基 1019 電力・電力量・ジュール熱②           | 物理 0907 単原子分子理想気体の内部 E     | 物理 0614 磁場を横切る導線に生じる誘導起電力②               |
| 物基 1027 電流と磁力線                  | 物理 0912 熱力学第1法則と定積変化       | 物理 0614 磁場を横切る導線に生じる誘導起電力③               |
| 物基 1102 交流と電磁波                  | 物理 0913 熱力学第1法則と状態変化       | 物理 0626 自己誘導と相互誘導                        |
| 物基 1109 電磁波，力                   | 物理 0914 p-V 図と状態変化         | 物理 0627 交流の発生                            |
| 物基 1110 いろいろな力                  | 物理 1003 モル比熱と熱効率①          | 物理 0628 交流と抵抗，コイル                        |
| 物基 1116 力の合成と分解                 | 物理 1004 モル比熱と熱効率②          | 物理 0629 交流とコンデンサー                        |
| 物基 1120 力の成分と三角比                | 物理 1004 運動量と力積の復習          | 物理 0704 リアクタンス 消費電力                      |
| 物基 1121 力のつり合い①                 | 物理 1005 気体分子の運動①           | 物理 0705 RLC 直列回路                         |
| 物基 1122 力のつり合い②                 | 物理 1010 気体分子の運動②           | 物理 0708 コイルに蓄えられるエネルギー                   |
| 物基 1207 作用と反作用                  | 物理 1011 気体分子の運動③           | 物理 0708 電気振動[教]                          |
| 物基 1208 1 物体の運動方程式①             | 物理 1017 正弦波の式①             | 物理 0710 電気振動[FD][ブ①]                     |
| 物基 1214 1 物体の運動方程式②，2 物体の運動方程式① | 物理 1017 正弦波の式②             | 物理 0712 電気振動[ブ②]                         |
| 物基 1215 2 物体の運動方程式②             | 物理 1024 正弦波 (1) (2)        | 物理 0713 電磁波                              |
| 物基 1221 静止摩擦力①                  | 物理 1025 波の干渉①              | 物理 0830 電場中の電子の運動                        |
| 物基 1312 静止摩擦力②                  | 物理 1030 波の干渉②              | 物理 0911 電場・磁場中の電子の運動，ミリカンの実験             |
| 物基 1317 動摩擦力                    | 物理 1031 波の干渉③              | 物理 0912 光電効果 (1) (2)                     |
| 物基 1319 水圧                      | 物理 1106 波の反射と屈折            | 物理 0913 光電効果 (3)                         |
| 物基 1324 圧力，浮力                   | 物理 1108 ホイヘンスの原理           | 物理 0930 X 線の発生                           |
| 物基 1325 仕事①                     | 物理 1109 音の干渉①              | 物理 1002 X 線の波動性とブラッグの条件                  |
| 物基 1326 運動エネルギー                 | 物理 1113 音の干渉実験             | 物理 1004 X 線の粒子性とコンプトン効果                  |
| 物基 1401 位置エネルギー①                | 物理 1115 音の干渉②，ドップラー効果①     | 物理 1007 粒子の波動性                           |
| 物基 1402 位置エネルギー②                | 物理 1116 ドップラー効果②           | 物理 1009 ラザフォードの原子模型                      |
| 物基 1402 力学的エネルギーの保存①            | 物理 1121 ドップラー効果③           | 物理 1010 線スペクトルと原子の構造①                    |
| 物基 1409 力学的エネルギーの保存②            | 物理 1125 光の進み方①             | 物理 1016 線スペクトルと原子の構造②                    |
| 物基 1415 力学的エネルギーの保存③            | 物理 1207 光の進み方②             | 物理 1017 線スペクトルと原子の構造③                    |
| 物基 1416 温度，熱容量と比熱               | 物理 1208 光の進み方③             | 物理 1017 線スペクトルと原子の構造④，原子核                |
| 物基 1421 熱力学第一法則，熱効率             | 物理 1212 レンズ①               | 物理 1021 放射線とその性質①                        |
| 物基 1422 熱量の保存，潜熱                | 物理 1213 レンズ②               | 物理 1026 原子核・放射線とその性質②                    |
| 物理 0413 速度の合成                   | 物理 1220 レンズ③               | 物理 1030 核反応，核分裂，原子力発電                    |
| 物理 0417 速度の分解，相対速度              | 物理 1221 球面鏡①               | 物理 1102 質量とエネルギーの等価性，質量欠損と核エネルギー，結合エネルギー |
| 物理 0418 水平投射                    | 物理 1315 球面鏡②               | 物理 1106 核融合                              |
| 物理 0420 斜方投射                    | 物理 1317 ヤングの実験             | 物理 1108 解放エネルギー                          |
| 物理 0424 力のモーメント①                | 物理 1318 回折格子               | 物理 1113 素粒子                              |
| 物理 0425 力のモーメント②                | 物理 1322 薄膜による光の干渉①         |                                          |
| 物理 0427 力のモーメント③                | 物理 1324 薄膜による光の干渉②         |                                          |
| 物理 0501 力のモーメント④                | 物理 1331 ニュートンリング           |                                          |

いろいろと制約があって、生徒も教員も始めは戸惑った部分もあったが、すぐに慣れて録画しながらの授業は当たり前となった。授業中の教員のアクションは減るが、録画した動画を復習などに使えるメリットは大きいと感じた。育友会の予算で、教室と同等以上の電子黒板を物理講義室に導入して頂けたことが大きな追い風となった。令和5年度に録画してみて授業内容に改善が必要と思われた動画については、令和6年度に再録画した。

## （２）授業動画の管理

県のチームスでは、1つのチームに対して25GBの記憶域が割り当てられている。授業動画は1コマ当たり330MB程度であるから、単純に計算して1チーム当たり約75コマを保存できる。前頁表1に、作成した全授業動画のリストを掲載したが、とても1チームの共有フォルダに収まる量でなかったため、図4のように1年、2年（前期）、2年（後期）、3年という4つのチームを作成し、それぞれのチームに該当する動画を保存した（正確には移動）。※ 図5の画面の「+新規」のボタンから新しいフォルダを作成してその



図4 作成したチーム 3人目のアイコンはカール・フリードリヒ・ガウス。

中に移動させた（図5では「講義動画」というフォルダ）。

また、動画の名前付けにルールを定め、録画した日付を入れてソートしやすいようにした。初めRecordingsに保存されているファイルには1か月の有効期限が設定されているため、移動後にストリームなどで期限を削除しておく必要がある。また、データのバックアップ用に、理科に割り当てられている予算を使って、NAS（BUFFALO LS220DN 0402B 4TB）を整備して校内ネットワークに接続した。※ 重要性分類Ⅲ以上のファイルは、学校独自で調達したNASに保存してはならないことや、県による認証サーバへの登録がいることなどに注意が必要。

なお、授業アーカイブに付随する業務増を極力抑えるため、ストリームで簡単にできるトリミング以外の動画編集（結合やテロップ）は行わないこととした。新しいことに取り組むのに負担が大きいようでは、今の教員にその時間を作るのが難しいため実用的ではないと考えた。授業をしながら動画も制作する一石二鳥作戦により、さらなる業務削減を目指すのが今回の実践の大きなねらいの一つである。

動画を管理するMicrosoft 365のアプリとして、チームス、ストリーム、シェアポイントを挙げたが、その用途について整理しておく。チームスはチームメイトと連絡を取り合ったりファイルを共有したりする際の起点となるもの、ストリームは動画データを再生したり編集したりするもの、シェアポイントはチームの記憶域やアクセス権を管理するもので、ストリームやシェアポイントの基本的な機能はチームスにも備わっている。

教員や生徒が動画に手を加えるなどすると、シェアポイント内で自然にファイルサイズが大きくなっていく症状が見られ、ある程度の余裕があった記憶域が間もなく一杯になってしまうことが度々あった。そこに新しいファイルを追加するでもなければ特に困ることもなかったが、今後対応を探っていきたい。名前の変更などに伴うバージョンの蓄積については、シェアポイントを用いて削除することができたが（図6）、それ以外の要因や解決策については特定に至っていない。

### （3）配信を行う際の注意事項

岐阜県は「授業目的公衆送信補償金等管理協会（SARTRAS[サートラス]）」に補償金を支払っている。これにより、授業や予習・復習用に教員が他人の著作物を用いて作成した教材を生徒の端末に送信したり、サーバにアップロードしたりすることなど、ICTの活用により授業の過程で利用するために必要な公衆送信について、我々は個別に著作権者等の許諾を得ることなく行うことができる。



図5 チームスのファイルタブ ファイル名により順番に並ぶようにしてある。



図6 シェアポイントの画面 「…」から「バージョン履歴」で確認できる。削除後、ゴミ箱を空にすることを忘れない。

### 改正著作権法 第35条

学校その他の教育機関（営利を目的として設置されているものを除く。）において教育を担当する者及び授業を受ける者は、その授業の過程における利用に供することを目的とする場合には、その必要と認められる限度において、公表された著作物を複製し、若しくは公衆送信（自動公衆送信の場合にあっては、送信可能化を含む。以下この条において同じ。）を行い、又は公表された著作物であって公衆送信されるものを受信装置を用いて公に伝達することができる。ただし、当該著作物

ただし、その根拠となる改正著作権法第35条※では「必要と認められる限度」内であることや「著作権者の利益を不当に害」してはいけないことが謳われており、これらに配慮しながら配信を行っていくことが必要である。そこで次に、その配慮について説明する。

(2) で作成した4つのチームに該当年次の生徒を追加する(2, 3年生は物理選択者のみ)と、生徒も図5のサイトを閲覧できるようになるので、必要なファイルをクリックすればストリームで動画が再生される。このとき、チームスなどで図7のように動画が保存されているフォルダごとアクセス権を設定し、生徒が動画をダウンロードできないようにした。

YouTubeのように生徒が慣れ親しんでいる動画配信プラットフォームがある中で、なぜチームスを利用して動画を配信したか、その理由(チームスを使うメリット)を次に挙げる。

- ① 元々会議の録画を想定しているアプリなので、画面共有や文字起こしなど、授業の録画や配信に役立つ機能が備わっている。
- ② (完成度に拘らなければ) 授業の録画、動画ファイルの管理や編集、配信といった一連の流れを一つのアプリ内で完結させることができる。
- ③ 図8のようにMicrosoft Entra IDを利用して、一括してチームメンバーを追加することができ、動画の配信対象も簡単に限定することができる。
- ④ 県で採用しているアプリなので、セキュリティ対策などに信頼がおける。どのアカウントをどの生徒が使用しているか把握しているので、配信対象を厳格に限定できる。

③④は著作権を保護するために有用なことである。必要と認められる限度内で出版社の利益を不当に害さないように配信するためには、動画を視聴することが可能な人間を、該当の教材を購入した生徒に限定することがとても重要となる。誰でも視聴できてしまうと教材が売れなくなってしまうからだ。YouTubeを利用する場合は、動画のURLを非公開として視聴者を登録する方法(図9)が考えられるが、動画を削除し忘れると永遠にファイルがサーバに残ってしまうことや、年次200人もものユーザーを登録するのが煩雑であること、生徒全員がGoogleアカウントを所持していないことなど不安要素が多い。その点、県が採用しているチームスならばアクセス権をアカウントに付与することができるため、動画が視聴できるのはアカウントが失効する卒業後までであるし、フォルダやファイルごとにグループごとで簡単にアクセス権を設定することができる。県立学校では生徒全員がMicrosoftアカウントを与えられており、授業動画を視聴するためにIDとパスワード

の種類及び用途並びに当該複製の部数及び当該複製、公衆送信又は伝達の態様に照らし著作権者の利益を不当に害することとなる場合は、この限りでない。

2 前項の規定により公衆送信を行う場合には、同項の教育機関を設置する者は、相当な額の補償金を著作権者に支払わなければならない。

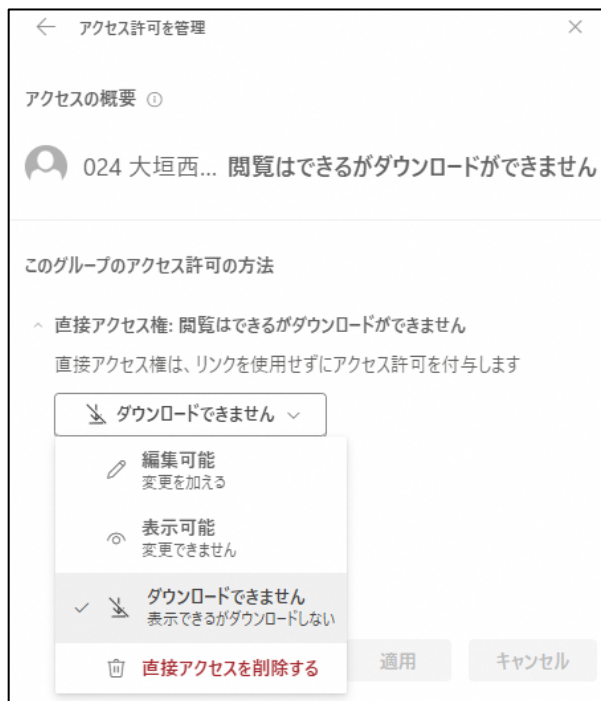


図7 アクセス権の設定 フォルダ名の横にある「…」から「アクセス許可の管理」で設定。

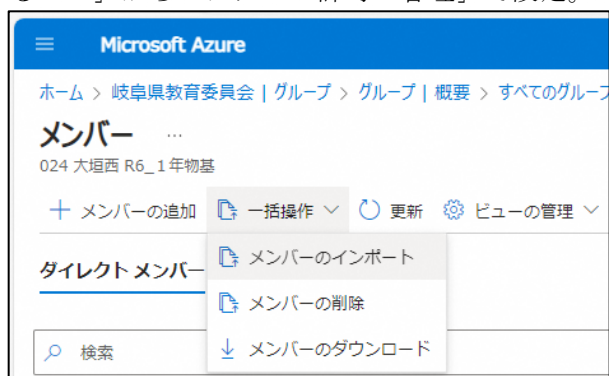


図8 Microsoft Entra IDの画面 エクセルファイルからメンバーのインポートが可能。

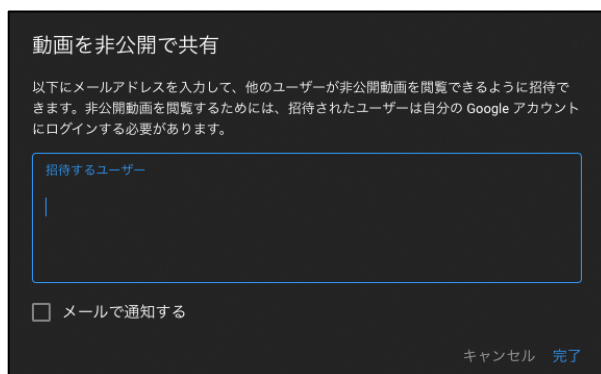


図9 YouTubeの画面 動画を非公開に設定し、ユーザーを登録することで限定できる。

を入力してログインする必要があり、YouTube よりも厳格に視聴者を限定できると考えた。

また、生徒が著作権を侵害したり、生徒から ID やパスワードが流出し、第三者が著作権を侵害したりするケースも考慮し、図 10 のようなスライドなどを用いて指導を行った。同時に、授業を録画し本校生徒のみに配信することの承諾を得るようにした（生徒の姿や声はほとんど入らないが）。

#### （４）授業動画の活用と生徒アンケートの実施

令和 5 年度は、授業動画を整備しながら配信も進めた。生徒に動画の見方を説明し、授業の復習や定期考査に向けた自宅学習に役立てるように促した。物理で学年トップの 3 年生は、定期考査前に考査範囲すべての授業動画を見直し、問題集を 2 周するという勉強法を教えてくれた。

動画の活用状況を把握するため、前期中間考査と後期中間考査の直後に生徒を対象としたアンケートを実施した。自分が担当するすべての物理基礎と物理クラスの結果をまとめたため、単位数の異なる授業が一緒に扱われていることをご容赦いただきたい。結果の一部を図 11, 12 に掲載する。これを見て、自分が期待するほど頻繁に授業動画が視聴されないことが分かった。ただし、8 割強の生徒が動画が役に立ったと回答していることから、「見ればためになることは分かっているが、時間（習慣）がない」といった実態が多くの子供にあることが伺える。

### 気を付けよう「著作権」

授業動画には著作物（教科書や問題集など）が含まれます。改正著作権法第 35 条によると、（守らなければならないルールはいくつかありますが）著作権の権利者の許諾を得ずにこれらを使用した授業動画を学校が生徒に配信することは認められています。

しかし、生徒の皆さんが他人にその動画を配信したりデータを譲渡したりした場合、権利者の利益を不当に害する（本来売れるべき著作物が売れなくなる）ことになるため、権利者から皆さんが損害賠償を求められる可能性があります。

**従って、学校が配信している授業動画などを録画、保存、配信、譲渡することは絶対にやめてください。**

図 10 生徒の指導に使用したスライド

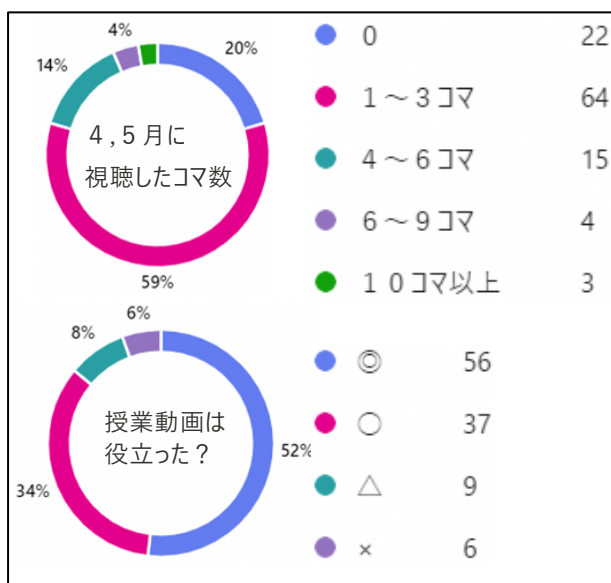


図 12 前期中間考査後のアンケート（R5）

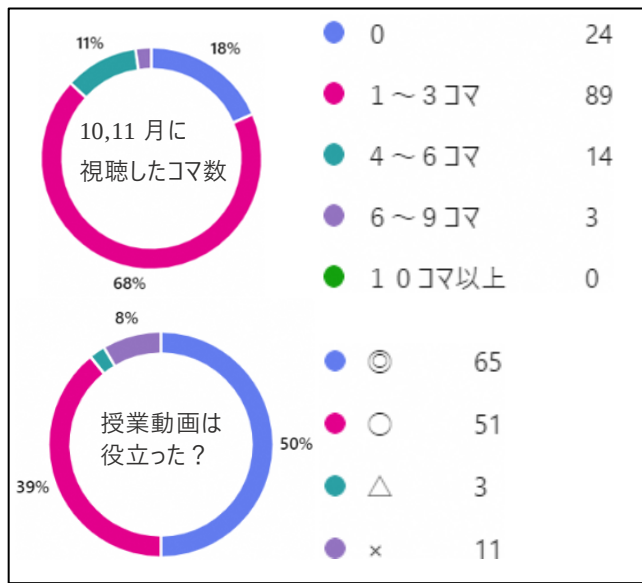


図 11 後期中間考査後のアンケート（R5）

実際、自由記述欄※では「自分の好きな速度で再生したり止めたりできるので分かりやすい」「学校を休んでも授業内容が分かるので助かった」などと肯定的な意見が多かった一方、「時間が無い」「タイプが悪い」などといった意見も見られた。動画編集に時間を割くことは極力避けたいので、動画を装飾して映えさせるには限界がある。授業をより魅力的にと考えたが、できるのなら既にやっている。そこで、動画を見る「必要性」を用意する作戦を考えることにした。

#### 生徒からの意見（アンケートの自由記述）

動画があることで安心感があつた/休んだときも丁寧に学習できた/問題の解説が分かりやすく理解しやすかった/1 度聞いただけでは理解が出来なかったことでも何度も見返すことで理解出来た/ベッドやお風呂でも出来るのが非常に便利だと思った/熱サイクルについて完璧に忘れていたので助かった/速度調整ができるので使いやすいなと思った。やり方がいまいち分からなかった。パスワードを入れるのが面倒/6 組の動画が全然ないので増やして欲しい/時間があれば見るのでいいと思う、でも私が動画を見る時間を作れないため見られなかった/今回はあまり活用できてなかったもので、もっと活用したい etc.

### 3 実践した内容Ⅱ

#### (1) 反転授業

授業動画の視聴を反転授業※における自宅学習の課題とすることで、生徒らに動画を見る必要性を与えることはできないかと考えた。そして、学校での授業時間に教え合いや実験を実施し、**協働的な場面や探究的な場面を創出しようと考えた**。また、本校生徒に自宅学習時間の不足という課題を感じていたため、その解消もねらった。以上のようなねらいより、令和6年度は1、2年次で授業動画を利用した反転授業を実施した。以下にその方法について説明する。

- ① **2**で作成し生徒を追加したチームの投稿欄に、図14のような進捗表を掲載する。
- ② 生徒は掲載された進捗表を確認して、授業日までに指定された動画を見て問題集の指定された箇所に取り組む。
- ③ 学校での授業の際には、家で取り組んできたことについてグループで教え合ったり、議論したり、教員に質問したりする(図13)。
- ④ 時には話し合いの合間に教員が用意した実験に取り組んだりもする。
- ⑤ 後半15分程度で教員が用意した「チャレンジ問題」にグループで取り組む。

#### 反転授業とは (Wikipedia より)

ICTブレンド型学習の形態のひとつ。生徒たちは新たな学習内容を通常は自宅でビデオ授業を視聴して予習し、教室では講義は行わず、逆に従来は宿題とされていた課題について、教師が個々の生徒に合わせた指導を与えたり、生徒が他の生徒と協働したりしながら取り組む形態の授業。日本で最初の公教育における反転授業の本格的な実践は、2012年の富谷町立東向陽台小学校の佐藤靖泰の算数の授業。東北学院大学の稲垣忠と共同の研究授業であり、生徒に一人一台のタブレット端末を配布し、5分程度の動画を見てノートを作ってくることを予習として課し、教室では学びあいを行うという形式で進められた。家庭学習の時間が1.5倍に増えるなどの成果が現れた。



図13 教え合いの様子Ⅰ グループは3人1組とし、定期考査の結果等を元にバランスを考えて(各グループに教える役が1人は入るようにする)定期考査ごとに教員が組む。

| 大橋 啓輔 07/23 15:46 編集済み        |                       |           |           |
|-------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| 進捗表 (3, 5組)                   |                       |           |           |
| 授業動画                          | F.D.                  | 1 - 3     | 1 - 5     |
| 物基 0420「有効数字」.mp4             | p.5 [3] (4)           | 2024/4/18 | 2024/4/18 |
| 物基 0421「等速直線運動」.mp4           | p.6                   | 2024/4/23 | 2024/4/24 |
| 物基 0427「等速直線運動のグラフ」.mp4       | p.7                   | 2024/4/26 | 2024/4/26 |
| 物基 0428「合成速度、相対速度」.mp4        | p.9                   | 2024/4/30 | 2024/5/1  |
| 物基 0511「等加速度直線運動①」.mp4        | p.10                  | 2024/5/2  | 2024/5/2  |
| 物基 0512「等加速度直線運動②」.mp4        | p.13 [3] (2)          | 2024/5/7  | 2024/5/8  |
| 物基 0518「等加速度直線運動③」.mp4        | p.14                  | 2024/5/14 | 2024/5/16 |
| 物基 0519「等加速度直線運動④」.mp4        | p.15                  | 2024/5/16 | 2024/5/22 |
| 物基 0525「自由落下と鉛直投下」.mp4        | p.16                  | 2024/5/21 | 2024/5/23 |
| 物基 0526「鉛直投げ上げ」.mp4           | p.17                  | 2024/5/23 | 2024/5/29 |
| 物基 0616「波の性質(1)①」.mp4         | 視聴のみ                  | 2024/5/30 | 2024/5/30 |
| 物基 0622「波の性質(1)②」.mp4         | p.3                   | 2024/6/4  | 2024/6/5  |
| 物基 0623「波の性質(2)」.mp4          | p.5                   | 2024/6/20 | 2024/6/20 |
| 物基 0628「波の性質(3)」.mp4          | p.7                   | 2024/6/25 | 2024/6/26 |
| 物基 0630「横波と縦波」.mp4            | p.8                   | 2024/6/27 | 2024/6/27 |
| 物基 0706「横波と縦波、波の重ね合わせ(1)」.mp4 | p.9 (22:20~28:00はとばす) | 2024/7/2  | 2024/7/3  |
| 物基 0707「七タ、波の重ね合わせ(1)」.mp4    | p.10                  | 2024/7/4  | 2024/7/4  |
| 物基 0714「定常波」.mp4              | p.11                  | 2024/7/9  | 2024/7/10 |

図14 チームスに掲載した進捗表 1列目は学校での授業日までに視聴してくる動画ファイルを、2列目は動画を視聴して解いてくる補助教材の問題集の頁を、3列目以降は該当クラスの学校での授業日を表す。授業日は、週ごとの時間割表を確認しながら2週間ほど先までを適宜入力する。

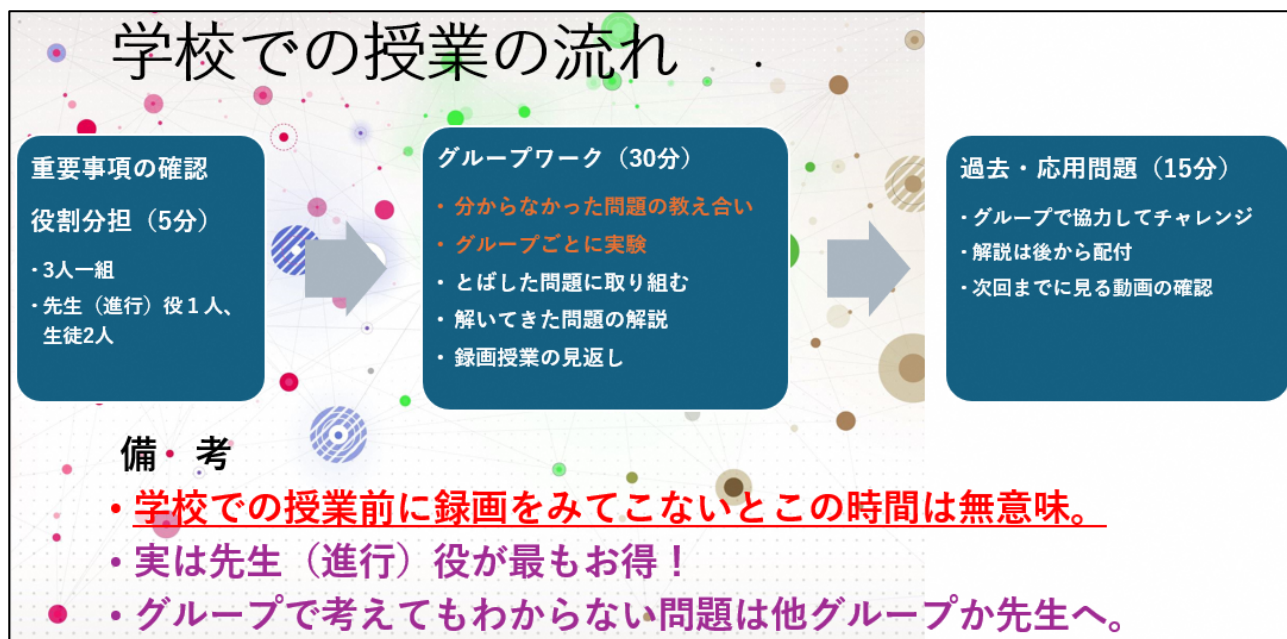


図 15 生徒に授業の流れを説明する際のスライド

## （２）反転授業の手応え ①②③について

次にやってみた感想を述べる。（１）①②については、授業の進度を予め明確に生徒に示すことができ、教員も生徒も見通しをもって学習にあたることができたので良かった。

③の協働的な活動の場面はいまいち盛り上がり欠けることがあった（図 16）。理由としては次のようなことが考えられた。

ア 学習内容が易しい分野で、グループ全員が議論を必要としなかった。

イ 自宅学習をやってこず、黙々と各自で問題集をやる時間になってしまった。

ウ 教える役の生徒がおとなしく、グループをうまくファシリテートできなかった。

そこで、アへの対応として、発展的内容を提示したり、次の分野の予習を開始させたりした。イの場合には、教室に**動画視聴ブース**（図 17）を設け、授業時間中に自宅学習分に取り組ませることとした。動画視聴ブースには学習者用タブレットや充電ケーブルの予備と、パソコン教室用に整備されたヘッドセット（百均で購入可能な USB Type A⇔C コネクタが必要）を 6 セット賃借して置いた。ただし、宿題を忘れたペナルティのように扱うと、誰も利用しなくなる（見てきたフリが増える）ため絶対にはいけないと感じた。生徒の生活を尊重し、生徒の学習に協力するスタンスで利用を勧めると、意欲的に取り組むようになった。グループ全員が予定していた学習を終えてしまって、ブースで次の動画を見ていたという嬉しい誤算もあった。ウについては教員が話し合いに参加することで解決しようとしているが、ずっとついてあげることができず効果はいまひとつである。

授業の回を重ねるごとに、生徒らは教えあいに慣れてくる様子が見られたが、対応をさらに工夫して協働的な活動を充実させていくことが大切であると感じている。



図 16 教え合いの様子Ⅱ それぞれの世界に没入してしまっているため、教員による声掛けが必要。



図 17 動画視聴ブース 共用のタブレットでアカウントを切り替えてチームスを立ち上げていると時間がかかるので、極力自分のタブレットを持参するように指導した。

### (3) 探究の過程を取り入れた授業デザイン ④について

④については、「反射の際に波の位相を反転させるためにはどうしたらよいか」や、「レーザー光線を全反射させるにはどうしたらよいか」などという課題を生徒に提示し、探究の過程を授業内に創出しようと試みた(図 18, 19)。すなわち、課題に対してグループで仮説を考えたり、その仮説の確認方法を考えたり、試したり、結果から次の疑問を考えたりということを生徒にさせた。

例えば全反射の課題では、次のように授業を展開した。

- ① まず光の道筋を観察する方法を生徒に考えさせる(生徒は全反射についてテキストで反転授業を済ませている)。
  - 生徒は化学でコロイドについて学習したばかりだったので、牛乳にレーザー光を照射することを思いついた。
- ② ところが実際にやってみると、牛乳が濃すぎてレーザー光の道筋を得る前にすべての光が散乱されてしまった。
  - そこで生徒は牛乳を水で薄めることを考えた。何度か試すうちに、最適な牛乳の濃さ(100 倍程度に薄める)を発見するとともに、レーザー光を水面から 3mm 程度下を通すと上から道筋が見やすくなることも見つけた。
  - その理由を聞くと「道筋を示す散乱光がコロイド粒子などによって観測者の目に届く前に遮られるのを防ぐため」という趣旨のことを答えることができた。
- ③ 教員からのアドバイスとして、空気中を進む光の道筋は見ることができないため、机上に敷いた用紙に予めそれを書き込むように指導した。また、はじめ生徒はコロイド溶液の容器にビーカーを使っていたため、光が反射や屈折する面が円周となって入射角や反射角、屈折角がわかりづらかったので、容器に箱形の水槽(生物でメダカを観察するためのもの)を用いることを提案した。
- ④ このように光の通る道筋を可視化した後、図 19 の黒い壁や生徒の制服に映っている赤い点(図中青丸内)の正体について生徒に尋ねた。
  - すると生徒は、点を指に映してその道筋を辿っていき、それぞれが屈折光と反射光であることに気付いた。
- ⑤ そこで教員は、「光が境界面へと進むとき一般に屈折と反射が同時に起こること」「特別に屈折が起こらずすべての光が反射してしまう場合、それを『全反射』と呼ぶこと」を説明し、「水槽内で全反射が起こっていることを確認するためにはどうしたらよいか」と尋ねた。
  - 生徒はグループで相談し、透過光を示す赤い点が無くなったなら全反射が起こっていると言えることを導き出した。



図 18 反射の際に波の位相を反転させるためにはどうしたらよいか

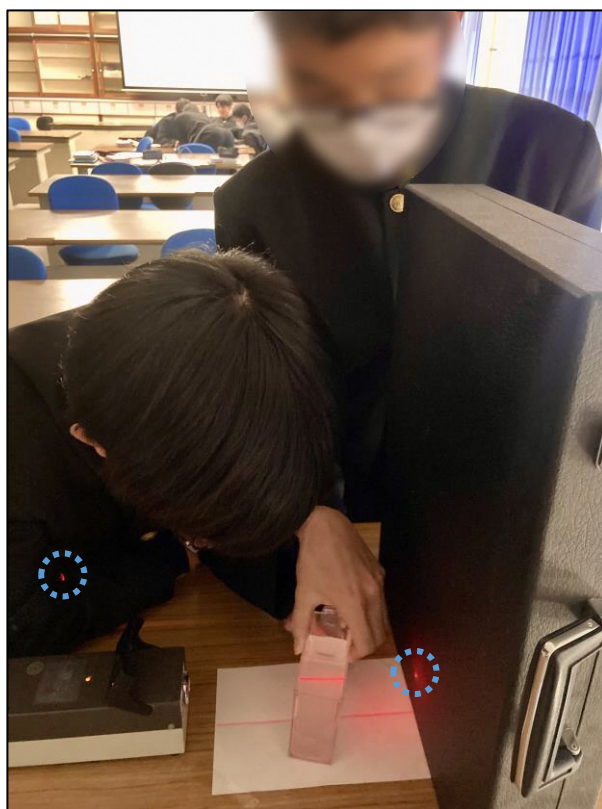
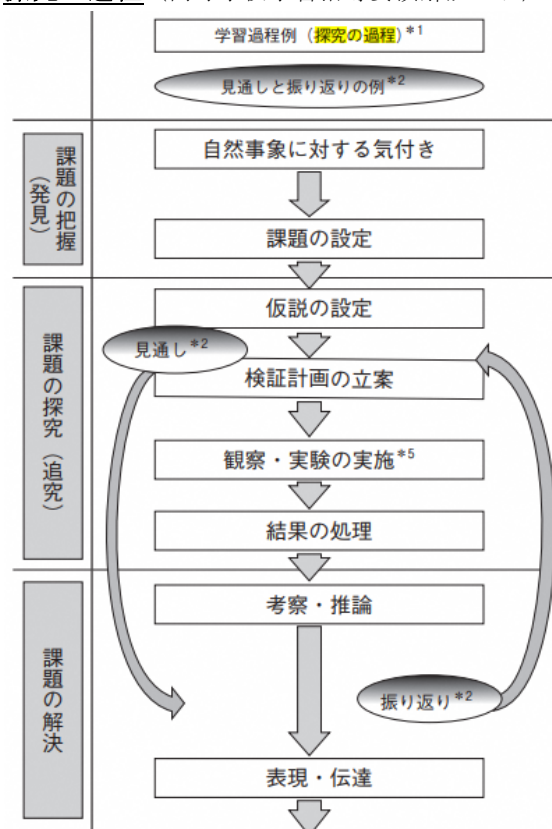


図 19 レーザー光線を全反射させるにはどうしたらよいか

- ⑥ そして、生徒を1グループずつ前に呼び出し、光が水から空気へと進もうとする際に全反射が起こっている状態を、これまでに使った器具を用いてつくらせた（このとき、他のグループはそれぞれでテキストの問題を解いたりして学習を進めている）。
- ⑦ 最後に「どのような条件で全反射が起こるかについては理論的に導き出すことが可能で、媒質の絶対屈折率を用いて臨界角を表すことができる。」と教員がまとめた。
- ⑧ 中には、元のビーカーで試して2回連続で全反射が起こる道筋を見つけ、どういった条件でそのようなことが起こるのか、などと別の疑問につなげることができた生徒も見られた。また、反射光が2種類あることに注目し、光線が空気中から水中へ向かう際にも反射が起きていることを見つけた生徒もいた。

上記のような生徒の活動は、まさに学習指導要領解説で示されている**探究の過程**\*である。反転授業により、学校の授業に余裕を生み出すことができたため、これらの場面を作りやすくなったことは今回の取り組みの最大の収穫と言える。

## 探究の過程（高等学校学習指導要領解説より）



### （４）協働する場面と反転授業の課題 ⑤について

実際に授業してみると、⑤のチャレンジ問題\*の場面において活動が盛り上がりやすかった。2, 3年生の物理では演習問題が多かったが、1年生の物理基礎では素朴な質問が多かったので取り組みやすいようだった。解答はグループ全員で共有し、それぞれが自分のノートに書くこととした。そして、グループ全員が書いたらノートを持って全員で教員のところまで来る。3人の内、教員に指名された生徒が解答を見せる。時には、内容について教員から質問を受ける。質問に答え、正解の場合はグループ全員に達成の評価をつける。その他にも、定期考査ごとにグループメンバーの得点の伸長を合計し、最も結果の良かったグループに良い評価を与えることとした。このようなルールにすることによって、教え合いや議論を活性化させ、協働を充実させることができた。

と、ここまで書くと反転授業が大変スムーズに遂行されてきたように思えてしまうが、実際は毎日が**動画を見てこない生徒に対するうまくいかない試行錯誤の繰り返し**であった。通常の授業で宿題をやってくることが少ない生徒は、同じように物理の授業でも自宅で動画を見てくることは少なかった。他にも、（最近は解消してきたように感じるが）4月当初はスマートフォンで動画を視聴する場合にバッファリング（ストリーミングが途中で止まってしまうこと）が頻発し、半数以上の生徒が視聴を諦めてしまっていたことが判明した。そのことを報告する生徒はわずかで、多くは自己判断で視聴をやめていた。自宅での学習は生徒の自主性に頼る他ないため、そのような生徒は多かれ少なかれどうしても出てきてしまう。これらのことから垣間見られるように、理解するまで何度も動画を見返すといったような、こちらが期待する活用方法は、ある程度の向学心を携えた生徒でなければ実践しないし、自宅学習する習慣がない生徒に対して反転授業は全く奏功しない。

### チャレンジ問題の例（物理基礎）

1 km/h は何 m/s か /  $v^2 - v_0^2 = 2ax$  を導出せよ /  $v-t$  図が台形であるような運動における等速直線運動の速さを求めよ / 自由落下しながら、地面から鉛直に投げ上げられた物体を見るとどんな運動となるか / 実験書の波の作図問題（縦波の横波表示、定在波のつくり方、うなりの作図など） / 定在波の節の位置を計算で求めよ / 開口端補正を求めよ / 抵抗を4つ含む電気回路の問題 / 100W の電球と 50W の電球を直列につないだら明るいのはどちら？ / なぜ高電圧で送電するのか？ / ヘリコプターはなぜ上昇できるのか？ / その他にも、問題集より初見の問題を出題 etc.

## (5) 授業アンケートや定期考査の成績から推察された生徒の変容

令和6年度も前期中間考査と後期中間考査の終了直後に授業アンケートを実施し、取り組みに対する成果の確認や結果の分析を行った。前年度の反省を踏まえ、アンケートは回答者がわかるようにし、クラスごとに集計できるようにした。これにより、考査の得点と生徒の回答を紐づけられるようになった。説明が後先になってしまうが、本校では現在各年次に2クラスの応用クラスが設置されている(2,3年次は文系と理系にそれぞれ1クラス)。幸い、前年度も今年度も各年次で応用、標準の両クラスを担当しているため、応用、標準に偏ることなくアンケート結果を得ることができた。

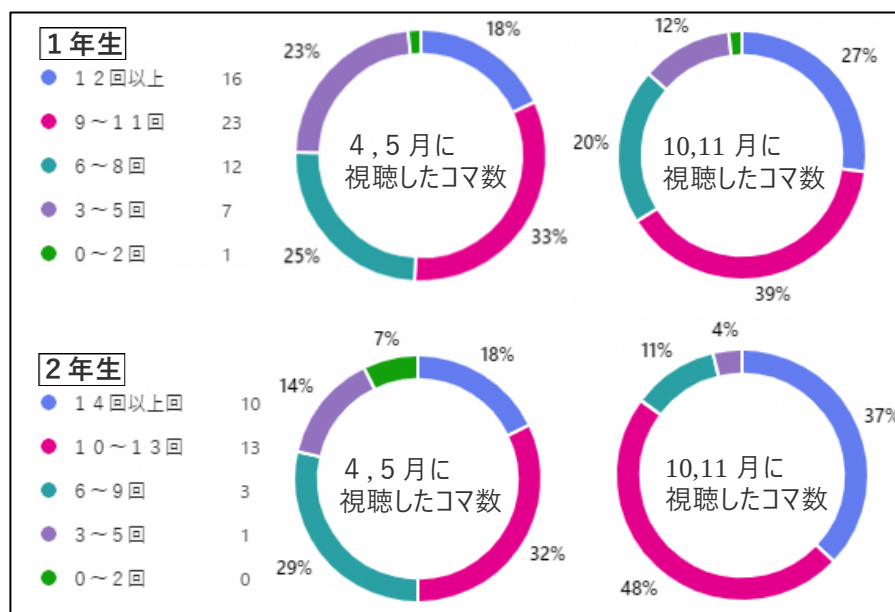


図 20 定期考査までに授業動画を何回視聴しましたか

### ○ 授業動画の視聴回数の推移

図 20 はそれぞれの定期考査までの四半期に、与えられた動画を何回視聴したかのグラフである。必修科目である1年生と選択科目である2年生が、前期中間考査の段階で同じような分布になっていたことは残念であったが、どちらも後期中間考査では視聴コマ数を伸ばしている。定期考査ごとにクラスストップの生徒に勉強法を尋ね、「授業ごとの視聴を欠かさず、理解できなかったところは後にわかるまで見返す」という当たり前のことができて**いる生徒が高得点を収めている**ことを全体で確認したり、毎回口を酸っぱくして言い含めたりしたことが結果につながったと考えている。

後期に2年生の方で視聴回数が増えているのは、標準クラスで視聴してくる生徒がなかなか増えていかなかったため、宣伝もかねて時折授業時間に動画の放映を実施し、それをカウントしたことに関係していると思われる。

### ○ 反転授業は学力の伸長につながったか I

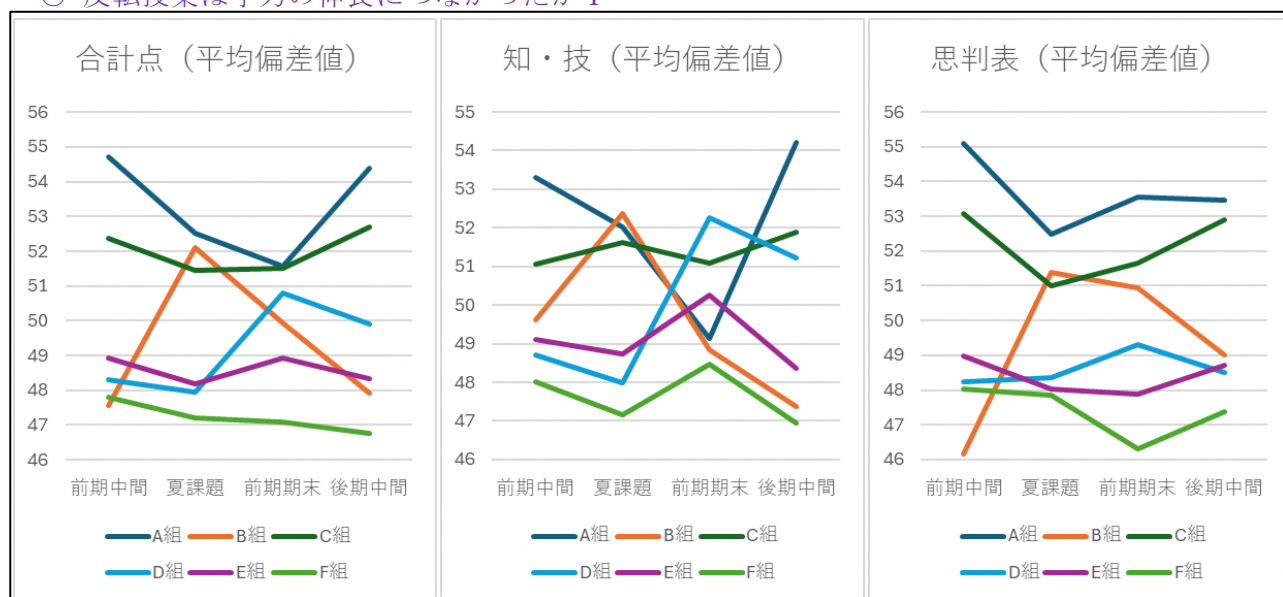


図 21 1年次(物理基礎)の各定期考査における平均偏差値の推移

図 21 は、定期考査における校内偏差値の、1 年次各クラスの平均値の推移を追ったものである（2 年次の物理は選択科目で履修者が比較的少ないため、1 年次のものを分析に使用した）。紺色の A 組と濃緑の C 組が応用クラスである。また、6 クラス中、反転授業を実施したのは A 組と橙色の B 組である（それ以外のクラスは授業者が異なる）。考査問題は、知識・技能の力を問う問題と思考力・表現力・判断力を問う問題に分かれており、内訳はほぼ半々である。右の 2 つのグラフは、それぞれの観点の問題で平均偏差値がどう推移したかを、左のグラフは、それらの合計点の平均偏差値がどう推移したかを表している。グラフ化したデータは絶対的な学力の伸長を示したものではなく、どこかのクラスが上がると必ずその分どこかのクラスが下がる相対的な指標であることに注意してご覧いただきたい。

まず左のグラフから、反転授業を実施した応用クラスは終始年次トップの成績を維持していることが分かる。一方、反転授業を実施した標準クラスでは「へ」の字型の推移を示している。これは、このクラスにおいて今回のやり方が持続的な効果を生み出せていないことを表していると考えることができる。また、これらの結果が反転授業によるものであると結論付けるのは早計であろうが、敢えてそのように考えるならば、「反転授業は通常の授業よりも学習効果が低いとは言えない」ということは確実に言えると思う。**通常授業に比べて反転授業を取り入れた方が教員の負担を減らせるのであれば、それは働き方の改善につながるのかもしれない。**また、他の一般的な学習法と同様に、応用クラスでは今回のやり方が一定の成果をあげているとも考えられる。標準クラスにおいて応用クラスほど効果があがらなかったのは、自宅学習に重きを置く反転授業が、生徒のライフスタイルに合わなかったためと推察した。

次に観点別のグラフに注目する。知識・技能のグラフは合計点のグラフの変化の様子が少し大袈裟になったようなもので、改めて特筆すべき結果は見られなかった。しかし、思考力・判断力・表現力のグラフにおいては、反転授業を実施したクラスが好成績を収めていることが分かる。これについては、教え合いやチャレンジ問題の場面において、自分の考えを他者に説明したり、所見の問題に答えを見ずにグループで取り組んだりする中で、該当の観点の学力を養うことに成功したのではないかと、その理由を推察した。

## ○ 反転授業は学力の伸長につながったかⅡ

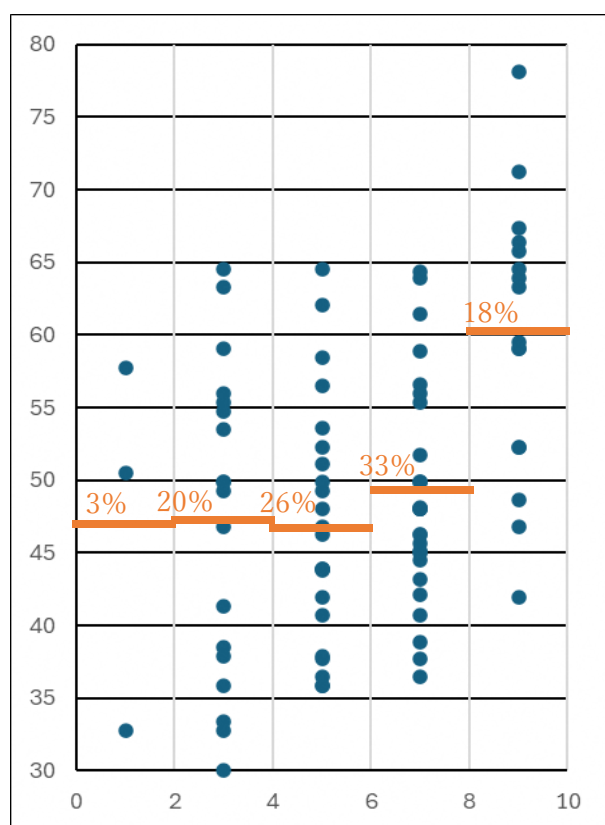


図 22 視聴回数と偏差値の相関（前期中間考査）

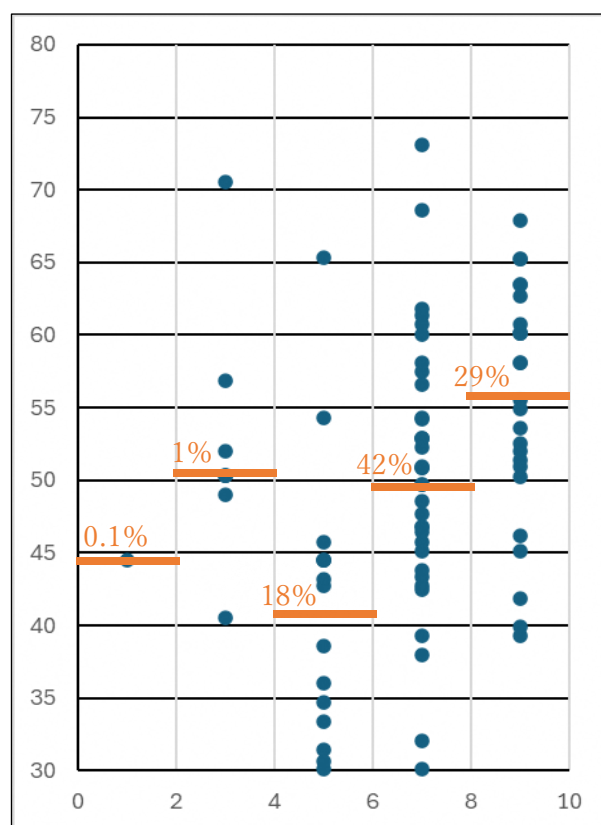


図 23 視聴回数と偏差値の相関（後期中間考査）

図 22, 23 は、授業アンケートから得られた生徒の動画視聴回数とその生徒の定期考査成績を紐づけて散布図で表したものである。横軸は何割以上の動画を視聴したか、縦軸は得点の校内偏差値を示している。例えば図 22 の最も右上のプロットは、9 割以上の動画を視聴し偏差値 78 の成績を収めた一人の生徒を表している。また、橙色のパーセンテージと線は、その動画視聴回数帯の生徒が全体に占める割合とその生徒らの偏差値平均を表している。図 22 のプロットに注目すると、どの視聴回数帯にも同じような偏差値の分布が見られる。しかし橙色の線に注目すると、**動画視聴回数の多い生徒ほど良い成績を収めている傾向が伺える**。このことは鶏が先か卵が先かと同じような問題をはらんでいるとも思われるが、一先ず授業動画が成績向上の役に立っていることを示しているデータであると考えたい。このような傾向は前期中間考査よりも後期中間考査の方が顕著であった。これは、時間の経過に従って反転授業を自分の学習スタイルにうまく取り入れることができた生徒が増えてきたためと考えることができる。視聴回数の少ない帯域では、こちらの期待するような結果が得られていないように見えるが、（嬉しいことに）そもそもそのような生徒数が少ないことが大きな要因であると考えられる。

#### 4 研究のまとめ

まず今回の取り組みの成果を挙げる。

- (1) チームスを用いた授業のアーカイブ方法を確立することができたこと。
- (2) その方法を用いて、物理基礎や物理の全範囲に亘って授業録画を整備することができたこと。
- (3) 著作権に配慮しながら、授業録画を生徒がオンデマンドで視聴できるような配信（共有）方法を確立することができたこと。
- (4) 授業録画を反転授業の自宅学習として位置付けることによって、協働的な学びや探究的な活動の場を学校での授業内に創出することができたこと。
- (5) 授業録画や反転授業を働き方の改善に役立てることができたこと。

そして今回のやり方において浮かび上がってきた課題を挙げる。

- (6) 生徒はこちらが期待する頻度で授業動画を活用しなかったこと。
- (7) 反転授業における話し合いや教え合いが盛り上がらないときがあること。
- (8) 授業動画や反転授業の導入によって、生徒の学力（ペーパーテストの成績）を飛躍的に向上させることはできなかったこと。

本校では、コロナが猛威を振るった時期に ICT 教育推進部なる分掌が立ち上がり、自分はその創設や運営に大きく関わることとなった。元々は、出席停止生徒への学習支援の目的で、授業を録画して配信していたが、校内で ICT を活用した授業改善や働き方改革を推進する立場で、自らには何ができるかを模索しながらそれに手を加えた実践が今回の研究内容となった。座って講義を行ったり、家で講義を受けさせたり、学校では講義をしなかったり、授業を冒流しているような気もしていつやめようかと何度も考えたが、一定の成果をあげることができたと思う。また、実践を通して、課題については授業録画や反転授業のやり方によって今後改善していく可能性があると感じた。そして次は、今回の実践に**評価の工夫**を取り入れ、生徒や教員の授業に対するモチベーションが上がるような評価方法について考えたいと思っている。

最後に、そんな授業にもかかわらず、録画を何度も見直してくれた生徒、積極的に教え合いに参加してくれた生徒、実験で一生懸命アイデアを出してくれた生徒、自分の拙い実践にいつも真剣に協力してくれた本校の生徒に謝意を伝えたい。皆さんの協力で、年度の後半には、授業が自習になっても監督の先生が「いつも通り始めてください」と指示をするだけで教え合いを 1 時間継続できるまで反転授業が定着しました。ありがとうございました。



図 24 1 年次で行った「人間を導線の代わりに用いて電流を流してみよう」