

盲学校におけるオンライン物理授業の試み

Trial of Online Physics Classes at a School for the Blind

筑波大学附属視覚特別支援学校

平野 祐希子

キーワード: 盲学校、物理、オンライン授業、Zoom、YouTube

1 はじめに

1. 概要

本稿では、筆者が中高物理分野で行ったオンライン授業について、実践例とそこから得た課題を中心にまとめる。補足として、3月からゴールデンウィークまでの完全休校期間(オンライン授業が行われず、郵送課題のみで対応していた期間)に本校で起きていたことや、郵送課題・YouTubeを用いた映像配信・Zoomのそれぞれをどのような場面で使い分けていたのかということにも触れる。実際にオンライン授業を行ったのは5月の1か月間だけにはなったが、かなり多くのことに挑戦できたので、ここではその一部のみしか紹介できない。盲学校ならではの難しさ、悩みを共有し、今後もしやってくるであろう同様の事態に対応できるようにしていきたい。

2. 完全休校決定からオンライン授業実施に至るまで

(1) 休校時に行ったこと

本校は寄宿舎がある等の事情で、新型コロナウイルス感染症への対応としての休校をする判断が早く、3月の最初から完全休校となった。学校としては、当初は4月から通常通り登校再開できる予定で、3月の授業のみを補填するために印刷物を郵送し、新年度に提出させるということが決まっていた。しかし、休校期間の延長が決まり、郵送だけでなくオンライン授業などの対応を考えなければならなくなった。そこで、管理職の命を受けて有志による「オンラインチーム」が立ち上がり、筆者もその一員として、ツールの検討やルール策定などを行った。とにかくできるだけ早く生徒に授業を届けたいということで、「できる人ができることから」「ルールは走りながら作る」を合言葉に、準備を行った。

筆者の所属する高等部では、4月後半より大学受験を控えた3年生の進路相談のために、Zoomを用いた面談を行った。視覚障害の特性上、すべての生徒のデバイスにアプリをダウンロードし、使い方を徹底させることにはとても苦労したようだが、ここではその過程は割愛する。そうしてZoomを使える状態となっていること、また受験生であり、理解度をリアルタイムで確認しながら学習を進めたいことから、まずは高校3年生の物理で双方向授業をすることを決めた。

他の学年に対しては、Zoomを使える状態になるまで時間がかかることが予想されたので、必要な部分について映像配信を行うことを決めた。巷には様々な授業動画が

溢れているが、視覚障害者にとってそのまま有用なものは少なく、それらを参考にしながら新しく作る必要があったからである。先行して制作を始めていた他教科の教員からノウハウを学び、5月中旬には配信することができた。

(2) 郵送課題、YouTube と Zoom、登校再開後に回す内容に分ける際の基本方針

本校の方針として、中高の全学年で新年度からは印刷した課題を郵送し、返送された課題を添削して次の課題とともに郵送するというやり取りを繰り返すことになった。これは、中学部では生徒とのメールのやり取りが禁止されていたこと、高等部でもメールアドレスが不明な生徒がいたこと、保護者のテレワーク等で自分専用のデバイスを確保できない生徒がいる可能性があること、何より視覚障害の特性上、マニュアルを読むだけで自らアプリの設定等ができる生徒ばかりではないことも想定されたため、一斉にオンライン授業を始めることはできなかった。

基本的には、教科書を読んだり、問題を解いたりするだけのものは郵送課題とした(生徒の実態に合わせ、また学校とのつながりを感じられるように、身近なものでできる実験を入れたり、練習問題にも学校の先生方のキャラクターを思い出せるようなものを含めたりなどといった工夫ももちろん加えている)。既習事項に似たものが無い分野、内容が複雑な分野など、自力で理解することが難しいものについては映像を制作して YouTube で配信すると決めた。高校3年生については受験生ということもあり、理解状況をリアルタイムで把握したかったこと、また教科書の図も複雑であり、特に点字教科書のものについて解説をしながら進めたかったことから、Zoom で同時双方向授業を行うこととした。

2 YouTube を用いた実践

1. 実践の対象と内容の選定理由

(1) 中学校3年生(点字5名、墨字7名)「理科」電気エネルギー

本校では例年、中学2年生の2学期途中から3年生の1学期途中にかけて、2年生の教科書の電気の内容を扱っている。休校前にオームの法則まで終えることはできなかったが、電圧と電流の基本的な部分は扱うことができていたため、電気エネルギーについては実験を行わなくても、家庭にあるものを例にしながらある程度進めることができると判断した。

(2) 高校2年生(点字1名、墨字1名)「物理」剛体のつり合い

郵送課題では、物理基礎の教科書を用いた復習と、物理の教科書の中でも、物理基礎の復習的内容の部分について自習ができるものを設定した。剛体のつり合いについては初めて扱うため、教科書を用いた自習に加えて動画で補足説明と実験を行った。なお、ここで行った実験は登校再開後に生徒実験としても行っている。

2. 映像制作に用いたソフト等

ほぼすべての作業を、学校配布のパソコンに標準搭載されているソフトのみで行った。

(1) Microsoft Power Point 2016

弱視生徒向けに言葉や図を用いて説明する部分で使用。ナレーションを吹き込んで映像ファイルとして出力できる。Office 365 を法人として契約はしているが、本校の方針で 2016 が推奨されている。

(2) Windows ビデオエディタ

ビデオカメラで撮った映像や、(1)で出力したファイルをつなげるなどの編集を行う際に使用。

3. 実際の授業例

以下、点字使用の生徒は「点字生」、墨字使用の生徒は「墨字生」と表記する。

(1) 中学校 3 年生(点字 5 名、墨字 7 名)「理科」電気エネルギー

基本的には全て郵送課題で、教科書を用いて自習できるようにした。映像はあくまで補足という位置付けとした。また、家庭にいるという利点を活かし、家にある家電の消費電力を調べさせた。

映像は 2 つ作成し、1 つ目の映像ではキーワードを抜き出して解説した。弱視生徒に配慮して、黒い背景に白いゴシック体の文字を写してスライドを作成した。

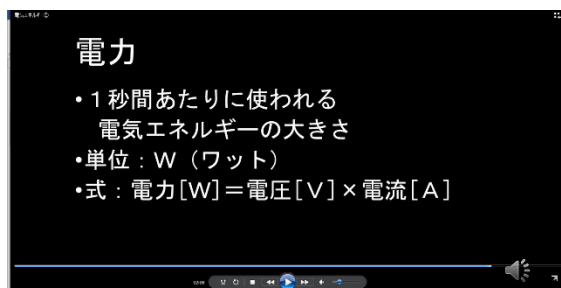


図 2-1 中 3 スライド例

スライド上に載せる情報は最低限にとどめ、1 画面に多くても 4~5 行程度とした(図 2-1)。普段の授業ではノートに書いているか確認しながら進められるが、映像ではそれができないため、途中で止めて何度も聞き直せることを最初に話した。後半ではおまけとして、職員室にある家電の消費電力を見ていく映像をつけた。これは、少しでも教員の顔を映すことで、登校できなくても学校とつながっていることを感じてもらうことが主な目的であった。職員室にいる数名の先生にも協力してもらった。

2 つ目の映像では、電熱線の発熱量を測る実験を行った。教科書では電力の値がわかっているものを 3 種類用いて結果を比較していたが、映像では 1 種類、電力の値がわからないものを用いた。教科書に載っているものをあえて映像にしたのは、点図ではわかりにくい実験器具の特徴などについて補足することで、実験をよりイメージしやすくすることが主な理由であった。素材などがイメージしやすいように、適宜指で軽くたたいたりこすったりして音を聞かせるなどの工夫を行った(図 2-2)。また、教科書ではポイントとなる部分しか書いていないので、器具に触ったことのない生徒が実際にイメージするためには、注意点などを補足する必要がある。こうした説明がイメージの助けになったようで、点字生にも墨字生にも好評であった。

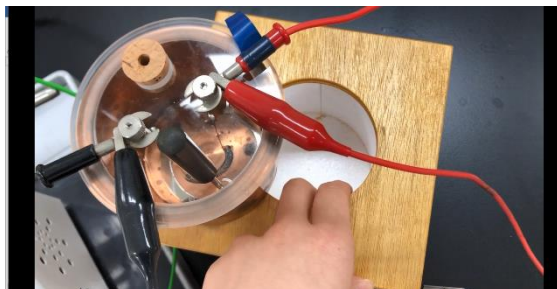


図 2-2 中 3 実験映像抜粋

(2) 高校2年生(点字1名、墨字1名)「物理」剛体のつり合い

4月に2回、5月に1回課題を郵送している。4月はまだ教科書が届いていなかったため、最初の2回は生徒の手元にある物理基礎の教科書で学習できる内容とした。それぞれの内容を以下①②③に示す。

- ① 物理基礎で扱えなかった範囲について、教科書を自習し、練習問題を解く。
- ② 物理基礎の教科書では発展として扱われていたもので、物理の平面内の運動や放物運動に関連する部分について教科書を自習し、簡単な練習問題を解く。
- ③ 平面内の運動や放物運動などについて物理の教科書を自習し、簡単な練習問題を解く。また、剛体のつり合いについて教科書を自習する。

これらの内容のうち剛体のつり合いと関連するものは、小学校6年生で学習した「てこの規則性」くらいであり、前に学習してから長期間空いている上に難易度も大きく変わる。小学校では天びんを用いて「力×距離」のつり合いとして学ぶが、高等学校では力を作用線上で平行移動する場合も考えるため、「距離」が何を指すのか理解するのに苦労する生徒が多い。同一物体上で作用点を移動したときの現象の違いについて考察するのも、この内容がほぼ初めてであるため、自習のみで理解することは困難だと判断した。そこで、練習問題は郵送課題に付けず、補足の授業映像を配信し、それでも理解が不十分とみられる点は登校再開後に再び扱うこととした。

映像は2つ作成した。それぞれの内容は以下①②である。なお、実験器具は石井(2019)が作成したもの¹⁾を盲学校用にアレンジしたものを用いている。今回はオンラインでの工夫点が発表のテーマなので器具の詳しい説明は省くが、またの機会に詳しく実践報告をしたい。

- ① 実験器具の紹介(図2-3)、回転させないためのおもりのつるし方を考えるクイズ、回転運動と剛体の導入、キーワードの解説、作用線上で力を平行移動したときに起こる現象について問うクイズ(図2-4、図2-5)、答えの確認と作用線上で力を平行移動する様々なパターンの確認

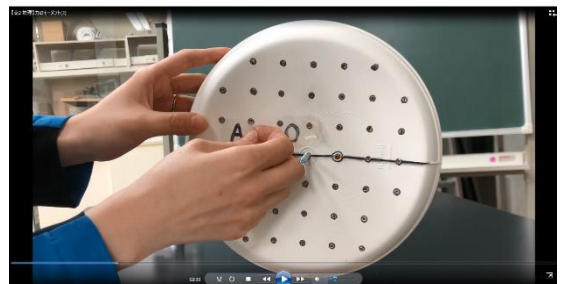


図 2-3 高2実験器具の紹介

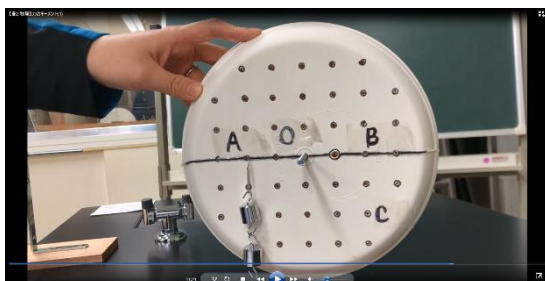


図 2-4 高2クイズ映像

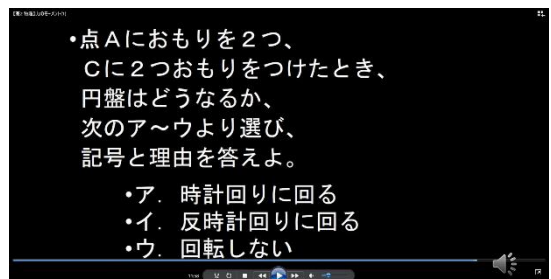


図 2-5 高2クイズ文スライド

② 実験のまとめ、力のモーメントのつり合いの計算、教科書練習問題の解説(図 2-6)

触ったことのない器具を用いて実験を行ったため、構造の説明は丁寧に行い、ポイントとなる部分は必要なときに繰り返し伝えた。また、円盤に格子状に打たれた点のうちいくつかに名前を付けたので、問題に取り組ませる際には再び、中心の点 O を基準

とした各点の位置を伝えた。高校生でかつ理系大学への進学を考えている生徒なので、話を聞いてある程度は正確なイメージを持つことができていたようである。登校再開後すぐにこの器具を触察させた上で、別の問題を出題すると正解できていた。

4. 成果と課題

どちらの学年にも、実験を含めた映像を作成した。墨字生にとっては、大きく映し出された実験器具を見ることができるところで有用だったが、点字生にとっては触察できない中でイメージを膨らませるのは大変困難だったと考えられる。結局、登校再開後に道具を触察したり、必要なところは再び実験を行ったりした。

既習事項と関連が深いものなど、内容によっては、教科書、教員が作成した郵送課題、映像資料のみである程度授業を進めることができた。また、電流はもともと見えないので、電気エネルギーはハンデが少ないように感じた。しかし、触察のできない状況では、実験が不可欠な部分や、平面や立体のイメージが必要なものは、盲学校の生徒を十分に理解させることは難しいことを実感した。

そして、たった 10 分前後の映像を 4 本制作するのに、とても長い時間がかかった。慣れによってももう少し効率よくできるのかもしれないが、そもそも学校配布のパソコンのスペック自体が映像制作には足りないようで(インターネットで調べてみると、「教員の映像制作におすすめ」とされるものより圧倒的にロースペックであった)、編集でも出力でも一つ一つ動きが遅く感じた。同じ科目を数人で担当できる他校では、1 人当たりの科目数を減らして分担して映像を作成している実践もあったが、特別支援学校では厳しいだろう。

3 Zoom を用いた実践

1. 実践の対象と内容の選定理由

高校 3 年生(点字 1 名、墨字 3 名)「物理」波動 8 時間実施

高校 3 年生については物理基礎、物理と 2 年間学習を重ねてきており、理論から現象を想像していくことに慣れているので、Zoom でやり取りしながら授業をできると判断した。また、波の基本的な部分は物理基礎でも学習済みである。受験生なので、どんどん進めないと入試に間に合わない可能性があり、最優先で授業を進める必要性もあった。

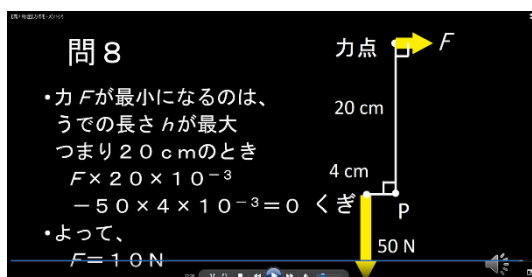


図 2-6 高 2 問題解説スライド

2. 実際の授業例

ここでは、波の干渉の一部分について紹介する。干渉の前には正弦波を表す式について扱っている。高3の生徒たちであればよく知っている式で $y-x$ グラフや $y-t$ グラフを描くことができ、波源の運動も単振動であることから、教科書の図を参照しながら、普段の授業とあまり変わらない形で学習させることができた。

そこまでは直線上を進む波に限定して扱われていたが、波の干渉では平面上に広がる波を扱う。本校には水波投影機(図3-1)があるが、水の波は触ることができないので、例年はまず教科書の図や、実験室にある波の干渉の立体模型を皆で触察し、水面にできる干渉の様子を先にイメージさせている。その後、水波投影機も触察し、実際に水面波を発生させる。2点の点波源を同時に動かす時には、干渉のイメージを手掛かりに、スクリーン上で感光器を用いて音が揺れる部分とほぼ一定の部分を探し、そこが腹線や節線であることを確認できる。

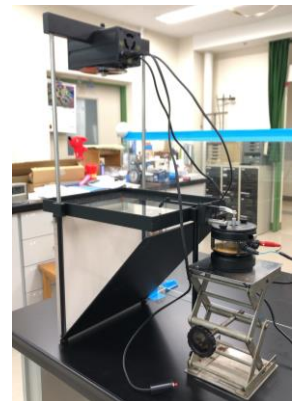


図3-1 水波投影機

Zoomでは装置や水波を写すことはできるが、生徒実験はできない。見せる・聞かせるだけでは起きている現象の理解に時間がかかることが予想されたので、事前の課題として教科書の該当部分を自習してくることを求めた(通常も教科書の予習は推奨しているが、今回は義務とした)。点字生は「図なども自分で見てみたが、複雑でよくわからない」と話していた。生徒に話を聞いてみると、2点の点波源を同時に動かしたときの干渉の図が特に難しかったという(図3-2 墨字教科書の図、図3-3 点字教科書の図²⁾。墨字では1枚だが、点字では2枚に分かれている。

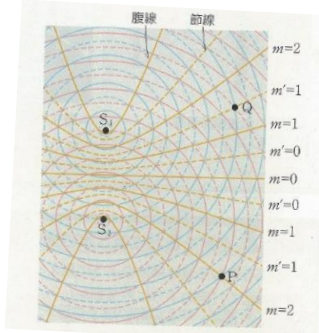


図3-2 墨字教科書の図

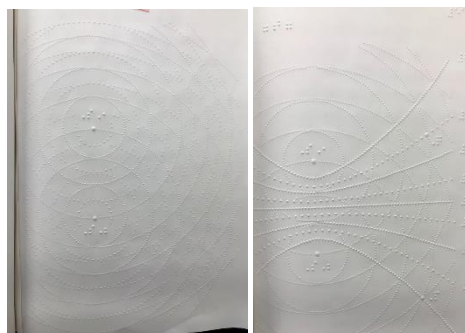


図3-3 点字教科書の図

がぶつかる点では半周期後に谷がぶつかり、結果的に強め合い続ける点となること、同じように弱めあう点ができることを確認した。実験手順を時系列に整理し、図のそれぞれの線が何を表しているか一緒に確認していくことで、定常波ができることは理論としては理解したようだった。しかし、物理基礎でひもの両端を持って揺らして定常波を作ったときのように、実際に観察することができていないので、ある墨字生は「何となくわかるがイメージがしづらい」と話していた。

そこで、この図は通常より時間をかけて丁寧に解説することにした。それぞれの波源から円形波が出続けること、同心円状に山と谷が順番に並ぶこと、2点からの波の山同士

ただ、水面波はもともと触察するにも難しいものではある。物理基礎で波の重ね合わせによってできる合成波を観察するときには、雨どいを用いて水があふれる位置でちょうど波が重なって大きくなったことを確認している³⁾。2点の点波源からの同じ振動数・同位相の波は、定常波となり腹線と節線が止まった状態となるため、水波投影機を用いればその光と影を感光器で観測することができるが、それでも教員の助けが必要で、生徒自身の力で確認できるものとはならない。そこで例年、図3-4のように実験室の机の上に2か所スピーカーを置き、パソコンのアプリケーション⁴⁾ⁱ⁾(図3-5)を用いて左右のスピーカーからそれぞれ同じ周波数の音を、同位相で発生させる実験を行っている。すると、2点の点波源から波を発生させたときと同じⁱⁱ⁾ように、腹線・節線が教室内にできるので、教室を歩き回ると音が大きく聞こえる場所と小さく聞こえる場所があることが確認できる。今年度のZoom授業でも、実験の手順を説明し、筆者がマイクを持って「今ちょうど2つの机の真ん中あたり」「廊下側、ごみ箱の前」などと位置を説明しながら、教室を歩き回って音を聞かせてみた。実験の様子はよくイメージできたようで、生徒は喜んでいて、2点の点波源からの波の干渉の図と、この実験の結果を結び付けられたかどうかは確認できなかったのが反省点である。

…スピーカー

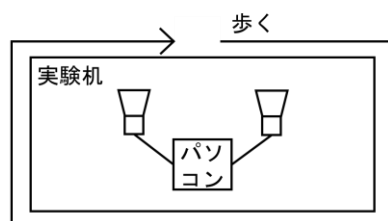


図3-4 音波干渉実験概略図



図3-5 「発音(はつね)」アプリ画面

3. 成果と課題

聞いた情報から平面や立体の様子を想像することに慣れている高校3年生であっても、2点の点波源からの波の干渉の様子を想像するのは難しいようだった。現象を丁寧に追っていても教科書の図だけでは複雑すぎるので、各時刻で止めた干渉の様子を立体図にしたものを、実験室で触察するなどの補足は必要だった。

YouTubeでは実験の様子を何度も撮りなおし、一番良いものを選んで編集でき、生徒もわからなくなったら何度も再生しなおせるので、実験を見せるのには向いている。Zoomではライブ配信となるので、1回で成功できるように撮り方や説明の仕方などをよく検討、練習しておく必要がある。もちろん普段から予備実験はしているが、

ⁱ⁾ 逆位相にしたり、周波数を変えたりすることもできるので、うなりの実験などでも活用できる。リモートでうなりを聞かせると、生徒は喜んでいて。

ⁱⁱ⁾ 音波は水波と違い、変位波でなく疎密波であり、伝わっているのは圧力変化であることには十分注意しなければならない。

画面の写り方を考えねばならず、生徒の表情も見えにくい中では普段通りにはいかない。しかし、Zoomでは理解度を確かめたり、生徒から質問を受けたり、追加の実験を行ったりしながら進行できる。例えば前述の音の干渉実験では、「2台のスピーカーが並んでいる直線上を歩いてみてください」と生徒から言われ、確かめる場面もあった。このように、生徒が主体的に参加し、普段の授業により近い形で行うことができるのは大きなメリットである。2点波源からの波の干渉図を触察する場面など、生徒たち自身が理解度をきちんと伝えようとする姿勢が、普段以上に見られることもあった。

4 おわりに 成果と今後の課題

1. 成果

オンライン授業は本校として初めての取り組みであった。他校で実践されているものは視覚資料中心であることから、盲学校である本校でそのまま使える映像などほとんど見つけることができなかった。他の盲学校での実践例も当然数は少ないと思われる。筆者には見つけることができなかった。その状況下でツールの調査やルール作りと並行して授業づくりを進め、生徒に届けられたこと自体が大きな成果だと思っている。また、ひとくちにオンライン授業といっても同時双方向、映像配信、メールでの課題のやり取りなど様々な方法があり、どんな学習内容がどのツールに合っているのかを考察し、使い分けの大まかな方針を立てることができた。登校再開後の生徒たちは、郵送課題やオンライン授業で扱った内容も例年程度には身につけており、筆者が今年度行った授業においては、この方針に沿って適切に授業を行うことができたと考えている。

また、オンライン授業では対面授業よりも伝えられる情報が少ない。そもそも視覚障害教育においては情報の精選が通常よりも必要なのであるが、普段よりさらに指導内容を深く検討することになった。見せ方、話し方などをより意識することになったことも成果といえる。

2. 課題

まず、授業効果の検証が不十分であるので、次の機会では行いたい。また今回はオンライン授業実施期間が約1か月間と短かったため、それほど深く検討しなくても、明らかにオンラインで扱うことが向いていない内容については登校再開後に回し、扱えそうなもののみオンライン授業を行う、といった判断ができた。しかし、2020年12月現在でもウイルスは終息の見込みがなく、いつオンライン授業にまた切り替えなくてはなくなるかわからない。担当する科目については、いつオンラインに切り替わっても対応できるよう、本来であればすべての内容について準備しておかなければならない。各学年について、場面ごとにツールを使い分けられることができるとよいが、内容を検討し、さらに準備をするのには膨大な時間がかかる。1人ではとても、どの内容を映像で、どの内容を同時双方向で……などと検討しきれない。全国の先生方で実践を積み上げ、シェアし合いながら、このコロナ禍を乗り切っていきたい。

引用文献

- 1) 石井登志夫 (2019) 「物体を回転させるはたらき」物理教育研究会編『物理教育通信』第 177 号, 8-14.
- 2) 高木堅志郎・植松恒夫他 12 名編 (2012) 『平成 25 年度用 物理』啓林館(点字版は出版元: 日本ライトハウス点字情報技術センター), 142.
- 3) 石崎喜治 (2015) 「物理: 『波』の導入実験」視覚障害教育ブックレット編集委員会編『視覚障害教育ブックレット』第 29 号, 46-51.
- 4) 国立教育政策研究所 (2017) 「振動数と音階 (発音: はつね) シミュレーション」Retrieved from <https://rika-net.com/outline.php?id=00026050004b&top=1> (accessed 2020. 12. 23)