

国士舘大学における物理実験のフル・オンライン授業化への取り組み

若山 将征¹⁾, 関口 宗男¹⁾, 和田 浩明¹⁾, 西山 枝里¹⁾

1) 国士舘大学 理工学部

wakayama.m@kokushikan.ac.jp

Approach to A Full Online Lecture of Physics Experiment at Kokushikan University

Masayuki Wakayama¹⁾, Motoo Sekiguchi¹⁾, Hiroaki Wada¹⁾, Eri Nishiyama¹⁾

1) School of Science and Engineering, Kokushikan University

概要

国士舘大学では、令和2年度春期の学部1年生向け物理実験の授業をフル・オンラインで開講した。物理実験は本来ならば実技を必須とする科目である。本稿では、物理実験をフル・オンライン化へと移行させた取り組みとその課題について述べる。

1 はじめに

国士舘大学では、新型コロナウイルス(COVID-19)の影響を受けて、令和2年度春期の1年次科目の「物理実験」はフル・オンライン授業での開講に踏み切った。物理実験は本来ならば実技を必須とするが、フル・オンライン化した場合においても、授業の質は対面で実施した場合に限りなく近づけられるよう工夫が求められる。本大学で採用しているクラウド型の教育支援システム「manaba」等で、Web上で学生が実験を実際に体験できるような資料を作成する配信側の工夫はもちろんであるが、個々の学生の家庭でのネットワーク環境等の受信側の問題も配慮する必要がある。さらには本授業では、関数電卓やグラフ用紙等を用意できていない学生がいるという1年次科目特有の問題が加わる。

本稿では、受信側の問題や1年次科目特有の問題に配慮した物理実験のオンライン化への移行の取り組みと、今回実施したことにより得られた課題について述べる。

2 オンライン化に伴うシラバスの変更

物理実験のフル・オンライン化をするにあたり、まず我々はシラバスの変更を行なった。令和元年度までの物理実験では、以下の実験項目を実施していた。

- ・ ガイダンス(ノギス・マイクロメーター)
- ・ ポケットコンピュータによるプログラミング
- ・ 電子の比電荷
- ・ エネルギー変換
- ・ 音波の干渉
- ・ 力学的共振現象

当初、令和2年度春期もシラバス自体は変更せずに、授業をオンライン化する計画であった。しかし、以下の2つの問題により、シラバスも変更することとした。

1つ目の問題は、令和2年度秋期に授業の一部もしくは全てが対面で実施可能になった場合、感染症予防の観点から、物理実験室では学生間の距離を十分に離す必要があることである。

また、狭く換気が十分でない部屋での長時間の作業、および、運動を伴う実験は避けなければならない。「力学的共振現象」の実験は学生同士の共同作業が必要であり対面では実施できず、「音波の干渉」の実験は狭い部屋での長時間の作業、「エネルギー変換」の実験は運動を伴うため、これらは対面では実施できない。そのため、秋期における対面授業の実施を見据え、実験項目を新規に作成する必要がある。

2つ目の問題は、オンライン授業では実験項目あたりに学生が行う作業量が大幅に減ることである。対面授業では、実験の準備や片付け、データの測定や解析など、一つ一つの作業に時間を要するため、一つの実験項目を2週に渡って実施していた。オンライン授業においても、データの測定や解析を体験させることは重要な作業であるが、学生ひとりで実際の実験で実施するのと同じデータ量をweb上で測定させるのは、集中力の問題や課題の分量、サポート体制を考えても良策ではない。そのため、実験項目あたりに学生が行う作業量は抑えて、実験項目の数を増やすことで、全体のバランスを取った。

新規に追加する実験項目は、秋期に対面授業が可能になった場合にも実施可能なものとし、最終的に以下の実験項目を実施するようにシラバスの変更を行った。

- ・ ガイダンス
- ・ ノギス・マイクロメーター
- ・ 落下運動による重力加速度
- ・ 振り子を用いた重力加速度
- ・ 力学的共振現象
- ・ エネルギー変換
- ・ 回路素子
- ・ プランク定数
- ・ 光の回折干渉
- ・ 電子の比電荷
- ・ 環境放射線
- ・ ポケットコンピュータによるプログラミング
(十進 BASIC 演習)

3 対象学生の調査

本稿では、関口が担当する理工学部基礎理学系の学生 30 名を対象とする。クラウド型の教育支援システム「manaba」(朝日ネット)上で実施したガイダンスの最後に、簡単なアンケートを用いて、学生の実態調査を行った。その結果、利用できる通信機器がスマートフォンのみという学生が5名いた。また、1年次の学生ということもあり、関数電卓やグラフ作成用の方眼用紙を持っておらず、当時、東京都は新型インフルエンザ等緊急事態宣言の発令中であり、それらをすぐには用意できないという学生が一定数いると考える必要があった。

オンライン授業をするにあたって注意すべき点は、全ての受講学生が問題なく授業を受けられ、課題提出まできちんと行えるよう、教材の作成および受講システムの構築をすることである。そのため今回は、スマートフォンの通信環境からでも受講できる教材を作成し、関数電卓や方眼用紙を使用しなくても行える課題のみを出題した。

4 フル・オンライン化への取り組み

ここでは、フル・オンライン化への具体的な取り組みについて述べる。まず全体としては、通信量を抑えるために動画はあくまで参考資料とし、教材は pdf ファイルの資料をメインとした。既存の実験項目については、対面での授業で使った実験マニュアルと指導書をもとに教材を作成した。このとき、実験を仮想体験できるよう、既存の実験マニュアルよりも実験手順を細かく記述し、実際の実験風景の写真を多く取り入れることを心掛けた。また関数電卓がなくともブラウザ上の指数の計算や簡単な関数の計算ができることを教材の中で説明した。課題の提出ではフルレポートは辞めて、データ解析と考察を manaba の小テスト機能により提出させた。初めのノギス・マイクロメーターの実験項目では、当初、実際にマイクロメーターで測定している写真(図1参照)から

実験値を読み取らせる課題を出題することを計画していた。しかし、受信側がスマートフォンのような小さい画面や解像度の低い環境で見た場合、数値の読み取りが困難である可能性がある。そこでマイクロメーターによる測定の概略図(図2参照)も載せ、そこから数値を読み取らせる課題へと変更した。



図 1: マイクロメーターによる測定の実際の写真

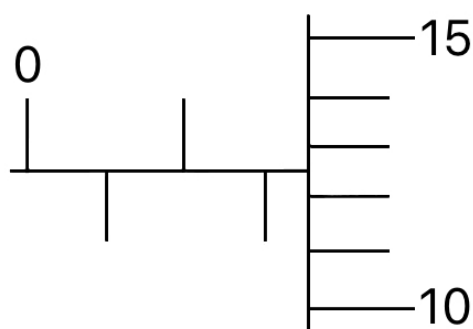


図 2: マイクロメーターによる測定の概略図

また、ノギス・マイクロメーターの実験項目から早速、対面授業では関数電卓を使用する計算が現れる。例えば円周率 π を含む計算では、手持ちの電卓に π の値が記録されていない場合、有効数字を考慮した数値結果に影響しない範囲での円周率の値(例えば 3.14159)を与え、その数値を使用するよう教材内で指示した。

学生がグラフ作成用の 1mm 方眼用紙を用意できない問題の対策としては、一つの案として、方眼用紙の pdf ファイルを送付し、各自で印刷してもらい、グラフ作成後にスキャンもしくは写真で撮り、データで提出させることが挙げられた。しかし、印刷機を持っていない学生は一定数い

る。スマートフォンしか持ち合わせていない学生は、コンビニでスマートフォンから直接ファイルを印刷する必要があり、難易度が高い。また印刷機の環境設定によっては 1mm 方眼用紙として印刷されない場合が想定された。画像データによる提出も解像度によっては採点不可・再提出が考えられる。学生全員に高解像度のデータの提出を頻繁に行わせると、manaba システムの容量を逼迫させる恐れもあるため、今回は学生にグラフ作成させる課題は見送ることにした。

代替案として、図 3 のように方眼用紙に実際にグラフを書いた画像を添付し、その直線の傾きを求めることを課題とした。マイクロメーターの数値の読み取りのときと同様、数値の読み取りが困難な場合があるので、グラフの概略図(図 4 参照)も併せて載せた。

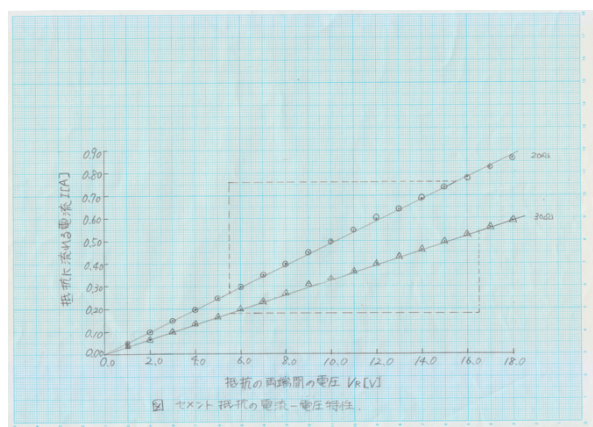


図 3: 方眼用紙を用いて直線の傾きを求める実際のグラフ

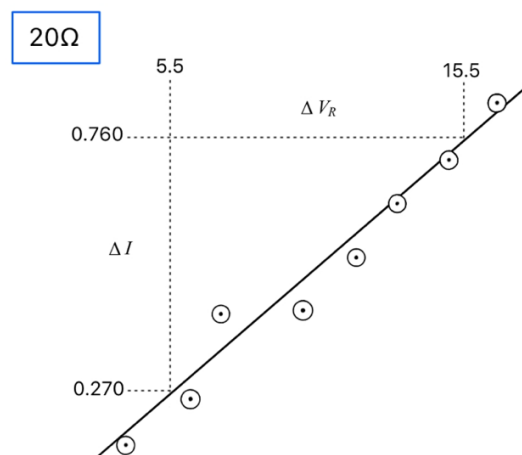


図 4: 直線の傾きを求めるグラフの概略図

実験の様子を撮影した動画はあくまで参考資料とし、通信量を抑えるために1動画あたりの時間は数秒から数十秒程度にし、YouTubeに限定公開の設定で載せた。ただし、物理実験では教職課程の履修要件として、パソコンを利用した実習を行う必要がある。そのため、力学的共振現象の実験科目におけるパソコンでのグラフ作成の実習だけは、4分弱と他よりも長めに撮り、実際にパソコンで操作している画面の動画を載せた。

また、ポケットコンピュータによるプログラミングの実験科目では、通常、ポケットコンピュータを用いてBASICのプログラムを作成させる。しかし、オンライン授業ではポケットコンピュータは利用できないため、教材では既存のポケットコンピュータ操作の説明に加え、各自のパソコンでもBASICのプログラムが作成できるよう十進BASIC[1]の説明も行なった。十進BASICにおいてもパソコンで操作している画面の動画を参考動画として載せた(図5参照)。パソコン画面の撮影はWeb会議サービス「Zoom」の画面共有と録画機能を用いて行い、動画編集ソフト「iMovie」を用いて編集した。

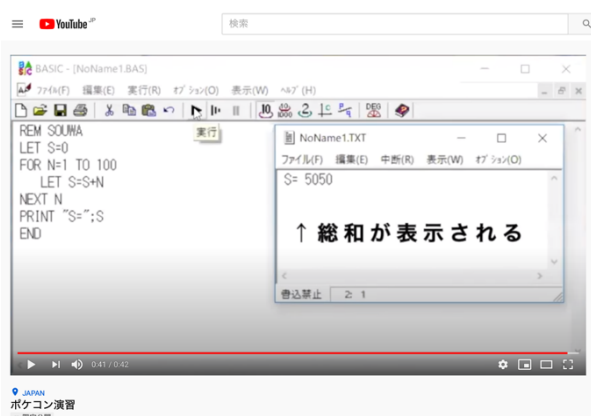


図 5: YouTube で公開した十進 BASIC の動画

5 オンライン授業のサポート体制と課題点

オンライン授業の課題は manaba システムで回答する形で提出させた。教材閲覧および提出期限は受信側のネット環境を考慮して、1週間と

長めに取った。manaba システムの自動採点機能は難易度の低い設問のみオンにし、再提出が想定される難易度の高い設問や記述問題ではオフにした。

サポート体制として、初め、正答率の低かった問題に対する解説および質問を受け付けるために、Zoom による双方向通信の場を設けた。各個人のネット環境の問題もあるので参加は自由としたが、履修者 30 名のうち 25 名の参加があった。しかし、学生からの質問や発言はなく、結果的に一方向の解説で終わった。3 年次の学生を対象としたオンライン授業では、Zoom による学生全体での双方向通信は会話や質問があったが、今回の結果はそれとは対照的である。これは、3 年次の学生は学生同士や教員とも対面で既に会ったことがあるが、1 年次の学生は誰も対面で会ったことがないためであると考えられる。この問題は 1 年次の学生との双方向通信によるオンライン授業の今後の課題として残る。

サポート体制として、学生との双方向通信を行うことは方針転換をして、成績の悪い学生に対して個別に Zoom での面談を行うことに切り換えた。対面授業では、毎授業ごとに出来の悪い学生をサポートするので、一定のラインを下回ることは稀である。しかしオンライン授業では、学生間の成績差が大きくなってしまふことが浮き彫りになり、Zoom による個別対応が必要不可欠であった。

また、manaba システムでは、掲示板による質問機能があるが、投稿者名と質問内容が履修学生全員に閲覧可能な状態になる。そのため、Zoom による双方向通信の場で発言がなかったときと同様、1 年次の学生では掲示板機能が活用されなかった。一方、質問はメールで直接、教員に届く傾向にあった。1 年次科目に対する掲示板によるサポート体制の代替としては、メールによる質問も積極的に促し、個別に対応して、学生全体で共有すべき質問は質問者名を匿名にした上で、質問と回答を学生全体に送ることにした。

6 授業評価アンケートの結果

最後の授業で、自由記述形式の授業評価アンケートを実施した。アンケートは受講学生 30 名のうち 13 名から回答があり、11 名の学生から高評価が得られた。

高評価の意見は主に以下の通りである。

- ・ 実験が資料で詳しく説明されていたので、とても分かりやすかった。
- ・ 動画で実験風景を見られてよかった。
- ・ 設問の前に計算例が示されていたので、無理なく問題に取り組むことができた。

高評価の意見とともに改善点を述べた学生が 2 名おり、改善点の意見は以下の通りである。

- ・ もう少し長い動画で説明してほしいかった。
- ・ レポートの解答解説をしてほしいかった。

低評価の意見は以下の通りである。

- ・ 関数電卓の使い方がわからない。
- ・ フルレポートの課題があればよかった。

改善点・低評価の意見について、動画は通信量を抑えるためになるべく短くなるよう努めたが、同じ内容に対して短いバージョンと長めのバージョンの動画を作成し配信することを検討する。関数電卓の使い方は動画を含む説明資料を作成し、授業の追加資料として配布する予定である。フルレポート課題に関しては履修学生全員が Word 等のソフトがインストールされている PC を持っている環境の場合であれば実施可能である。このような環境になるクラスに対してはフルレポート課題の設定を計画したい。

7 まとめ

国土館大学では、令和 2 年度春期の学部 1 年生向け物理実験の授業をフル・オンラインで開講した。シラバスは、秋期に授業が対面で実施可能になった場合に備え、感染症予防の観点から、大幅な変更を行った。

ガイダンス時のアンケートで、利用できる通信機器がスマートフォンのみという学生が 5 名おり、関数電卓や方眼用紙を持っていない学生も一定数いることがわかった。そのため、スマートフォンの通信環境からでも受講できる教材を作成し、関数電卓や方眼用紙を使用しなくても行える課題のみを出題した。教材は実験を仮想体験できるよう、実験手順を細かく記述し、実際の実験風景の写真を多く取り入れることを心掛けた。実験の様子を撮影した動画はあくまで参考資料とし、通信量を抑えるよう努めた。

サポート体制としては、Zoom による問題解説・質問受付の場を設けた。しかし 1 年次の学生は誰とも対面で会ったことがないためか学生からの質問や発言はなく、双方向通信によるオンライン授業は今後の課題として残った。1 年次の学生に対しては、Zoom による個別面談に切り換えて実施した。また、メールによる質問を積極的に促し、学生全体で共有すべき質問は質問者名を匿名にした上で、質問と回答を学生全体に送るようにした。

授業評価アンケートでは、受講学生 30 名のうち 13 名から回答があり、11 名の学生から高評価が得られた。初めてのフル・オンライン授業の試みであったが、概ね好評だったと思われる。

最後に、物理実験は本来ならば実技が必須であり、フル・オンライン授業よりも対面授業の方が良いのは言うまでもない。一刻も早く平常に戻ることを切に願いつつ、安全に対面授業が再開できる体制を模索したい。

参考文献

[1] 十進 BASIC のホームページ

<http://hp.vector.co.jp/authors/VA008683/index.htm>