

# PCを用いた理科実験の実践と指導

三枝 優輝 森村学園中等部高等部 226-0026 神奈川県横浜市長津田町 2695

## 1. はじめに

OECD（経済協力開発機構）が行った2018年の学習到達度調査（PISA）によると、日本では、学校の授業におけるデジタル機器の利用時間が非常に少なく、OECD加盟国中最下位であることがわかった<sup>1)</sup>。一方で、日本全国では、学校教育における情報通信技術（Information and Communication Technology ; ICT）環境の整備が整えられつつある。本校でも、中等部1~3年生と高等部1年生に一人一台2in1PC（タブレット端末としてもノートパソコンとしても使えるデバイス、以下PC）を導入し、各HR教室や理科室等の特別教室の無線（Wi-Fi）環境も整備し、多人数でも遅延なくインターネットを使用できるようになり、2021年までに全校生徒が所有することを目標に、利用環境を整えている<sup>2)</sup>。また、普段の学習で使うノートや筆記用具と同じように、PCの利用を文房具の一種として推進させていくべく、マイクロソフトの教育機関向けクラウドサービス Microsoft 365 Education を採用し、その中のコミュニケーションツールである Teams というアプリケーションを用いることで、教員と生徒の間でホームルーム活動や授業に関する連絡を取り合うことができるようになった。そのため、普段の授業でPCを用いていることはもちろん、課題・宿題も Teams を使って提出させている教員も多々いる。筆者は、このような環境を利用して、中学2年生理科第1分野「オームの法則」を題材に、PCを用いて実験・まとめ指導の円滑化と効率化を試み、生徒の理解度・達成度の向上を図った。電流と電圧の関係性を確かめる初歩的な実験であるため、高校物理基礎の授業でも応用できる。

今回の取り組みでは、本校の中等部2年生5クラス199名を対象に実験実習を行った。どのクラスも、生徒一人ひとりの学力差は少なからずあるものの、授業を通して積極的に理科を学ぼうとする姿勢がある。

## 2. 円滑化と効率化とは

PCが導入される前は、教卓上に実験器具を並べ、授業冒頭の10分程度使って実験手順を一通り口頭で説明

してきた。広い理科室の前方にある教壇上で説明をするため、後方の席に座る生徒には説明が伝わりにくく、なおかつ実験器具も見にくいので、わかりづらい。また、生徒が理解する前に説明が進行してしまうために聞き逃しが発生し、手順のミスや実験の失敗を誘発していた。それに伴い、実験器具が故障・不具合を起こすことも多かった。教員側も、担当するクラスの数だけ同じ説明をしなければならないが、誤って手順を言いそびれてしまうこともあった。まとめ指導においても、手描きのグラフが正確に描けず、時間も長く要することで、授業中に課題として提出までこぎつけられない生徒が多かった。そこで、PCを使い、教員があらかじめ配信した予備実験動画を見ながら生徒が実験することで、手順を逐一かつ繰り返し確認でき、失敗そして器具の故障を防ぐことを期待した。教員側も、正確な実験手順の説明をした動画を作成しておくことで、授業の度に繰り返し説明をする必要もなくなる。また、Excelで実験結果をまとめることで、グラフを短時間に簡単かつ正確に作成でき、学習の理解を促すことを期待した。

## 3. 授業の内容と流れ

中学2年生理科第1分野「オームの法則」の単位では、電流と電圧の関係性を実験にて確認・学習する。

図1に示すように、2本の電熱線のうち、細い電熱線に電源装置を接続し、電熱線に流れる電流、かかる電圧を、測定器を用いてそれぞれ測定する。実験の手順は、以下の通りである。

- ① 電源装置の電圧調整つまみを調節しながら、電圧計の目盛りを見て、電熱線の両端にかかる電圧を0.5Vにする。電圧は電源装置のメーターではなく電圧計の目盛りを見ること。
  - ② その時の電流を測り、記録する。
  - ③ 電圧を1.0V、1.5V…と0.5Vずつ増やしながら①と②の手順をくりかえす。
  - ④ 電圧が9Vになるか、または電流が400mAをこえたら終わりにする。
  - ⑤ 太い電熱線に接続し直して①~④を繰り返す。
- 生徒に考えてもらう考察は、以下の3点とした。

- ・電流と電圧の間にはどのような関係があるか。
- ・2種類の電熱線に流れる電流と電圧の関係性を比べるとどのような違いがあるか。また、この違いは、電熱線の何の違いによってどのように生じたのか。
- ・実験がうまくいくために工夫したこと、失敗してしまったことなど。

後日、PCを用いて、2種類の電熱線に流れる電流と電圧の関係性を、Excelにてグラフで表す。

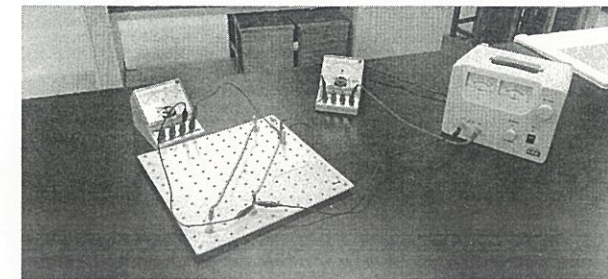


図1 実験に使用する器具の配置図

## 4. 教員の準備

まず、生徒に見せる実験動画を作成する。筆者は、学校から支給されているPCに内蔵されているカメラを用いて、実験の目的とねらい、具体的な模範実験の様子を撮影し（図2）、Windowsに標準で付属されている「フォト機能」を用いて動画の編集を行っている。ナレーションは生付けし、必要であればタイトルカードや字幕を入れている。筆者が模範実験授業を作成する場合は、授業の空き時間、放課後、定期試験の採点整理日、生徒の夏季休業・冬期休業等を利用している。1回分の撮影・編集に約30分の時間を要している。

次に、Microsoft 365 Educationが提供している動画共有アプリケーション Stream を使って生徒に実験動画を配信している。生徒はその動画をPCで見ながら作業・実験を行えるため、実験時間の有効活用が見込める。

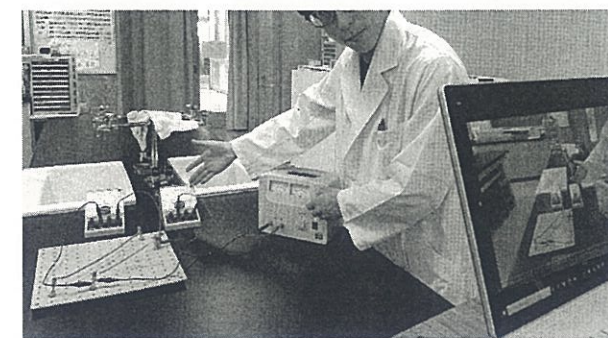


図2 模範実験の収録の様子

グラフ作成に用いる「Excel」の雛形は、教員で用意する。図3のように、生徒が実験で得た数値（電流の測定

値）を入力するだけの状態にしておく。

J20_第18回 Adago中学校 【実験】電流と電圧の関係																				
電圧[V]	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	
電流[mA]																				
電流[mA]																				
電圧[V]	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	
電流[mA]																				
電流[mA]																				

図3 生徒に配信するExcelシート

## 5. 生徒の活動と反応

生徒は理科室に入ると、PCを立ち上げ、実験動画を視聴する。動画の冒頭に実験の目的とねらいを収録してあるので、授業前の休憩時間から実験実習を始めることができる。

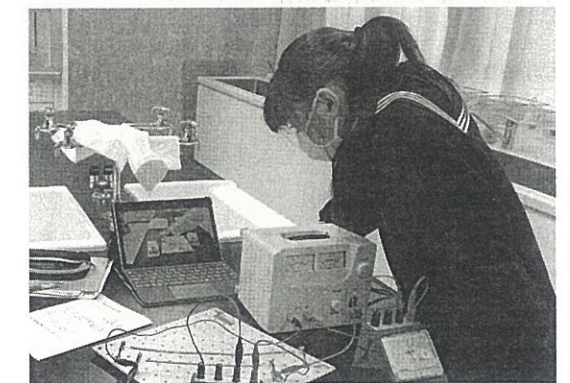


図4 生徒の実験の様子

実験は2人1組で行い、動画の視聴と並行して回路を組み立てることができる（図4）。測定量の記録の仕方も動画内で指示しているので、教員は、机間巡視し、生徒の安全を見守ることに集中できる。

### 電流と電圧の関係

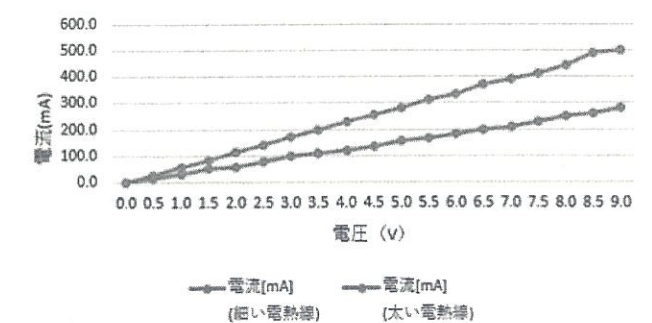


図5 生徒作成のグラフ

後日行ったまとめ指導では、図3で表したExcelファイル Teamsにて配信し、各自のPCにダウンロードさせた。その後、生徒がプリントに記録した測定値を

Excelに打ち込み、グラフを作成した(図5)。その後、Teamsの「課題」機能を用いて、グラフを添付したExcelファイルの提出を課した。その際には、作成したグラフから、抵抗にかかる電圧と流れる電流の間にはどのような関係があるのかを考察させた。グラフの概形から「比例関係である」という予測が多く挙がった。

指導後の効果測定として、生徒にアンケートの回答を、Microsoft 365 Educationが提供しているアンケート作成アプリケーションFormsを使ってお願いした。項目は以下の3点である。

- ① PCを用いた実験の説明は便利だと思うか。またどのような点が便利・不便だと思ったかを述べる(選択式と自由記述式, 173名が回答)。
- ② 今後も、PCを用いて実験の説明をしてほしいか。(選択式, 165名が回答)
- ③ その他、気づいた点を自由に記述(49名が回答)。

その結果、生徒からは次のような意見が挙がってきた。

**【肯定的な意見(抜粋)】**

(実験中におけるメリット)

- ・実験と並行して動画を見ることができ、万が一説明を聞き逃してしまってもPCを使ってもう一度確認することができることが良い。しっかりメモが取れる。
- ・動画があることによって、聴覚だけでなく、視覚的にも実験内容について理解できる。
- ・授業前に動画で実験などの手順の確認をすれば、授業中に先生が説明する時間を省けるし、わからないところがあっても自分たちで動画を見て確認することができるから。
- ・自分たちのペースで実験ができ、手順を間違える事が少なくなったところ。
- ・説明時間の短縮にもなり、実験時間が長くとれる。
- ・席が後ろのほうだと前でやっている実験をしっかり見ることができないから。PCを使えば席に関係なく見ることができる。

(実験のまとめにおけるメリット)

- ・Excelをつかうことで、実験結果のまとめ・きれいなグラフが簡単にできる。
- ・写真を使って結果をまとめることができる。
- ・紙などとは違い、紛失することがない。
- ・アーカイブしやすい。
- ・実験した班員どうしでデータの共有がしやすい。

(日ごろの学習におけるメリット)

- ・欠席した人も実験の内容を見ることができる。

- ・家で予習と復習ができる。

**【否定的な意見(抜粋)】**

(実験中における課題点)

- ・パソコンを出さないといけないので、場所を取る。それに、汚れるのでパソコンを見るときは、手を洗わないといけないのが不便。
- ・口頭による先生の説明のほうがわかりやすい。
- ・たまにWi-Fiの接続状況が悪いのでそこを改善してほしい。

(実験のまとめにおける課題点)

- ・パソコンの使い方が難しいから手間取ってしまう。

(日ごろの学習における課題点)

- ・時間がかかる上に、操作方法がわからなくて課題を提出できない場合がある。
- ・学力の高低に関係なく、「わかりやすい」「実験がスムーズに行えた」という意見が多く挙がった。一方で、PC操作に不慣れな生徒にとっては否定的な意見が挙がった。

また、今回の取り組みを行うことで、昨年度よりも不具合を起こす実験器具の数も大きく減った。生徒が、模範実験を視聴しながら実習を行うことで、各器具の接続方法や、電流・電圧の調整方法を具体的に確認しながら行えたためだと考えられる。

**6. まとめ**

PCを導入・有効活用することで、実験上の生徒のミスや実験器具の故障は減り、生徒の実験の成功率が上昇していることがわかった。ただし、実験の成功率については、筆者の記憶に頼っている部分があるため、根拠が薄く、より具体的な検証が必要であると考えている。また、実験器具の更新や、公立校における他校への異動のことを考えると、以前に収録した実験器具とは異なる教材になる可能性があるため、適宜動画の撮り直しや編集が必要になると考えている。

まとめ指導においては、データや実験プリントを紛失することなく編集・保存できるため、復習しやすいと感じる生徒も多く見受けられた。一方で、PCの取り扱いに慣れていない生徒にとっては、実験よりもPCの操作に気をとられてしまったり、Excelの便利さゆえに自分で理解していなくてもグラフができてしまったりするため、こちらが期待している理解度・達成度に達していない可能性もある。これに関しては、煩雑ではあるが手描きでグラフを作成してみても、理解度・達成度の対比をさせてみる必要があると考えているため、今後の研究課題とする。

**7. 最後に**

OECDのPISA2018の結果により、日本の学校教育のデジタル化が、世界的に非常に遅れていることが示された。生徒たちが学校の授業中にPCを使わないだけでなく、「授業にデジタル機器を組み込むのに必要なテクノロジーのスキルと教育方法のスキルを有する教師たち」[「授業にデジタル機器を組み込むのに十分な準備時間を確保している教師たち」]の割合も最低レベルであることが報告されている<sup>3)</sup>。そのことを踏まえ、文部科学省は新学習指導要領の施策として「情報活用能力の確実な育成」を挙げており、その中の理科の指導においてICTを活用する際のポイントとして、「観察、実験の代替」としてではなく、理科の学習の一層の充実を図るための有用な道具としてICTを位置付け、活用する場面を適切に選択し、教師の丁寧な指導の下で効果的に活用することが重要である」と指摘している<sup>4)</sup>。Microsoft 365 Educationを導入していなくても、表計算ソフトや動画配信の方法を工夫することで、同様な効果が得られ

ることが期待されるため、筆者のような取り組みは、文房具としてのPCの利用を促し、ICT教育を推進充実させるひとつのきっかけになるのではないだろうか。

**引用文献**

- 1) 国立教育政策研究所『OECD生徒の学習到達度調査2018年調査(PISA2018)のポイント』, [https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01\\_point.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf) (最終閲覧日2021年3月1日)。
- 2) 森村学園中等部高等部『教育の特色 - ICT教育』, <https://www.morimura.ac.jp/jsh/education/ict/> (最終閲覧日2021年3月1日)。
- 3) OECD『A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020』, [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126\\_126988-t631\\_xoso&title=A-framework-to-guide-an-education-response-to-the-Covid-19-Pandemic-of-2020](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126988-t631_xoso&title=A-framework-to-guide-an-education-response-to-the-Covid-19-Pandemic-of-2020) (最終閲覧日2021年3月1日)。
- 4) 文部科学省『理科の指導におけるICTの活用について』, [https://www.mext.go.jp/content/20200911-mxt\\_jogai01-000009772\\_04.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200911-mxt_jogai01-000009772_04.pdf) (最終閲覧日2021年3月1日)。

(2021年3月1日受付)

**One Point**

**1kJってどのくらい?**

室谷 心 松本大学総合経営 390-1295 松本市新村 2095-1

隣の学部の栄養系の先生から、「SIユニットではエネルギーにJを使うようになるが、水1gを1℃上昇させる1calと比べて感覚的によくわからない。学生が大きさをつかめる直感的な説明は無いのか?」ときかれ、知恵を絞った。

Kleiberの法則によれば、生物の基礎代謝(一秒間あたりのエネルギー消費量)は質量の3/4乗に比例する。 $\frac{dE}{dt} = CM^{\frac{3}{4}}$ で、ここで質量Mをkgで測り、結果をW=J/sで表せばC=4.4または4.1(文献によって値は少し違う)である。これを使うと、65kgから70kgの人の基礎代謝は100Wなので、「1kJは大人1人が10秒間生きていくために必要なエネルギー」となる。1秒で使うとすると1.4tから1.6tの生物となり、子象か小型のカバだろうか。

「人間1人=100W」、白熱電灯がふつうな昭和の時代はこれがわかりやすかったのだが、LEDの時代になってなんだか人間は生きていくだけでエネルギー使い過ぎに見える。皆さん秘蔵の1kJご教示いただけませんか。

(2021年2月7日受付)