

実験における ICT 機器の活用

可児工業高等学校 稲垣 壯

1 研究のねらい

一昨年度より生徒一人一台のタブレットが貸与されたことを踏まえ、本研究では①ICT 機器の利用価値の提示②ICT を活用した実験データ処理の 2 点を目的に設定した。それぞれの背景と目的は以下通りである。

- ① 「平成 30 年度 我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」によれば日本の中高生の PC 所有率（ノートパソコン 55.5%）は、諸外国（アメリカ 69.3%、イギリス 73.5%等）と比べて低い傾向にある。本校 2 年生を対象に年度当初の授業内で挙手による調査を行ったところ、1 年生からタブレットが貸与されていたにもかかわらず半数以上の生徒がキーボードによる文字入力の経験がないと回答した。一方でほぼ全ての生徒がスマホを活用しており、生徒の多くはスマホのみで満足し、PC を活用していないことが示された。本研究では、実験のデータ処理を通して Excel の活用事例に触れることで、PC の活用を学ぶモチベーションを与えることを目的①として設定した。
- ② 高校理科では実験データの処理について詳細を学ぶことはない。しかし、誤差の評価についての知識がなければ、単一の事例報告と統計的な検証の重要性の区別はできない。これはコロナ禍の現在、「薬 A が効いたという事例があるのになぜ国はすぐに認可しないのか」というような、統計的な検証を軽んずる言説として表れている。理工系の大学に進学する生徒以外にとって、高校の理科の授業が体系的に科学を学ぶ最後の機会になることを鑑みれば、実験における統計誤差の取り扱いについて授業内で触れることは重要である。そこで本研究では、これまで計算量の多さから授業内での説明が難しかった、誤差の評価や最小二乗法を用いたグラフの作成に PC を活用することで実験データ処理への理解を深めることを目的②として設定した。

2 実践した内容

生徒はグループ単位で振り子を用いた重力加速度測定を行い、各自でタブレット PC を用いてデータ処理を行う。実験方法については右図を用いた最小限の説明に留め、測定装置としてスタンド、釣り糸、おもり、メジャー、ノギス、ストップウォッチを提示した後は生徒の工夫に任せた。

生徒は釣り糸の長さ L 、おもりの半径 R 、振り子の周期 T を測定し、測定値の平均から右図中に示した式を用いて重力加速度を求めた。

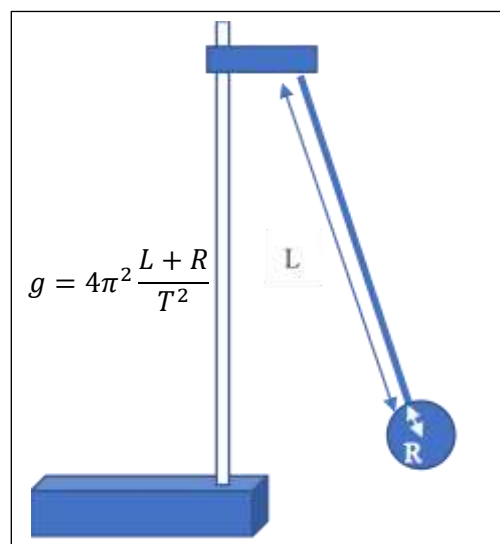
その後、予め準備された Excel work sheet を用いて改めて重力加速度の平均値を求め、誤差を評価した。グラフのフィッティングには、科学実験で一般的に用いられる最小二乗法を用いた。

実験の内容や説明に用いた数値は東京都市大学物理学教室が公開している次のページを参考にさせていただいた。

(<https://www.ns.tcu.ac.jp/NS/PH/homework/borda.pdf>)

また、誤差の評価については筑波大学 竹内修先生が公開している次のページを参考にさせていただいた。(<https://dora.bk.tsukuba.ac.jp/~takeuchi/>初めての誤差論)

これらの内容について事前の授業内で大まかな解説を行い、必要とされる精度をあらかじめ算出したのち実験を行わせた。



3 実践中および実践後の生徒の変容

生徒は釣り糸の長さ L を測定するためにメジャーを、おもりの半径 R を測定するためにノギスを用いる必要があることを理解し、それぞれを測定することができた。また、その和を計算する中でメジャーとノギスの測定精度の違いから、有効数字を取り扱う上で注意すべき点を実感したようである。

多くのグループが 10~20 周期を測定し、そこから 1 周期を算出することで測定誤差を減らせることを思い付き、実践した。また、目視での測定に限界を感じて、タブレット PC のカメラを用いて動画を撮影することで、精密な周期の測定を試みた班も見られた。ただし、授業時間内に周期を算出することはできなかった。

ICT の利用については、標準偏差の計算が関数電卓を用いてもなお手間がかかることを体験させた後に Excel を用いた自動計算を行わせたため、Excel の利便性を大いに理解したようである。(右の囲み)「のか」「身に付けるにはどれくらいの勉強が必要か」等、Excel の活用に興味を示す生徒も数名見られた。

4 研究のまとめ

目的① PC の活用を学ぶモチベーションを与えることについてはある程度実現できたようである。しかし、今回は実験データの解析を目的としていたため、日常生活への応用は難しい。今後はより日常的な題材に PC を活用する例を提示し、継続的な学習意欲につなげたい。

目的② 実験データ処理への理解を深めることについてはまだ十分とは言えない。現状では「なんだか難しいことをしている」という理解に留まっている様子である。真に理解するためにはより高校の学習範囲を超える高度な数学的な知識が必要となるため、むしろ当然である。教科書の記述に沿った実験では「数回測定して平均をとったもの」を結果として用いることが多く、これが「科学実験はこれで十分である」といった誤解を生んでいるのではないかと考えられる。今回の研究が飽くまでも「今後科学に関する高等教育を受ける機会がない生徒」を念頭に置いたものであることを考えれば、こういった測定では不十分であることを確認できた意義は大きい。

今後も本研究での成果を踏まえ、授業内での ICT 機器の活用を続けることで ICT 機器利用に対するモチベーションを与え、また、実験データ処理の重要性を理解できる授業を目指したい。



ノギスともものさしの測定精度の違い。(写真は教員用デジタルノギス)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$n=10$ 程度であっても標準偏差の計算は手間がかかり、授業内に行うのは困難である。

	A	B	C	D
1	偏差平方和の測定シート			
2				
3	データの個数	5		
4	回数	1	2	3
5	測定値			
6	平均値	=DIV/0!		
7	標準偏差	=DIV/0!		
8	相対標準偏差	=DIV/0!		

Excel を用いれば簡単な関数を用いて自動計算でき、大幅な時間短縮になる。(画像は標準偏差の計算)