

音声付直流電圧計・電流計を活用した実践

筑波大学附属視覚特別支援学校
平野祐希子

1 はじめに

1. 盲学校で実験を行う上で気を付けていること

(1) 通常学校と盲学校の比較

通常学校では、聞いて理解するのが難しい生徒に配慮し、教卓に見本として実験道具を設置し、真似をさせる等の工夫を行う。また、数値の読み取りでは「最小目盛りの1/10」まで記録させる。対して盲学校では、見本を見て素早く行うこと、目盛りを正確に読み取ることは困難なことが多い。

(2) 『観察と実験の指導』物理実験についての記述

「物理的分野の学習では、物理的な量を測定してこれらのデータに基づく考察を進め、原理や法則を導き出すことが多い」、「細かいデータが必要な場合には、教師が用意したデータを分析させるドライラボ方式も有効」との記述がある。どこまで生徒自身に実験させ、法則を導かせることができるのかを考えていきたい。

(3) 視覚障害に配慮した実験の進め方（石崎，2009）

石崎は中学校の光の実験の紹介の中で、視覚障害に配慮した実験において大切なことをまとめている。以下にその一部を紹介する。

- ① 1人で操作できる
- ② 現象の全体を把握できる
- ③ 結果を図に残して振り返られること

(4) 本実践の目標

本実践は、高校「物理」で求められるレベルを目標に、石崎の示した配慮事項を踏まえ、できるだけ精度を高くして生徒自身が測定し、その記録を後で振り返りやすい形に残すことを目指して行った。

2. 実践の対象と分野

高校3年生（3名）「物理」電場と電位・コンデンサー

3. 音声付直流電圧計と電流計について

弱視や全盲の生徒でも実験・結果の処理ができるよう、音声付きのデジタル測定機器を使用した。

「音声付 直流(DC)電圧計」(ナリカ, カタログナンバー: A05-8500-039)

「音声付 直流(DC)電流計」(ナリカ, カタログナンバー: A05-8500-02)

2 音声付電圧計を活用した実践「等電位線の実験」

1. 実験方法概要

教科書に載っている方法とほぼ同じ。導電紙ⁱは高価なので、代わりに A4 サイズの黒い上質紙を用いているⁱⁱ。また、音声付きのデジタルマルチメーターがないので、音声付直流電圧計とテスター棒を用いる。さらに、ペンやカーボン紙を用いる代わりにテスターで紙に穴をあけて印をつけるので、紙の下にはコルク板を敷く(図 1)。ベニヤ板にコルクシートを張り付けたもので、授業では 45 cm×60 cm のものを用いる。これは石崎(2009)が、この範囲に道具を置けば、必要な操作が座ったまますべて行える大きさとして作製したものである。電位の低い点から順番に探していくが、点のある場所について予想を持って探せるよう声掛けをしていくことが大切である。穴を大きくし過ぎたり、たくさん数をあけすぎたりすると、等電位線の形が変わってしまうⁱⁱⁱため注意が必要である。



図 1 等電位線の実験

2. 電圧計の種類 —可動コイル（アナログ）式とデジタル式—

通常学校で用いている直流電圧計はふつう「可動コイル（アナログ）式」であり、電圧計の抵抗が導電紙と比べても十分に大きくないため、電位を測定することは困難である。しかし、本校で用いている音声付電圧計は入力抵抗がとても大きいため、通常の上質紙でもかなり正確に測定できた。※入力抵抗が大きい理由は企業秘密だそうである。

3. 結果の処理 —「浮き出るペン」の活用—

点が並んでいるだけでも、ある程度等電位線の全体像を意識することができる。しかし、点と点の間がどのようにつながるかを生徒自身に予想させ、「浮き出るペン」^{iv}を用いてつなぐと、より分かりやすくなるようだった。点がばらばらに打ってあるだけだと、後で見直したときにそれぞれの点の電位がわからなくなってしまう。弱視の生徒は点だけだと見づらいようで、ペンの色が白だと黒が透けてしまうことが多い。金色のペンを使うと、弱視の生徒にも見やすい。

3 音声付電流計を活用した実践「コンデンサーの電気容量を調べる実験」

1. 実験方法概要

プリントに沿って行う。同じ容量のコンデンサーの接続方法を 1 個単独・2 個直列・2 個並列とした 3 通りの回路を作り、電源装置を用いて 1.5 V でそれぞれ充電する。その後、抵抗につないでスイッチを入れ、電流が流れなくなるまで 10 秒ごとに電流計の値を読み取る。

2. 墨字使用者も「読み上げ機能」を活用

刻々と変化する数値を 10 秒ごとに正確に読み取ることは、晴眼者でも意外と難しい。音声付電流計は、ボタンを押した瞬間の電流の値を読み上げるため、目で見るとより正確に記録が取れる。また 10 秒くらいであれば、点字使用の生徒でも自分でボタンを押し、メモをすることができる。

3. 結果の処理 — パソコンを用いたグラフの作成と立体コピーの活用 —

縦軸を電流、横軸を時間としたグラフを作成する。生徒たちの知っている関数の形にはならないが、数値を見てどのようなグラフになるのかをまず想像させる。電流の減り方は、直列接続が一番急で、並列が緩やかであることは実験の時点で明らかだが、改めて数値から形を想像することが大切である。ホワイトボードとひも磁石を用いて、グラフの形を表現させるのも良い。数値を読み上げてもらうと同時に、パソコンに入力して正確なグラフを出力する。3 本のグラフをマーカーの形を変えて 1 枚に

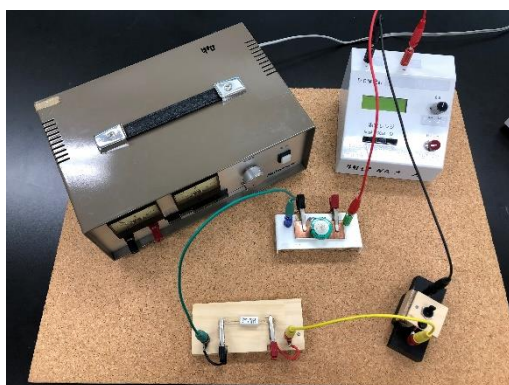


図 2 コンデンサー 1 個単独の場合

印刷し、立体コピー機にかけると、生徒も形を確認でき、手元に残しておくことができる。また、厚めの紙にそれぞれ印刷し、切り取って電子天秤で測るとグラフの面積の比がわかる。これがコンデンサーの容量の比(直列:単独:並列=1:2:4)となり、3 枚の紙の形も確認しやすい。グラフタイトルや軸ラベル、凡例などは必要であれば点字のシールを用意して貼る。

考察では、電子天秤で測る意味を考えさせ、今までに知っている関係式からコンデンサーの容量の式を証明し、そこからわかる容量の比と実験結果とを比較させた。

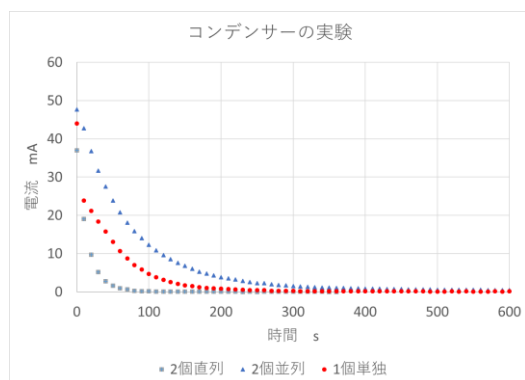


図 3 墨字生徒用グラフ

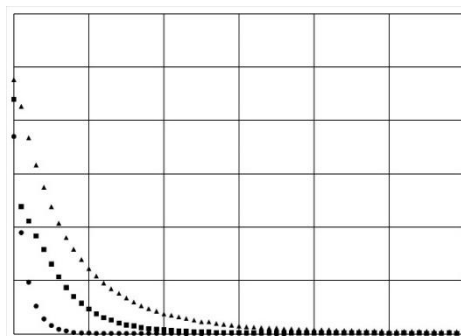


図 4 点字生徒用立体コピー原稿グラフ

4 おわりに 成果と今後の課題

1. 成果

デジタルの測定器を用いると、盲学校における高校「物理」の範囲の実験であってもかなり正確に測定でき、法則を導き出せることが分かった。

2. 課題① 生徒自身でグラフ化するには

細かいデータをグラフ化する際、通常学校では 1 mm 方眼紙を用いて生徒自身で行えるが、本実践ではパソコンを用いた。例えばタブレット等が普及すれば、生徒がその場でデータを入力して共有できる。

3. 課題② 視覚の世界を押し付けない学び方とは

墨字使用の生徒と同じものを見やすく改善し立体化して、点字使用の生徒へ見せることが「見えない」「見えにくい」ことを前提として本質を学ぶ方法であるとは限らないのではないかな。本実験のグラフは正確であるが、細かい部分の読み取りはやはり難しい。点字使用の生徒にとってわかりやすい実験のまとめの仕方を今後も考えていきたい。

5 参考文献

- (1) 文部省編 (1986) 『観察と実験の指導』慶應通信
- (2) 石崎喜治 (1988) 「盲学校の物理実験」物理教育研究会編『物理教育通信』第 53 号, 31-34.
- (3) 石崎喜治 (2009) 「理科 光の実験 (凸レンズを除く)」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 10 号, 31-34.
- (4) 例えば、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, 240.
- (5) 山本明利 (1996) 「等電位線の実験の導体紙 (YPC100 号より)」物理教育研究会編『物理教育通信』第 85 号, 69.

ⁱ 導電性のある粉末が添加された紙。「導電紙」や「導体紙」などの名称で売られている。

ⁱⁱ 黒い紙には炭素粉末が添加されていることが多く、導電紙の代わりに使えるものも多いようである。本実践で用いたものは、「ミューズ 色上質紙 色上質パック A4 規格 78 k g 黒 100 枚入り」というもので、Amazon で入手した。

ⁱⁱⁱ 紙に微弱な電流を流して実験をしているため、電流の通り道の形が変わってしまう。※追記：穴をあける代わりにシールを貼ることで、この欠点を解決することができる。

^{iv} 本実践ではサクラクレパス「エスピア デコレーションペン ゴールド」(JAN コード：4901881146022) を用いた。※追記：ホワイトボードなどに線を引くための「線引きテープ」なども活用できる。テープで電極付近の線を描くのは難しいが、乾くの待たなくてよい利点がある。