

情報の科学的理解を深める演示実験

—百聞は一見（聴）に如かず—

愛知県立天白高等学校教諭 近藤 敏文

1. はじめに

本校は、1年生で情報Bの授業を2単位行っている。生徒の理解を深めるために、生徒が取り組む実習だけでなく、理科の授業などで行われる演示実験的な手法も活用している。

短時間に手早くできる演示実験であれば、生徒への興味付けとして実施することや講義内容の確認として実施することもでき、講義と組み合わせで自由度の高い授業展開ができる。

生徒個々に行わせる実験実習と比べて、大がかりな実験や少ない台数の機材を使った実験も可能となる。

2. 演示実験例

情報Bの「(2) コンピュータの仕組みと働き」、 「(4) 情報社会を支える情報技術」(高等学校学習指導要領, 平成11年3月)の単元に関する演示実験を紹介する。

(1) 色の3原色(減法混色の3原色)

インクジェットプリンタの詰め替えインクで、CMYの3原色の混色を演示している。

インクは、100円ショップなどで入手可能である(染料、顔料のどちらでも可)。インク原液のままでは濃すぎるため、ペットボトル(350ml)に、インクを2, 3滴入れ、250mlほどの水で希釈したものを用いる。空のペットボトルに、希釈したインクを入れて混合し、赤、緑、青、黒色の4色をつくる。

演示実験ではないが、生徒への課題として、ト

ンボ探しをさせることもある。トンボとは、オフセット印刷などで、CMYKの刷版の位置合わせ用の目印で、丸、四角、十字などの形をしている。新聞や折り込みチラシ、飲み物の紙パックの隅にトンボを見つけることができる。

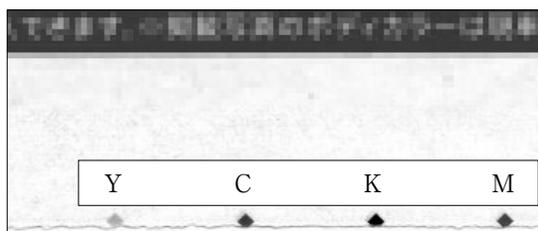
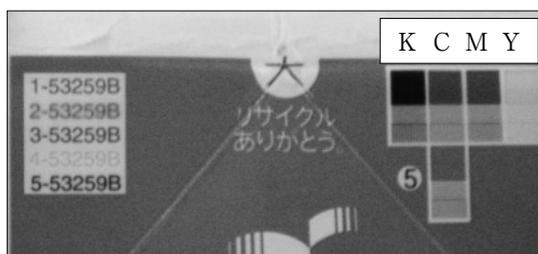


図1 紙パック(上)とチラシのトンボ

(2) 光の3原色(加法混色の3原色)

3組のプロジェクタとコンピュータを使用して、RGBの3原色の混色を演示している。プロジェクタを用いると、懐中電灯を用いた場合と比べ、色むらのない混色が観察できる。

黒い背景に赤く塗りつぶした円のスライドを作成する。同様に、緑色、青色の円のスライドも作成し、各プロジェクタでスクリーンに投影し、3色の円が重なるように位置調整をし、C, M, Y, 白色の4色をつくる(図2)。

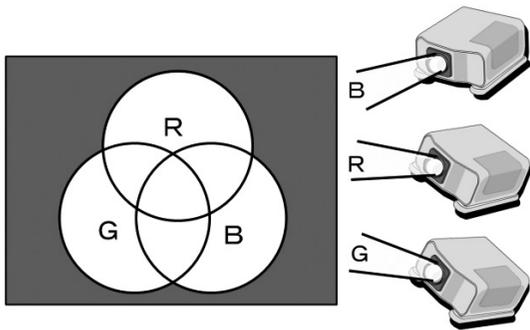


図2 3台のプロジェクタによる光の混色

(3) 画像の色分解

低解像度ディスプレイケーブルを改造した教具（以下、RGB切換え器と記す）で、RGBの3原色に色分解した画像を表示している。

RGB切換え器（図3）は、ディスプレイケーブルのVGA端子の1～3ピンに接続されている信号線を切断し、そこにミノムシクリップを付け、R、G、B信号のON/OFFができるようにしたものである（製作方法は、資料参照）。コンピュータとプロジェクタをRGB切換え器で接続し、Rの信号線だけミノムシクリップでつなぐと、Rに色分解された画像の投影ができる。

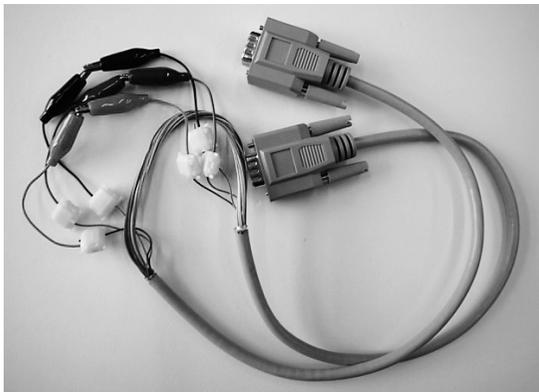


図3 RGB切換え器

(4) 音の3要素

音のデジタル化を理解するための予備知識として、音の3要素（高さ、大きさ、音色）と物理量（周波数、振幅、波形）の関係について、演示をしている。

独立行政法人科学技術振興機構のWebページ「音・波動デジタル教材／音の実験教室」（<http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0260b/contents/04oto.html>）から、“発音（はつね）”と“振駆郎（しんくろう）”というソフトウェアをダウンロードして利用している。

発音は、20～20,000Hzの周波数の音声信号を発生できる。周波数を変えて、音の高さとの関係を確認できる（図4）。

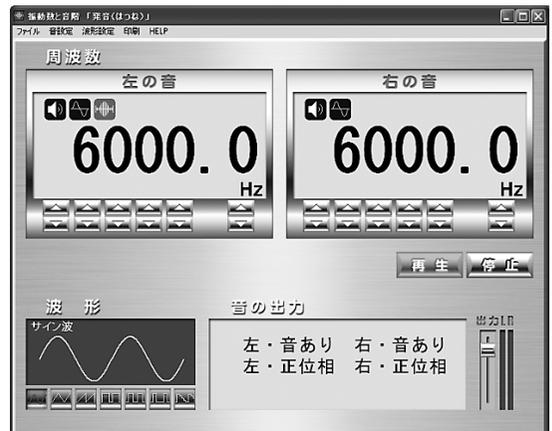


図4 発音（はつね）の実行画面

振駆郎を、オシロスコープとして使用（方法は、振駆郎のHELP参照）すると、音の波形（図5）が表示できる。

コンピュータと接続したマイクへ、「あ～～」、「い～～」というように母音を連続して入力すると、母音（音色）の違いにより、波形が変わることが確認できる。また、声の大きさを変えると、振幅が変化することも確認できる。

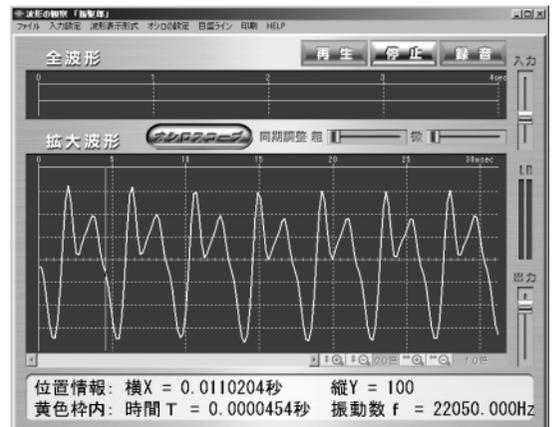


図5 振駆郎（しんくろう）の実行画面

(5) 音の標本化定理

(4) の振駆郎を使用して、声を高く（周波数を大きく）すると、波形が狭くなり、時間当たりの振動の回数が増えることを演示している。デジタル化する際に、高い音ほど多くの標本点が必要となること（標本化周波数を大きくする必要）が確認できる。

さらに、標本化周波数を正しく設定しないと、高音が低音のノイズに変化するエリアジングという現象を起こし、原音が再現できないことを演示している。愛知エースネットのWebページから、WAV形式のスズムシの鳴き声 (<http://www.aichi-c.ed.jp/>→“教科のページ 情報”→“生徒実習課題例”→“49 音のデジタル化”)を開き、スズムシの鳴き声の“suzumushi20.wav”をダウンロードし、再生する。次に、標本化周波数を8.000kHz、量子化ビット数を8ビットに変換して再生すると、エリアジングの発生が確認できる。なお、本校では、Windows XPに付属の“サウンドレコーダー”で変換を行っている。

演示実験ではないが、トレードオフの題材として、携帯電話の可聴音域の広さとデータ量の少なさの関係を取り上げている。携帯電話では、データ量の少なさを優先し、8.000kHzで標本化している、エリアジングが発生しないように、3.400kHz以上の高音を除去している。その結果、携帯電話ではスズムシの鳴き声が聴こえず、この現象が、テレビの推理ドラマのトリックやバラエティ番組の題材として取り上げられている。

(6) 音の符号化

ExcelのVBAで自作したソフトウェア“符号化確認ソフトencoding.xlsm” (<http://www.mb.ccnw.ne.jp/kontoshi/papa/gimon/oto.htm>から、encoding.zipをダウンロード、解凍して利用可)を用いて、マイクからの音が符号化されることを演示している。

符号化確認ソフトは、マイクからの音を8ビットで量子化、符号化し、10進数に変換（0～255）して、表示している（図6）。

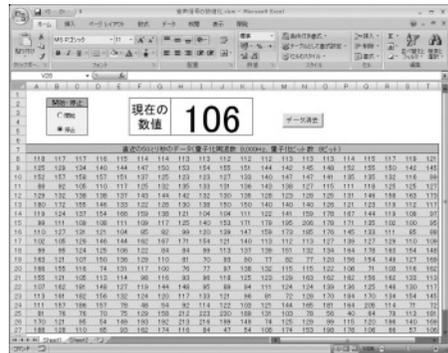


図6 “符号化確認ソフト”の実行画面

(7) 音のデジタル化の利点

デジタル化した音の編集、加工が容易なことを演示している。Windows XPに付属の“サウンドレコーダー”で、声の録音、逆転再生（図7）などを行う。「あいちけん」と録音し逆転再生すると「んけちいあ」とは聴こえず、ローマ字の逆さ言葉「NEKITIA（ねきちあ）」と聴こえる。

CDの歌の前奏や間奏に、逆転再生した声が録音されている楽曲がある。トリミングして、前奏や間奏だけ逆転再生すると言葉として聴きとることができる。楽曲の例としては、ドラゴンボールZの「でてこいとびきりZENKAIパワー!」（初めから21秒間の前奏）、大塚愛の「ビー玉」（初めから157秒後から24秒間の間奏）がある。



図7 “サウンドレコーダー”の操作画面

(8) 視覚のユニバーサルデザイン

(3) のRGB切換え器を使用し、色覚異常の1型2色覚、2型2色覚、3型2色覚（色覚異常の用語は、“日本医学会医学用語辞典WEB版”による）と加齢による視界黄変の見え方をシミュレー

トした画像をプロジェクタで投影している。色の見え方が異なる人の存在に気づき、色彩デザインに配慮の必要があることを認識させるためである。RGB切換え器の信号線の接続は、表1のようにする。

なお、色覚異常や加齢による視界黄変による見え方は、個人差や使用機器による差もあり、このRGB切換え器を用いた方法は、あくまでも、見え方の一例を表現しているに過ぎない。

表1 RGB切換え器の接続方法

1型2色覚 2型2色覚	3型2色覚	加齢による 視界黄変
CP 出力	CP 出力	CP 出力
R — R G — G B — B	R — R G — G B — B	R — R G — G B OFF B

3. 最後に

毎回の授業で、生徒が「へー」とか「オー」とか、感嘆の声をあげてくれることを楽しみに授業を行っている。この実践例が参考になれば、幸いである。

資料 RGB切換え器の製作方法

(1) 材料、購入サイト例

- ・ディスプレイケーブル（低解像度用アナログRGBミニD-sub15pinオス—ミニD-sub15pinオス）、ケーブルダイレクト (<http://www.cabling-ol.net/cabledirect/>)
- ・テストリード0.1SQミノムシクリップ付き赤／黒／緑／黄／白各2本10本組，マルツパーツ館Web Shop (<http://www.marutsu.co.jp/>)
- ・配線コネクタ（0.18～0.36sq・3個），マルツパーツ館Web Shop (<http://www.marutsu.co.jp/>)

(2) 製作方法（図8）

- ① 被膜の点線の位置にカッターナイフで軽く切れ目を入れ，被膜を剥ぎ取る。
- ② 1～3番ピンにつながっているRGBの信号線を切断する。(1)のディスプレイケーブル

は，R信号が黒線，G信号が茶線，B信号が赤線である。

- ③ ミノムシクリップ付きのテストリード線を切断する。
- ④ 配線コネクタの金属板の切れ込みに，信号線の切断部をのせる。
- ⑤ 配線コネクタの蓋の部分の被せ，かしめる。
- ⑥ テストリードも④，⑤と同様にかしめる。④～⑥で，信号線とテストリードの接続ができる。
- ⑦ もう一方の端も，同様に接続する。他の信号線も同様にする。

なお，信号線が細いため，配線コネクタでかしたときに，金属板で被膜を破ることができずに，接続不良になることがある。そのときは，配線コネクタと信号線を軽く引くと，接続できる。

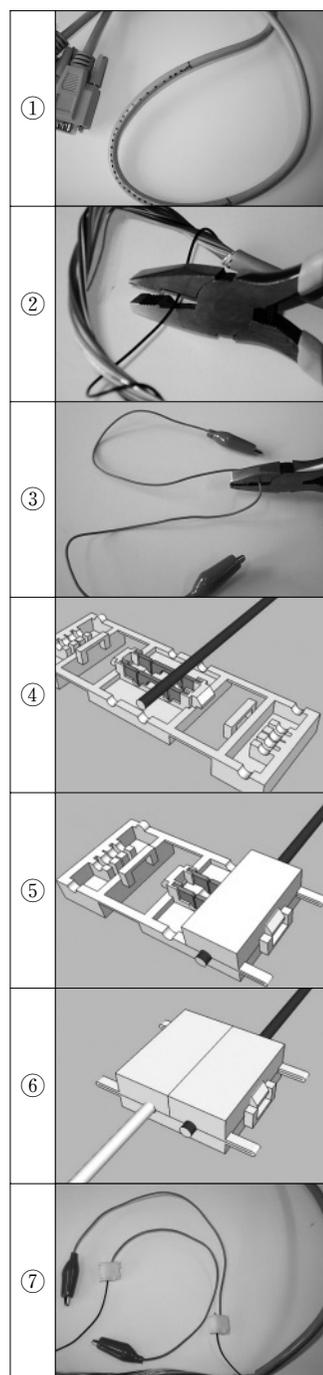


図8 RGB切換え器製作方法