

高等部理科の授業におけるデジタル教材の活用

長島 素子

高等部の理科の授業は難易度が高く、授業中、板書を書写することや知識を詰め込むことに必死になっている生徒を多く目にする。生徒にとって文字情報は特に大切なので、ノート作成は重要だが、一方で実験・観察・問題演習の時間設定が難しくなり、身近な現象を考察するなど、理科本来の楽しさを忘れ、生徒の実力に結びつかない、という状況も懸念される。そこで、生徒の興味・関心を引いたり、複雑な現象が一目で理解できたり、板書の時間を短縮したりするデジタル教材を中心に、視覚的教材を考案・作成し、授業で活用している。

1 はじめに

近年、理科離れが叫ばれてはいるが、理科は、「実験があるから好きだ、面白い。」「身近な現象が理解できる。」など、物事を理論的に考察することを楽しみ、興味を持って取り組もうとする生徒も多い教科である。しかし、高等学校の理科は、中学校で扱った学習分野でも、難易度が急に上がることが多く、思考力や応用力を問われるようになる。教科書で化学反応式を理解したつもりなのに、問題を前にして手が止まってしまう生徒を目にしたり、楽しかったはずの授業がいつの間にか苦しくなったという声を聞いたりするようになる。我々教員は、そのような生徒を一人でもつくらないこと、また、苦手意識をすでに持ってしまった生徒も含め、探究することの楽しさ、問題を解決できる喜びを知ってもらうための働きかけを常に心掛ける必要がある。

そのためには、講義だけでなく、実験・観察が不可欠である。探究することの楽しさを知るため、また新単元の導入、既習事項の確認等様々な場面で実験・観察を行うことになる。本稿では、執筆者が作成した視覚的教材・教具を中心に、既成のフリーソフトや教具を組み合わせた教材などを紹介する。

2 研究目的及び研究方法

板書を書写する時間を短縮し、演習や実験の時間を増やすためのワークシート、活字だけでは理解が難しい複雑な現象が一目で理解でき、生徒の興味・関心を引くデジタル教材を考案・作成し、授業内容の定着をはかる。

3 授業の進め方と視覚的教材・教具の利用

(1) ワークシート

本校高等部理科の授業は、主にワークシートを用いて進めている。聾学校の授業では、全員板書の書写が終わって顔を上げるまで教員は説明ができない、という現状がある。また、生徒によって書写の速さがまちまちであるため、この方法は書写の時間を短縮し、実験や問題演習、生徒どうしの意見交換等の時間を増やすことに大変有効であると考えられる。

授業は机に向かうだけでなく、説明を聞いたり、発言をしたり、聞いたりする時間も大切である。生徒が顔を上げて前を向く、という動作を誘導し、生徒の視線の移動を減らすために、以下の方法で、ワークシートの内容を提示するようにしている。

① 機器を用いた提示

授業を進める際、主に、ノートパソコンの画面を投影している。投影の方法は、

- ・スクリーン
- ・テレビ画面
- ・貼り付け式スクリーン
- ・ホワイトボード

などがあるが、長所・短所がそれぞれにあり、複数を組み合わせて使用するなど、教員によって異なる。執筆者の場合、スクリーンとテレビ画面を併用する方法を用いている(図1)。スクリーンは角度によって見づらくなる、歪むなどのデメリットがあり、液晶テレビでそれらを補うようにしている。一方、液晶テレビは小さいというデメリットがあり、スク

リーンで補うようにしている。貼り付け式スクリーンとホワイトボードは直接書き込める、というメリットがあるが、執筆者の場合は後述の【4 (1) ワードプロセッサを用いたワークシート】にあるように、あらかじめ必要事項を書き込んでいるので、この2つはあまり用いていない。

以上のように、メリット、デメリットがそれぞれにあり、それらを補う、という意味もあるが、聾学校の授業において、教室のどの位置からも平等に見える、というのは重要な要素であるので、2カ所に提示している。この方法は、後述の【4 デジタル教材・教具】でも同様である。

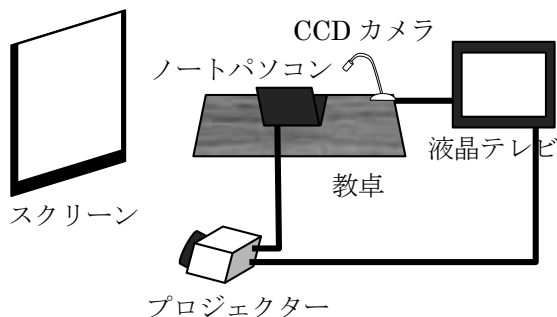


図1 機器の配置

② ポスタープリンターによる掲示 ～実験の諸注意等～

ワークシートの提示方法として最も多く用いるのは前述した【① 機器を用いた提示】であるが、実験時にはワークシートの内容をポスタープリンターで拡大提示をすることが多い。

実験は、聴覚に障害を有する生徒にとって、視覚的な情報を与えるだけでなく、実際に触れ、経験することが大きな意味を持つ。同時に、思いがけないことが危険につながる場合もあり、様々な配慮が必要になってくる。

生徒実験の際は、実験前に実験の流れや諸注意を説明し、諸注意はポスタープリンターで拡大したものを授業中黒板に提示し続けるなどの配慮をしている(図2・3)。機器を用いて投影し、説明することも可能であるが、諸注意の説明が終わり、実験方法の説明などを始めると、画面が切り替わり、諸注意が画面から消えてしまうというデメリットがあ

る。このような場合にポスタープリンターによる提示をよく用いる。

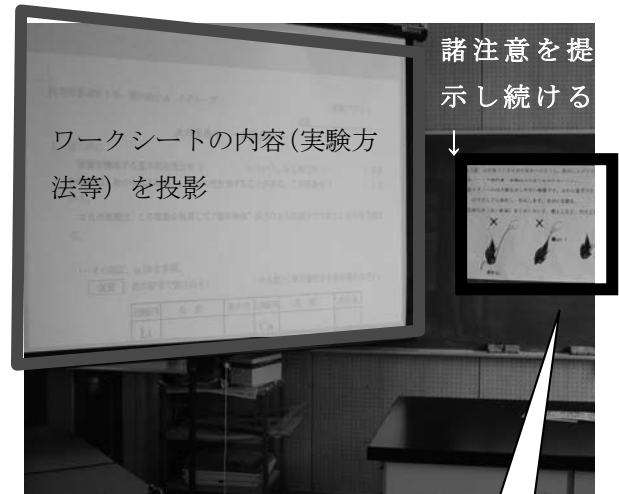


図2 ポスタープリンター

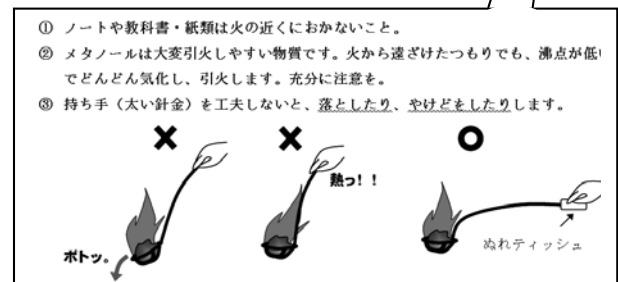


図3 諸注意の例

(2) 実物投影機を用いた実物の提示

小さなものを拡大して見せたり、教科書の本文、表、写真等を見せながら説明をするときに用いている(図4)。

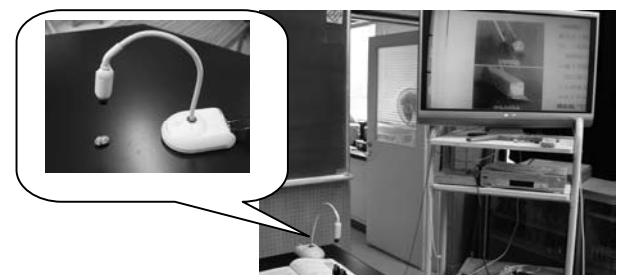


図4 CCDカメラ

(3) 板書

1時間の授業の内容が1枚の黒板にまとまっており、生徒がノートを見たときにきちんと復習できる板書が理想的である。しかし、前述したようにワークシートを主とする授業では、必ずしもそうはなら

ず、補足・発展・余談など補助的な意味で黒板を使うことが多くなる（図5）。その場合、生徒には全部を書き写さず、必要な内容を精選してメモさせるようにしている。



図5 黒板・スクリーンの配置

4 デジタル教材・教具

授業では、前述したワークシートをはじめ、視覚的教材・教具を多く用いている。これらは自作であるもの、インターネットのホームページからダウンロードしたものなど、それぞれであるが、いずれにしても、生徒の興味を引くような教材であること、指導の補助になること、生徒の理解の補助になることなどが大切になる。活用しているデジタル教材・教具は、

- (1) ワードプロセッサを用いたワークシート
- (2) パワーポイントを用いた自作アニメーション
- (3) シミュレーションソフトを用いたアニメーション

の3つであるが、執筆者が活用しているものは、マイクロソフトオフィスと指導書の付録以外はすべてフリーである。以下に、活用の例を含め紹介する。

(1) ワードプロセッサを用いたワークシート

ワークシートは、板書の時間を短縮するために、空欄にあらかじめ語句を入れておき、その上からオートシェイプで白い長方形をつくり、かぶせている。授業の際はかぶせているものをバックスペースキーで削除していき、語句を表示している（図6）。

この方法は、パワーポイントに比べ、手元のワー

クシートのどの部分の話をしているのか生徒にわかりやすく、また、教員が意図した順番通りに生徒が答えなかった場合でも、生徒の発言に合わせた授業展開が可能になるというメリットがある。

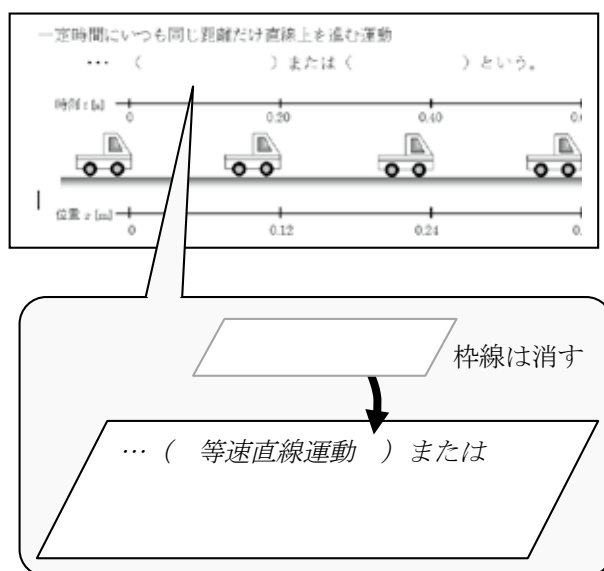


図6 ワークシートのしくみ①

また、理科の授業では、絵や図を描くことが多い。絵を描くことに苦手意識を持つ生徒は、絵を描くことで必死になってしまったり、それだけで時間を多く費やしてしまったりしがちである。それらを解消するために考案したのが以下の方法である。

たとえば、生物Ⅰの「遺伝」の分野では、観察やスケッチと違い、絵を上手に描くことよりも、形質をしっかりと記すことに重点を置く必要がある。このような学習分野の場合、あらかじめオートシェイプで絵を描いておき、色を塗れるように工夫をしている。この場合は、まず色を塗った絵を描き、その上に色を塗っていない絵を上からかぶせている。授業の際は、同様に、かぶせているものをバックスペースキーで削除していき、色を表示させている（図7）。

図7の例では、「ハツカネズミの色」と「遺伝子型 (yy)」を同時に表示する場合であるが、たとえば、

- ・色を先に表示し、遺伝子型を生徒に考えさせたい場合（図8）

- ・遺伝子型を先に表示し、色を生徒に考えさせたい場合（図9）

など、授業の進め方によって表示する順序が変わる

ので、作成方法が異なる。

この方法は、物理 I の「力と運動」など、他の分野でも活用できる。たとえば問題演習の際、あらかじめワークシートに図を描いておき、矢印、数値、軸などを授業時に表示し、生徒がそれを見て描きこめるようにし、生徒が慣れてきたら、問題文を読ませ自分で図を描かせる、など活用している。

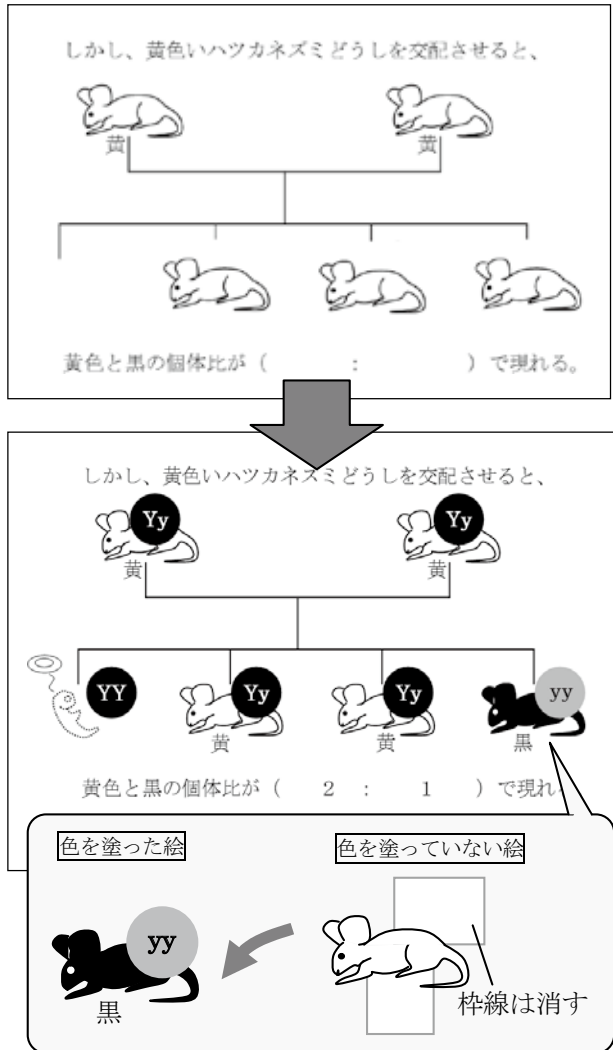


図7 ワークシートのしくみ②



図8 先に色を表示、遺伝子型を考えさせたい場合

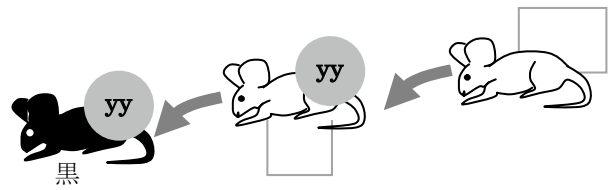
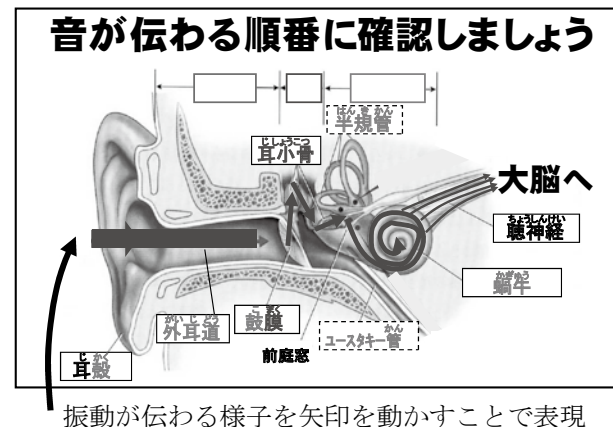


図9 先に遺伝子型を表示、色を考えさせたい場合

(2) パワーポイントを用いた自作アニメーション

前述したように、語句や絵を表示させるだけであればワードプロセッサのみで充分であるが、動きをつけて説明する際は、パワーポイントを用いた自作アニメーションを提示している (図10)。

<耳の構造と聞こえのしくみ>



<伝音性難聴の例>

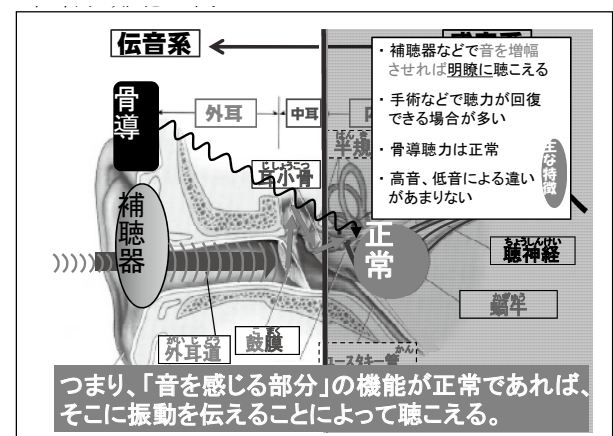


図10 アニメーションの例

(3) シミュレーションソフトを用いたアニメーション

パワーポイントと同様、動きを見せたほうが効果的な場合は、シミュレーションソフトを用いること

もある。これらはホームページで公開されているもの（図11・12・13）、指導書の付録（図15）などがあり、特に物理Ⅰの「音」の分野に関するものは工夫をして活用している。

① 腎臓のしくみ（生物Ⅰ）

腎臓がろ過をする器官であることをすでに知っている生徒は多いが、高等学校の生物Ⅰでは、ろ過したものすべてを排出するのではなく、再吸収も行っていることを学ぶ必要がある。そこで、ろ過されるものと再吸収されるものを色分けして、アニメーションで表すソフト「高校生物授業用アニメーション」を用いている（図11）。

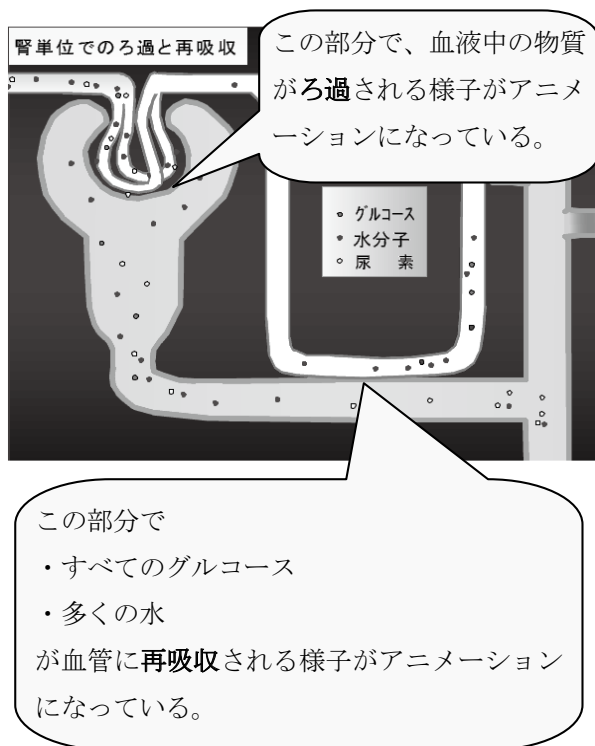


図11 腎単位でのろ過と再吸収
※タンパク質、塩類は無視している

② 音の波形（物理Ⅰ）

物理Ⅰの「音」に関する分野では、音を視覚的に表すソフト「音オシロ（北海道立教育研究所附属理科センター）」を用いて、人の声、楽器などの波形や振幅、振動数の違いを観察している（図12）。

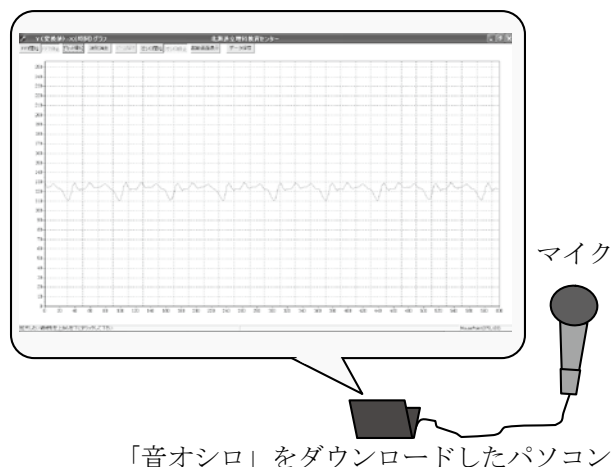


図12 音オシロ

また、「音」以外に「電気」の分野でもこのソフトを活用することができる。「電子ブロック(学研)」を用いた簡易うそ発見機は、被験者の電極の握り方や発汗量のわずかな変化で電気抵抗値が変化し、音に変化するしくみになっているが、これら2つを組み合わせる実験を行っている（図13）。

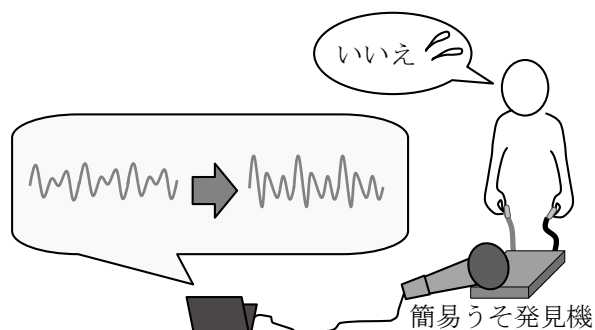


図13 音オシロと簡易うそ発見機

この実験では、電気回路の学習だけでなく、「被験者が動揺する質問を考えよう」「うそか本当か見破ろう」という気持ちが働くので、生徒は自然に、わずかな波形の変化に注目するようになる。そこで、「何によって波形が変化したのか」という問いかけをし、「音」の復習をしつつ、答えが「電気抵抗」であることを考えさせている（正確なうそ発見機ではなく、あくまで「電気抵抗」のみで判断している、ということにも留意する）。

③ 音の高低の変化（物理Ⅰ）

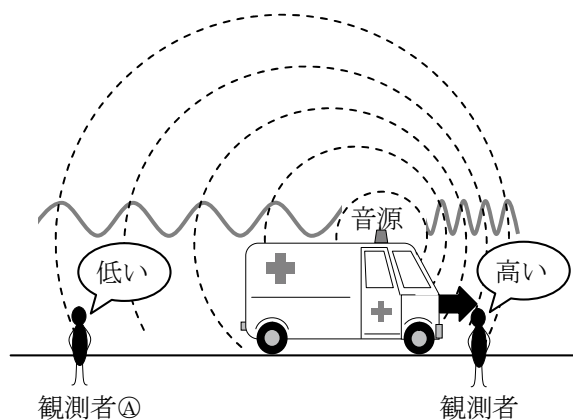
「音」の高低に関する分野では、生徒にアニメー

ションを見せるだけでなく、体を使って感じてもらう工夫をしている。

たとえば、「音のドップラー効果」については、聴者の多くは、「救急車が近づいているときは高い音に、遠ざかっているときは低い音に聞こえる」などの説明でイメージができる。しかし、聾学校では、上記の説明でイメージができる生徒はごく限られているのが現状である。

教科書の多くは、＜音源が動く場合＞は音波が変形している図が描かれており、音源の後方の観測者（図中㉑）を例にすると、波長が長くなる→振動数が小さくなる→音が低くなる、というイメージが可能ではあるが、＜観測者が動く場合＞は特に、イメージが困難である（図14）。

＜音源が動く場合＞



＜観測者が動く場合＞

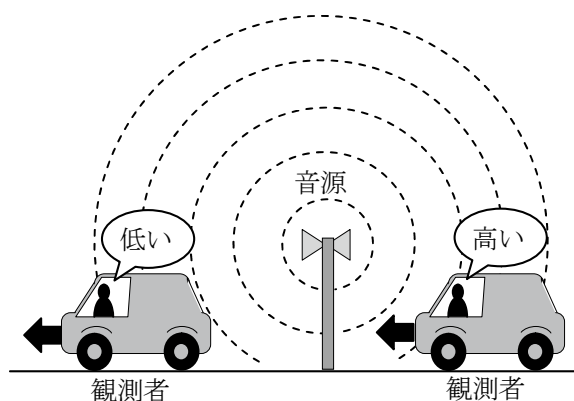
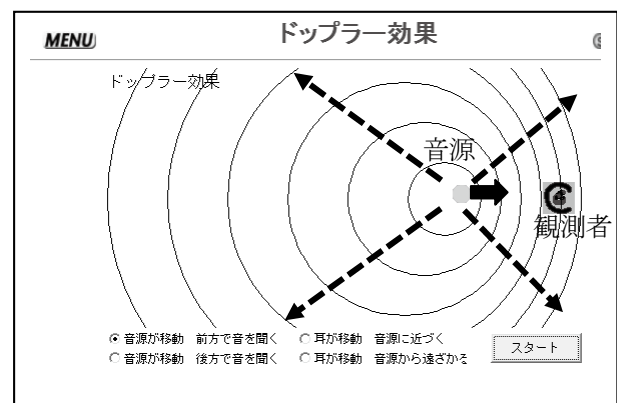


図14 ドップラー効果

そこで、「高等学校理科 物理実験シミュレーション（大日本図書）」を用いて、耳以外を使って音の高低を感じる試みを行っている（図15）。このソフトは、音源から一定の速さで放射状（図中点線矢印）に音波（円）が拡がり、耳（観測者）と音源をそれぞれ自由に動かして、音波（円）と耳が重なったときに音が鳴るしくみになっている。生徒には、音波と耳が重なったときに、拍手やジャンプなどのアクションをするように指示をしている。これにより、目で見ただけでは同じように見える音波でも、アクションが速くなったり、遅くなったりすることが体感的にわかるようになる。音源の前方の観測者（図中㉒）を例にすると、アクションが速くなる→1秒間によりたくさんの音波を観測する→音が高くなる、など音の高低の変化を実際に体で感じることができる。

＜音源が動く場合＞



＜観測者が動く場合＞

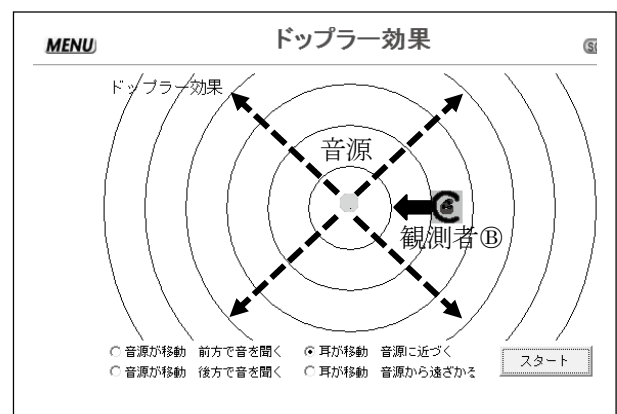


図15 ドップラー効果のシミュレーション

5 成果・今後の課題

(1) ワードプロセッサを用いたワークシート

- ・板書の書写の時間短縮に有効だと考えられる
生徒全員の書写が終わるのを待つ時間が解消され、実験や演習に時間を割けるようになった。
- ・絵を描くことに苦手意識を持つ生徒の意欲を高めることに有効だと考えられる
「絵を描かなければならない」と構えていた生徒が、塗り絵形式にしてからは、進んで遺伝子を組み合わせで色を塗るようになった。
- ・生徒の定期試験の答案を見ると、重要語句は押さえられているが、文章で答えるなど書く力を育てるには不十分ともいえる。

現在も、フリースペースである黒板を用いて記述問題の指導等を行っているが、さらに探究する必要がある。

- ・パワーポイントと違い、生徒の発言の様子などに合わせて提示する順番を変えることが可能。一方、作成者以外が使用することが困難な場合がある。

基本的にバックスペースキーのみで操作できるようになっているが、操作が複雑なものもある。

(2) パワーポイントを用いた自作アニメーション

(3) シミュレーションソフトを用いたアニメーション

- ・生徒の探究心や意欲を高めることに有効であると考えられる。

数式や図のみでは理解が不十分であった生徒が、ドップラー効果の式などを使って進んで考えるようになった。

本稿で紹介したのは、「生徒の理解の補助になること」「生徒の興味を引くこと」「説明や板書の書写の時間を短縮すること」を念頭において作成したものばかりであるが、今後は「学習事項の定着をはかる」ための教材も必要になってくる。

また、理科の授業において、実験・観察などの実体験は大変重要なので、実験・観察の際に生徒の理解の補助となる教材開発に励んでいきたいと思う。

6 参考資料

「高校生物授業用アニメーション」

<http://www.imb.me-h.ne.jp/~mmk-saku/anime.htm>

第日本図書「高等学校理科 物理実験シミュレーション」

北海道立教育研究所 附属理科教育センター「音オシロ」

http://exp.ricen.hokkaido-c.ed.jp/tobira/htdocs/index.php?page_id=446

学研「電子ブロック」

長島 素子「聴覚障害 2012年6月号」

特集4 高等部理科の教育指導 - 視覚的教材・教具を用いた授業 -