

§ 1. 科学研究費申請における本研究の目的と計画概要について

(1) 平成 21 年度科学研究費申請書（新規）

研究目的

【研究の背景：理科は役に立たない教科であると思われている】

国立教育政策研究所の小中学生を対象にした全国調査¹⁾によると、生徒にとって理科は主要教科の中で「もっとも好きな教科」である一方で、「自分のふだんの生活や社会に出てもっとも役に立たない教科」であると思われている。学校での理科学習が教室や実験室から広がらず身の回りのことがらや身近なことがらと結びつかないためこのような印象になっていると思われる。我々は生徒にとって理科が身近で役に立つ教科と感じられるよう身の回りのことがらや身近なことがらと結びつけた理科学習カリキュラムや他教科（特に主要教科以外）の学習と結びつけた学習カリキュラムの開発に取り組んできた。これまでに体育と理科を結びつけ、中学校理科第 1 分野「力と運動」の分野の学習を自分の短距離走をビデオ分析することから学習する授業を開発し、実践した²⁾。また音楽と理科を結びつけ中学校第 1 分野「音の世界」で鍵盤ハーモニカのような身近な楽器のしくみを分解して調べる授業を開発し、実践した³⁾。

【特色：身の回りのものを分解しながらそのしくみを学習することで生活の中での理科の役割を実感する】

鍵盤ハーモニカを分解してしくみを調べる授業実践では多くの中学生が音の学習の範囲を越えて、ものを分解することに新鮮味と興味関心をもち、しくみを調べる学習で理科が生活に結びついていることを実感すると同時に生徒に考える力を養うことができることがわかった。

ただ身近なものと言ってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため「分解＝壊すこと、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない」と考えてしまう子どもたちが多い。本研究ではそういった子どもたちに積極的にものを分解してしくみを調べ、考えさせる学習を開発する。もののしくみを調べる学習はものづくりの基本である。

そのためには各学習段階で分解することが可能なもの、中を調べてしくみが理解できるものを選定して学習教材として取り入れることが重要である。また分解することが壊すことになり元に戻せないというのでは環境教育の視点からも好ましくない。現時点で全ての学習段階で活用できる教材を選んでいるわけではないが次のようなものが学習例としてあげられる。

1) 小学校電気

使わなくなった電気製品の電気コードやプラグを分解して調べる学習

懐中電灯を分解して電気が流れる道すじを調べる学習

小学校で豆電球と乾電池を使って回路を作る学習は行いが実際の生活に結びついていない。具体的にはコンセントや電気コードのプラグの足が 2 つあることと「回路が輪になる」ことが結びつかない。また高等学校教育課程実施状況調査によると高校物理を学んだ生徒でも家庭用電源で使用する延長コードに電気器具を接続するとき並列接続であることがわかっていない（正答率 34.8%）⁴⁾。生活の中で使われる電気接続がどうなっているかを調べる学習がなされていないことが原因だと考える。

2) 中学校圧力

自転車のチューブを分解して空気が抜けないしくみを調べる学習

自転車のタイヤに空気をいれるときチューブにふたをしなくても空気が抜けない。虫ゴムが空気の流れを一方に押さえているのだがほとんどの生徒はそのしくみを知らない。チューブをゆるめればわかる簡単なしくみを学習することで生活の中に含まれる工夫に気づかせる。

3) 中学校光

万華鏡を分解して鏡の組み合わせを調べる学習

万華鏡は鏡の反射からつくる学習が主であるが、先に万華鏡のふしぎな像を見せて中がどうなっているだろうということを調べていく学習は考える力を養うと思われる。

4) 中学校電気

自転車のダイナモを分解して電磁誘導から発電へのしくみを調べる学習

電磁誘導により誘導電流が生じることは学習するがそれが現行の教科書では発電まで結びついていない。

中を分解して理科の学習が実生活に使われていることを学習する。発展学習として見かけられる手回し発電機は整流子の概念が入った直流発電で、電磁誘導から直接理解しやすい発電は交流になり自転車のダイナモのほうで分解して調べる学習には適している。

5) 高校磁気

電磁調理器を分解して渦電流が生活に使われていること知る学習

電磁誘導の応用としてコイルに流れる電流を変化させるとまわりの金属に渦電流が流れることを学習する。コイルに交流をかけることで調理器具に渦電流が流れ加熱することを調べる。最新の電化製品が分解して自分たちがわかるしくみになっていることを実感する。教科書にはその原理が載っていることもあるが実際に分解してみる授業はほとんどない。

【分解からものづくりへ：理科と技術教育を関連付けた学習を】

分解してしくみを調べる学習は子どもたちに考える力を養い、自分たちでものを作ろうという意欲に結びつく。現行の理科学習に対し技術にはさまざまな生活に結びついたもののしくみが記載されものづくり活動が強調されている⁵⁾。本研究では技術教育と理科を有機的に関連付けるカリキュラム開発を行い、理科で学んだことがものづくりに活かされる学習を行う。

【期待される成果と意義】

生活の中にあるもののしくみを知ることは理科を役に立つ教科として実感し興味関心や理解の向上に有効であると同時にものを使うだけからものをつくる事への関心を引き起こすことができると思われる。

【引用文献】

- 1)平成 13 年度、15 年度小中学校教育課程実施状況調査,国立教育政策研究所
- 2)中学校における理科と体育を融合した新しいカリキュラム開発の研究,沖花彰他 6 名,平成 15～16 年度科学研究費補助金研究成果報告,pp.1-72 (2005)
理科と体育を融合した新しいカリキュラム,沖花彰,近畿の物理教育 12,pp.6-11(2006)
- 3)中学校における理科と音楽を融合した新しいカリキュラム開発の研究,沖花彰他 3 名,平成 19～20 年度科学研究費補助金
- 4)平成 17 年度高等学校教育課程実施状況調査,国立教育政策研究所
- 5)例えば 中学校技術家庭技術分野教科書,開隆堂,平成 20 年度版

研究計画・方法

【平成 21 年度】

1) 調査研究

身の回りのさまざまなもののしくみに対する子ども達の理解度について調査する。附属小学校, 中学校, 高等学校それぞれでアンケート及び面接調査を行う。道具を使ってものを分解したり作ったりした経験についても調査する。

先ほども述べたが現代の子ども達はもののしくみに対する関心が少ない。これは興味がないのではなくものを分解したり中を調べたりする経験がほとんど無いからだと思われる。鍵盤ハーモニカの学習ではドライブでねじをはずすことがはじめてという中学生も多く見られた。

2) 教材となる生活用品の選定

身近で分解しやすい, しくみを理解しやすい生活用品を探す。小学生から高校生まで理科の学習段階や分解操作の習熟度は異なる。それぞれに応じた適切なものを探す必要がある。総合的な学習より理科の各学習内容に直接適合したほうが理科学習の活用という点では効果的である。

たとえば

- ・誘導電流の学習と自転車のダイナモ発電のしくみ。
- ・磁界が電流に及ぼす力の学習と電流計のしくみ などがあげられる。

3) 授業開発

分解し, しくみを調べる学習の授業方法を開発し, 簡易テキストを作成する。小・中学校教員をめざす学生向けの授業で試行する。

【平成 22 年度】

1) 21 年度に開発したさまざまな教材を用いて京都教育大学附属小中高等学校で授業実践を行う

たとえば以下のような流れの模擬授業を考えている。

○小学校電気

豆電球をつけるには電気が通る道すじが輪になっていなければならないという通常の学習を行ったあと以下の流れで行う。

- ①身近な電気器具が一本の電気コードで接続されている様子を見せて考えさせる。
 - ②古くなった電気コードを破いて（分解して）中が2本になっていることを知る。
 - ③導線の代わりに両端をはがした電気コードを用いて豆球と乾電池で回路を作る。
- 豆電球と乾電池をつなぐ導線が輪になっていなくても2本になっていればいいことを知る。

○中学校圧力

- ①自転車のチューブがどうして空気が抜けないかを予想させる。
- ②チューブを分解して虫ゴムの部分を取り出して抜けにくいしくみを考える。
- ③簡易空気入れで空気の流れを確かめながら解明する。

2) ものを分解してしくみを調べる学習の発展としてもものづくり学習を開発する

○高校電気

- ①ローレンツ力を学習したあと電流計を分解する。
- ②磁界の向きと電流の向きを確認し、力の方向と針が動くしくみを理解する。
- ③コイル、バネ、磁石を使って簡単な電流計を自作する。

3) 京都教育大学において小学校教師・中学校教師をめざす学生向けの授業の中で実践する

小学校教師の約6割が理科が苦手であると言われている。中学校理科教師も約3割が物理が苦手とこたえている¹⁾。苦手な理由の多くは実験に不慣れであることが原因であると思われる。教材キットを組み立てるだけではよい教師とは言えない。彼ら自身がもののしくみを探ることに慣れものづくりができる教師をめざす必要がある。

4) 学会等で中間成果を報告する。

【平成23年度】

1) 22年度に引き続いて開発したさまざまな教材を用いて京都教育大学附属小中高等学校で授業実践を行う

2) 開発した授業教材や授業カリキュラムを広く公開するためHP教材として編集・掲載する

京都教育大学教育支援ネットワークにはさまざまな教育支援学習教材を掲載しネットワークを通じて学校現場へ提供している。われわれはこのシステムの立ち上げ及び運営を中心的に行っているので本研究成果もこの支援システムを通じて公開する。

3) 研究成果を学会等で発表する。

4) 報告書を作成する。

[引用文献]

- 1) 理数大好きモデル地域事業事前アンケート調査結果 2005, 科学技術振興機構
- 2) 平成20年度中学校理科教師実態調査集計結果（速報）, 科学技術振興機構

(2) 平成22年度科学研究費申請書（継続）

研究の目的

身の回りのものを分解しながらそのしくみを学習することで生活の中での理科の役割を実感する。分解してしくみを調べる授業では、生徒がものを分解することに新鮮味と興味関心をもつと同時に、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらに考える力を養うことができる。

ただ身近なものと言ってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため「分解＝壊すこと、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない」と考えてしまう子どもたちが多い。本研究ではそういった子どもたちに積極的にものを分解してしくみを調べ、考えさせる学習を開発する。もののしくみを調べる学習はものづくりの基本である。

そのためには各学習段階で分解することが可能なもの、中を調べてしくみが理解できるものを選定して

学習教材として取り入れることが重要である。また分解することが壊すことになり元に戻せないというのでは環境教育の視点からも好ましくない。適切な学習教材を選定し、それを用いた授業実践を行い、その評価をするのが本研究の目的である。

本年度（～平成 23 年 3 月 31 日）の研究実施計画

1) 21 年度開発した教材を使った実践学習を行う。

＜中学校圧力分野＞

①自転車のチューブはどうして抜けないか？

②簡易減圧器（ガラスビンのふたとゴムシートに穴をあけ簡易ポンプで空気を抜く）はどうして空気が入らない？

③シャンプーのボトルはどうして押すと出る？

＜小学校電気分野＞

①家庭の電気器具が一本の電気コードで接続されているのはなぜ？

②延長コードはどんなふうにつながっている？

2) 引き続き教材開発を進める

○LED 電球はどうなっているのか、割って中を調べる学習

○IH 調理器、掃除機などを分解してしくみを調べる学習

○電流の働きの学習から発電への学習の中に手回し発電機を分解してそのしくみを調べる学習を取り入れる

3) 実践結果を学会等で発表する

（3）平成 23 年度科学研究費申請書（継続）

研究の目的

身の回りのものを分解しながらそのしくみを学習することで生活の中での理科の役割を実感する。分解してしくみを調べる授業では、生徒がものを分解することに新鮮味と興味関心をもつと同時に、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらに考える力を養うことができる。

ただ身近なものと言ってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため「分解＝壊すこと、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない」と考えてしまう子どもたちが多い。本研究ではそういった子どもたちに積極的にものを分解してしくみを調べ、考えさせる学習を開発する。もののしくみを調べる学習はものづくりの基本である。

そのためには各学習段階で分解することが可能なもの、中を調べてしくみが理解できるものを選定して学習教材として取り入れることが重要である。また分解することが壊すことになり元に戻せないというのでは環境教育の視点からも好ましくない。適切な学習教材を選定し、それを用いた授業実践を行い、その評価をするのが本研究の目的である。

本年度（～平成 24 年 3 月 31 日）の研究実施計画

1) 22 年度開発した教材を使った実践学習を行う。

＜中学校電気及び磁気分野＞

①IH 調理器のまわりにできる磁界の様子を、くぎ磁石やストロー豆球といった道具を作って、それを用いて調べる。

IH 調理器を分解して中のしくみを理解する。（中学校電流の働きの単元を終えたあとに学習する。）

③LED と豆電球の発光の違い、消費電力を手回し発電機を用いて学習する。LED 電球を割って中の LED を電池で点灯させ、中を分解してしくみを理解する。（中学校電気の単元を終えた後に学習する。）

2) 実践結果を学会等で発表する

3) 実践テキストおよび報告書を作成する。

§ 2. 教材の開発

分解してもののしくみを知る学習として教材開発を行った。以下は実際に授業実践まで行った学習である。なお実験は各自行うもの以外は原則 2 人 1 班で行うこととし、準備物は 40 人クラスの授業を想定し、実験台は 4 人 (2 班) で 1 台と考えている。授業の流れは 1 校時 50 分授業を想定したが実践では 45 分で行うことが多かった。

(1) 音の学習 ー身近な楽器のしくみを知ろうー

<準備と授業の流れ>

準備物

鍵盤ハーモニカ (40), ハーモニカ (40), ドライバー大・小 (40), プラスチックピンセット (40), ストロー 4mm φ 1/2 長さ (40), 6mm φ (40×2), はさみ (40), かご (10), 輪ゴム (20×3) ビニール袋 (20) ビー玉大 (20×4), ゼムクリップ (20), ガーゼ 1 箱, アルコール容器 2~3, 短冊 3cm×10cm (40)

授業の流れ 50 分×2 校時

班ごとに実験道具をわけると アルコールを分ける

0:00 鍵盤ハーモニカを演奏・予想 (10 分)

0:10 中を開ける・ピンセットで鳴らす (10 分)

0:20 ストローで鳴らす (15 分)

0:35 パイプ・まとめ (15 分)

0:50 終了

0:00 ハーモニカ演奏 (10 分)

0:10 中を開ける・吸って鳴らす (10 分)

0:20 リードの比較 (5 分)

0:25 ストロー笛・おまけの実験・まとめ学習 (25 分)

0:50 終了

<配布プリント>

音の学習 ー身近な楽器のしくみを知ろうー

名前（ ）

§ 1. 鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？

準備するもの：鍵盤ハーモニカ1台、ドライバ（大・小1本ずつ）、ピンセット1個、ストロー直径（4mm）1本（長いと吹きにくいので半分に切ったものを使う）、ハーモニカ1本

<予想してみよう> 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想しよう。自分の考えを図を描いて説明してください。

自分の考え（絵も描いて）

<やってみよう>

- ① 鍵盤ハーモニカを分解します。
ねじをはずすだけで分解できます。（太いドライバを使用）
ねじをなくさないように注意すること。
ねじ山をつぶさないこと。（ねじ穴にあったドライバをねじ穴にしっかりさして押しながら回す。）
分解する順序を覚えておくこと。（終わったら元の状態に戻します。）
- ② ピンセットでリードをはじいて鳴らします。
ドレミファソラシドを鳴らしてみます。鳴らすことができたなら手を挙げてください。
全音：ドとレ，レとミ，ファとソ，ソとラ，ラとシ
半音：ミとファ，シとド
正しい方に○をつけてください。
リードは長い方が音は（高く・低く），短い方が音は（高く・低く）になります。
- ③ ストローで吹いてリードを振動させます。
鍵盤を押さえずリードを吹いてみます。次にリードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹いてみます。
- ④ パイプを使って吹くとどこに空気が出てくるかを探します。横の息を吹き込む口から吹いてみます。
空気はどこからでるだろう？手をあてて空気の出るところを確認しよう。内ぶたやパッキンの役目を考えます。
- ⑤ パッキンをつけ白いふたケースをつけた状態で鍵盤を押すと音が鳴ります。
- ⑥ 鍵盤ハーモニカが鳴る原理がわかったら裏の「まとめておこう」欄にまとめます。

- ⑦ 次のハーモニカの学習が終わったら鍵盤ハーモニカをもとの状態に戻します。(ねじは締めすぎないこと。締めすぎるとねじが折れてしまいます。) 元通りしたら一度演奏して異常がないか確認すること。パイプの吹き口をアルコールでふき取っておきます。

<まとめておこう>やったこととその結果，どうして鳴るかが分かったらまとめを書きます。空気の流れとリード，鍵盤の役割を確認すること。リードの長さと言の高低も考えること。

§ 2. ハーモニカと鍵盤ハーモニカどこが違う？

今度はハーモニカについて調べます。まずハーモニカでドレミファソラシドを演奏してみます。

ド：吹 レ：吸 ミ：吹 ファ：吸 ソ：吹 ラ：吸 シ：吸 ド：吹

<予想してみよう>ハーモニカは鍵盤ハーモニカとどこが違うのだろう？どうなっているのだろう？

<やってみよう>

鍵盤ハーモニカと同じようにハーモニカを分解して違いを見てみよう。上についているリードは吹くと鳴

る？吸うと鳴る？どちらでしょう？指で触って振動することを確認します。

<まとめよう>吹く・吸うという演奏法とリードのつき方を考えます。リードのどこが揺れるか空気の流れと関連させて考えます。わかったことをまとめます。

<予想しよう>もう一度鍵盤ハーモニカのリードを見てみよう。右半分のリードの長さと左半分のリードの長さでどんな違いがあるでしょう？長さ以外でどこが違うでしょう

<おまけの実験その1 リードがふるえるわけ>

1. 薄い紙（ノートの紙でよい）を切って細長い紙きれを1枚作ります。大きさは適当です・・・縦 10cm 横 3cm くらい
2. 紙の端を持って図のように手前から紙の上を斜め上に短く吹く。同じように紙の下を斜め下に短く吹く。紙はどう動くでしょう？



<おまけの実験その2・・・おもりが重いとゆっくり振動するー輪ゴムで確かめようー>

準備するもの：ビニール袋、ゼムクリップ、ビー玉大4、輪ゴム3

- 1) 輪ゴムを3本つないでゼムクリップでビニール袋をつりさげる。
- 2) ビニール袋にビー玉を1つつ入れながらゆっくり振動させる。
- 3) ビー玉を増やしていった振動数が変わることを実感する。

(2) 分解してもののしくみを知る学習 -LED 電球は熱くない-

<準備と授業の流れ>

準備物

豆電球 (20), ソケット (20), 乾電池 2 個ホルダー付き (20), 軍手(20), LED 赤 (20), クリップなしリード線 (2×20), ペンチ (20), LED 電球 (割ったもの) (20), ドライバー小 (20), 精密マイナスドライバ (20), 手回し発電機 (20), コンデンサ (2.5V3F) (20), ストップウォッチ (20), AC コンセント (20), 延長コード (10), ガムテープ (10), かご (10), 覆う紙 (40)
プロジェクタ, 割ってない白熱電球 (演示用 1), LED 電球 (演示用 1)

授業の流れ 50 分×2 校時

プロジェクタ用意, 発電機+方向の確認

0:00 白熱電球と LED 電球をつけて熱さを比較 (演示) 点灯するしくみ予想 (15 分)

0:15 裸豆球の点灯, LED の点灯(15 分)

0:30 発電機を使ってコンデンサに蓄電 (20 分)

0:50 終了

0:00 豆球を割って点灯 (15 分)

0:15 LED 電球を乾電池でつける (10 分)

0:25 まとめプリント (10 分)

0:35 LED 電球を分解する・まとめ学習 (15 分)

0:50 終了

<配布プリント>

分解してももののしくみを知る学習 —LED電球は熱くない—

準備するもの：班ごとに豆電球、ソケット、乾電池2個（ホルダー）、リード線2、LED（赤）、覆う紙、ペンチ、軍手、手回し発電機、コンデンサ（2.5V3F）、LED電球（割ったもの）、延長コード（実験台に1）、ACソケット、時計ドライバ（+、-）、ガムテープ（実験台に1）、ストップウォッチ、
○白熱電球とLED電球を点灯させたときの熱さを比べてみます。（教師の演示）

<予想してみよう> 白熱電球はどうやって光るのでしょうか？自分の考えを書いてください。

自分の考え（絵も描いて）

<予想してみよう> LED電球はどうやって光るのでしょうか？自分の考えを書いてください。

自分の考え（絵も描いて）

○豆電球(電球の代わりに使います)

<予想してからやってみよう>

豆電球1個と乾電池1個をつないで点灯させよう。豆球ソケットやホルダーは使わないでガムテープとリード線を使って接続します。どう接続すればいいか予想してからやってみます。乾電池の+-を変えてみたらどうなるでしょう？

予想（豆球を接続させるところをきちんと書く）

点灯した時の図

乾電池の+、-を変えるとどうなった？

○LED

<やってみよう>LED（赤）についてそれぞれ、乾電池1個で点灯させます。つぎに乾電池2個で点灯させます。乾電池の+-を逆にするとどうなるでしょう？わかったことを書きます。一側を少し黒く塗ってわかるようにしておきます。

電池 1 個の場合

電池 2 個の場合

電池 2 個で＋，－を変えるとどうなった？

<やってみよう>

手回し発電機でコンデンサ（2.5V，3F）に充電します。1 秒に 2 回くらいのペースで 30 秒間矢印のほうへ回します。コンデンサは長い足が＋，短い方が－です。時間がきたらすぐコンデンサを外します。（コンデンサをつないだままだと発電機が逆回りして貯めた電気が消費されます。）コンデンサに豆電球を接続して何秒点灯するかを計ります。充電した後はコンデンサの＋と－を接触させてはいけません。逆に，終わったらコンデンサの＋と－を直接接触させて残っている電気を放電します。次にもう一度手回し発電機で同じ時間同じペースでコンデンサに充電します。時間がきたらすぐコンデンサを外してコンデンサを LED（赤）に接続します。LED も＋が長い足，－が短い足（黒く印をつけたほう）です。点灯している時間を計ります。（つかなかった場合は×をつけます。）手回し発電機を 45 秒間，60 秒間回して豆電球，LED（赤）で同様のことをやってみます。

コンデンサ充電時間	豆電球点灯時間	LED（赤）点灯時間
30 秒		
45 秒		
60 秒		

<予想してからやってみよう>

豆電球を割って点灯させると豆電球はどうなるでしょう？

割った豆球を点灯させると？予想	スケッチ

豆球のガラスを割って乾電池 2 個で点灯させます。

- 1) 何枚か重ねた紙で豆電球を包みます。豆電球はソケットからはずしておきます。
- 2) ペンチで紙の上から豆電球を強くたたき（強く一回で），ガラスを割ります。割る人は軍手をします。豆電球が紙からはみ出ないように，割ったガラスの破片が紙から出ないように注意します。
- 3) 割った豆電球を取り出し，もう一度ソケットにつけます。（破片がこぼれないよう注意）スケッチします。
- 4) 乾電池 2 個をつないで豆電球がどうなるかをしっかりと観察する。つないだ瞬間を見逃さない。

どうなった？

豆球と LED 電球の違いわかったことをまとめよう

<ビデオをみよう> 白熱電球のガラスを割って点灯させた様子をビデオでみる。

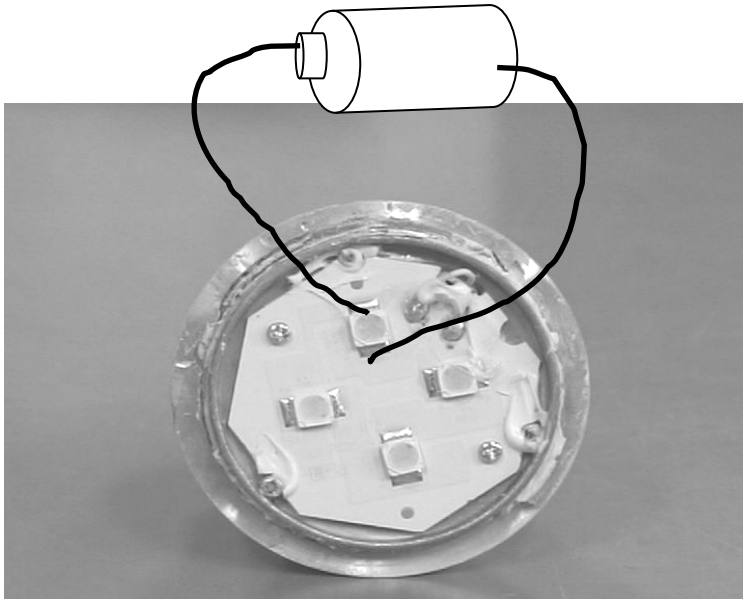
<予想してやってみよう> ガラスをわった LED 電球を 100V のコンセントにつなぎ点灯させます。どうなるでしょう？予想を書きます。あらかじめわっておいた LED 電球をつかって点灯させる。(まぶしいので注意すること)

(注意) LED 電球をつけたり外したりするときはかならずコンセントをぬいておく。

予想

どうなった？

<やってみよう> 乾電池 2 個で LED 電球の中の LED が点灯するか確かめてみよう。乾電池と LED (端の金属の部分) を図のようにリード線で接続します。



わかったことをまとめよう

<まとめ>埋めてください。

家庭や教室のコンセントから供給される電圧は（ ）Vで（**直流・交流**）である。消費電力は（ ） $\times$ （ ）で表されるので、60Wの白熱電球はコンセントにつないで点灯すると電圧は（ ）Vかかり、電流は（ ）A流れていることになる。電気エネルギーは消費電力に（ ）をかけたものである。60Wの白熱電球を1時間点灯させると $60\text{W} \times$ （ ）秒 = （ ）Jになる。

水1g（ほぼ1cc）を1℃あげるのに必要なエネルギーは約4.2Jなので1リットルの水を1℃上げるのは $4.2 \times 1000 = 4200\text{J}$ 。白熱電球60Wを1時間つけたときのエネルギーがすべて1リットルの水の温度を上げるのに使われたとすると水は約50℃温度が上がる。

LED1個を点灯させるには、電圧がおよそ3Vで電流は100mA以下です。LED電球にLEDが4つあると消費電力は（ ）V $\times$ （ ）A $\times$ 4 = （ ）Wになります。つまり60Wの白熱電球に比べて50分の1の消費電力となるので電気代がかからないんです。

LED電球を家庭用のコンセントにつないで点灯させるとき、疑問に感じることはありませんか？

<やってみよう>3か所のビスをゆるめてLED電球を分解しよう。中がどうなっているかをまとめておこう

わかったことをまとめよう

参考HP：沖花研究室物理のトリビア <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/trivia/led/led.html>

今日のまとめ

豆電球の接続と点灯

回路（電流の通り道）は必ず閉じた輪になります。豆電球の中のフィラメントと呼ばれる細いコイル状のタングステン線を通して電気エネルギーが発生し、熱になり熱くなって光ります。だから豆電球の中を電流が通るように接続する箇所を入り口、出口というように別にしてやる必要があります。また $2.5V0.3A$ と書かれた豆電球なら電圧 $(2.5V) \times$ 電流 $(0.3A) =$ (消費) 電力 $(0.75W)$ で、それを例えば 1 分間点灯すると電力 $(0.75W) \times$ 時間 $(60 \text{ 秒}) =$ 電気エネルギー (消費電力量) $(45J)$ になります。J (ジュール) を 4.2 でわると cal (カロリー) なので $45J$ は熱量にしていきたい $10cal$ になります。1 cal は 1 g の水を $1^\circ C$ 上げるのに必要な熱量です。

豆電球を乾電池 1 個でつけるときは 2 個に比べて、豆電球にかかる電圧や流れる電流が小さいので発生する電気エネルギーが小さくそれほど明るくはないですが、光ります。

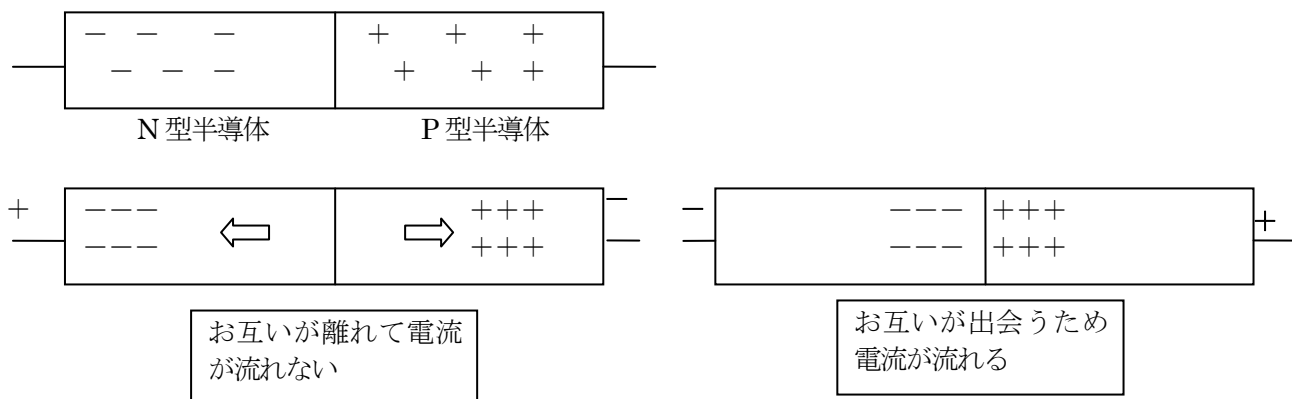
LED

LED はある決まった電圧を決まった方向からかけて電流を流すことによって発光します。だから乾電池 1 個では全く光りませんし、乾電池 2 個の場合でも＋と－を逆にすると光りません。通常赤のほうが必要なエネルギーが小さく、かける電圧は 2V 程度、青や白が 3V 程度必要です。ただし、いったん光り出すと少しの電流で光るので消費電力は小さく長持ちします。

注意：LED は＋を逆にして 5V 程度以上の電圧をかけると壊れます。だから電池は 2 個 (3V 程度) で使いましょう。

LED の発光 (中学生向きにかなり簡略化して説明します。もう少しきちんとした学習は高校で物理を学んでください。)

LED は発光ダイオードと言って電圧をかけると電流が流れ光を放つダイオードです。マイナスの電気を少し多くした物質 (**N 型半導体**といいます) とプラスの電気を少し多くした物質 (**P 型半導体**) を接合したものを**ダイオード**といいます。左図のようにダイオードの両端に電圧をかけると N 型半導体のマイナス電気も P 型半導体のプラス電気もそれぞれ両極に引き付けられるので接合面で電気の移動がなく電流は流れない。逆に右図のように電圧をかける半導体の電気はどちらも両極から反発しお互いが出会うので電流が流れる。だからダイオードは流れる向きと流れない向きがある。さらに両電気が出会うと光となってエネルギーを出すので発光が起きる。



(3) 分解してもののしくみを知る学習－ IH 調理器を分解しよう－

＜準備と授業の流れ＞

準備物

IH 調理器 (20), ステンレスカップ (20), アルミ箔 (10), ドライバー大 (20), ストロー10mmφ (40), 豆球ソケットつき (40), セロテープ (20), くぎ 30mm (40), 棒磁石(40), アロンアルファ (10), 糸 (1), はさみ (20), 軍手 (20), 雑巾(10), かご(10)

提示装置(演示用 1), 発電コイル(演示用 1), 発電豆球(演示用 1), 検流計 (演示用 1), 大型コイル(演示用 1), リード線 (演示用 1), 棒磁石 (大) (演示用 1), 方位磁針 (20)

授業の流れ 50 分×2 校時

班ごとに実験道具をわけると プロジェクタ, 提示装置用意

0:00 アルミが浮く (15 分)

0:15 くぎの磁化 (10 分)

0:25 くぎで探索 (15 分)

0:40 磁界のまとめ (10 分)

0:50 終了

0:00 復習 (磁界の様子) (5 分)

0:05 ストロー豆球で調べる (15 分)

0:20 誘導電流の復習・演示 (10 分)

0:30 中を開ける (10 分)

0:40 まとめ (10 分)

0:50 終了

<配布プリント>

一分解してもののしくみを知る学習ー

名前()

IH (Induction Heating) 調理器を分解しよう 1校時

注意：軍手をする。1分以上電源をつけない。水はこまめに入れ替える。家庭では行わないこと。

実験で使う IH 調理器は安全のためプレートに何も置かない状態では電源がつかないようになっています。そのため実験では常にプレートの中央に水を入れたステンレスカップをおいておきます。水はすぐ熱くなるので1回ごとに入れ替えます。カップをもつときはやけどしないよう必ず軍手を使います。

準備するもの：IH 調理器 (班1)、アルミ箔 (班1)、ステンレスカップ(班1)、軍手 (班1)、アロンアルファ (実験台1)、はさみ (班1)、くぎ (各自)、棒磁石 (各自)、糸、方位磁針 (班1)

1. IH 調理器のしくみはどうなっていると思いますか？授業のはじめに今の自分の考えを書いておきます。予想というのはテストではありません。自分が思ったことをそのまま書いてください。

予想は？図を描いて説明してもいいです。(予想はあとで書き直さないで下さい)

2. アルミ箔をプレートの大きな円の大きさに切る。さらにカップが十分中に入るようにドーナツ状に内側も切ってプレートに乗せる。電源を入れるとどうなるでしょう。

予想は？(予想はあとで書き直さないで下さい)

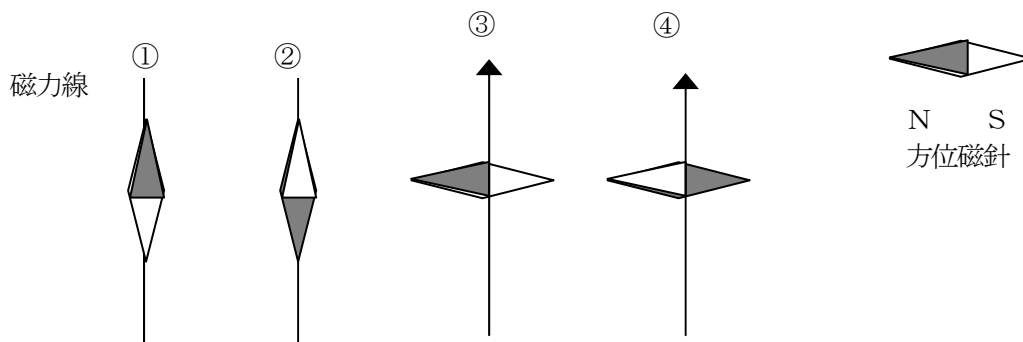
アルミ箔のしわを延ばしてから乗せる。アルミ箔が切れたり破れたりしたらもう一度作り直し。

やってみると？

3. くぎ磁石を作る

以下に答えてください。後で間違っていて直す時は赤で訂正してください

方位磁針は (N・S) 極が北を向きます。つまり北極は (N・S) 極なのです。地球では (北極・南極) から (南極・北極) に向かうように磁界 (磁気の影響のことでその様子を表したものが磁力線) ができています。方位磁針のような磁石を磁界の中におくと磁石のNSが図の (①・②・③・④) のように向きます。



(1) 棒磁石 (赤く塗っているほうが N) を使ってくぎを (とがった先が N になるように) 磁化させる。方位磁針で確認する。やる前に予想します。

どうやったらくぎが磁石 (先が N) になる? 予想は?

やってみると?

くぎの磁化の様子をアニメで確認します。

まとめます

(2) くぎの重心のところで糸を結び、アロンアルファを使って糸を接着させ、くぎを水平につるす。つってみてくぎの先が北を向くこと、水平になっていることを確認する。

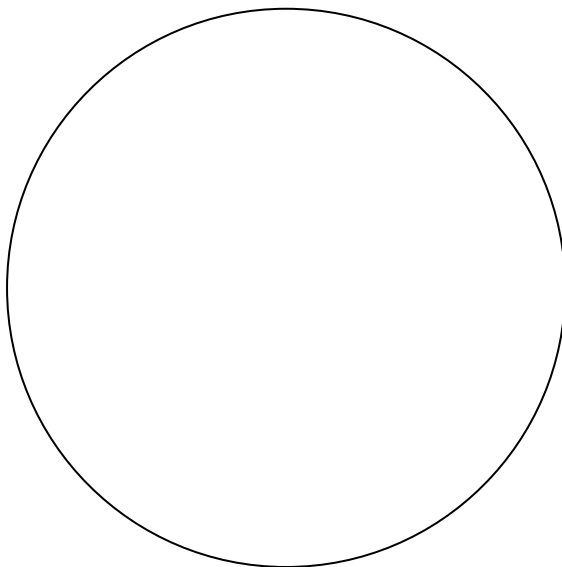
4. くぎ磁石を使って探索

プレートの中央に水を入れたステンレスカップをおいて電源を入れる。くぎを使ってプレート上の各部分の磁界を調べる。くぎをプレート面すれすれに近付けてゆっくり動かしながらどんなふうに向くかを調べる。プレートの中央を調べるときはカップを少しずらしてもよい。

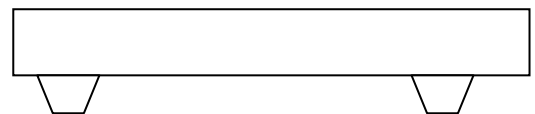
注：カップを置かないときや中央からあまり大きくずらすと警告音になって電源が切れます。カップを置きなおして電源を入れなおします。水やステンレスカップが熱くなってきたら電源を切って水を替える。カップを持つときは軍手を使うこと。くぎは熱くなるので直接触れないこと。

○どうなったか磁界の様子を記録しよう

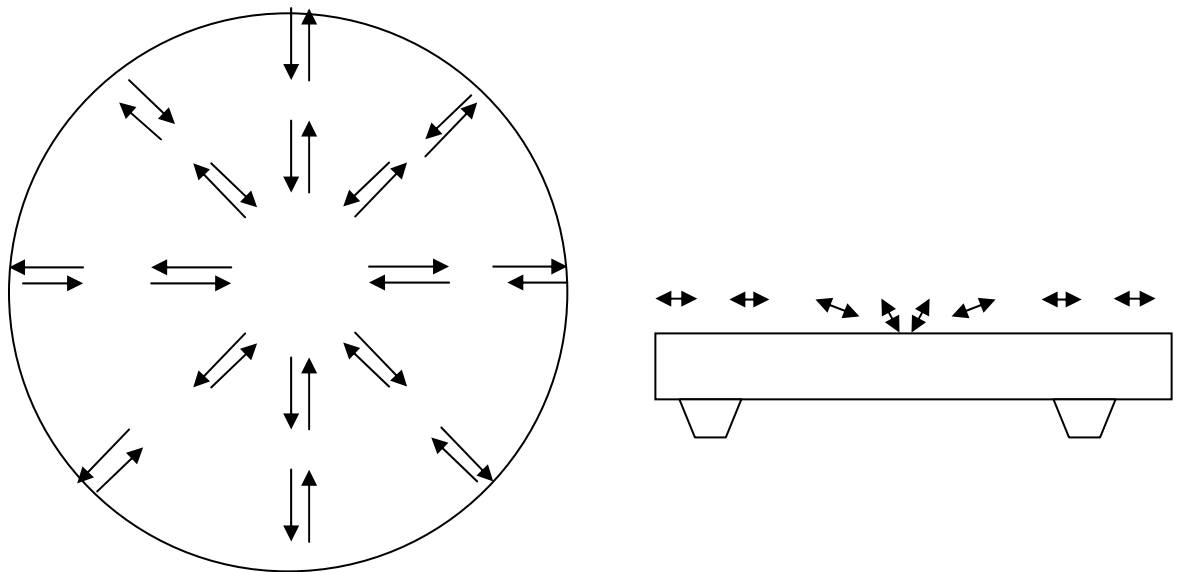
くぎの図 → を向きも含めてわかるように2つの図の中に描き入れよ。



上から見ると・・・



横から見ると・・・



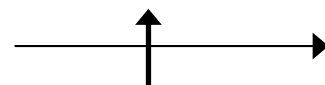
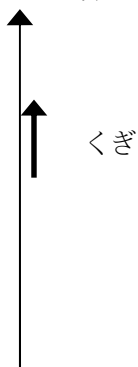
上から見るとくぎは円に対して放射状に向いた。ただし先（N）が中心を向いた班と外側を向いた班があった。横から見るとくぎはIH調理器の面に平行に向いたが中心付近ではくぎは引き込まれるように傾いた。

くぎ磁石が、ある方向を向くということは？①，②，③ どれになるでしょう？

①くぎと同じ向きに磁界ができています

②くぎと逆向きに磁界ができています

③くぎと垂直に磁界ができています



一分解してもものしくみを知る学習一つづき

名前()

IH (Induction Heating) 調理器を分解しよう 2校時

準備するもの: セロテープ (班1), ドライバ大 (班1), ストロー10mmφ (各自), ソケットつき豆球 (各自)

5. ストロー豆球を使って探索

豆電球のソケットから出ているリード線をそれぞれ逆方向にストローに巻いて**両端を接続する**。リード線をストローの端にしてばらけないようセロテープで止める。ストローを横にした状態でプレート上をゆっくり動かしながら豆電球が点灯するところを探す。同様にストローを立てた状態でプレート上をゆっくり動かしながら豆電球が点灯するところを探す。

やってみると? どうなったか記録しよう (どうやったら豆球が点灯したか)

6. 誘導電流の復習

何もないところで豆球が点灯する・・・電流が流れるわけ・・・

以下に答えてください。後で間違っていて直す時は赤で訂正してください

1. 電流が流れると、電流のまわりに磁界ができます。すべて (右・左) 手を使って説明します。

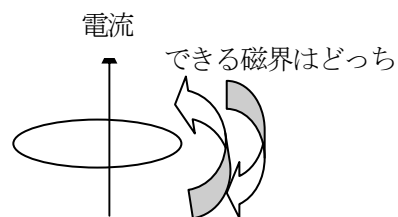
(1) 直線電流とそのまわりにできる磁界

例えば図のように電流がこの紙面の下から上に向かって流れると、

磁界は上から見て (時計・反時計) まわりにできます。

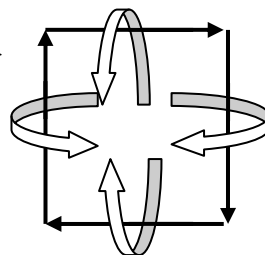
電流の向きに (右手・左手) の親指を立てて

にぎると親指以外の指が回るような向きに磁界ができます。



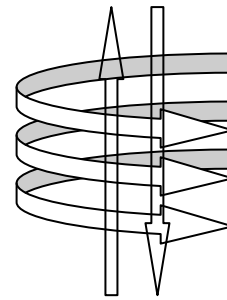
(2) 円形 (四角形) を電流が流れたときにできる磁界

紙面内で円状 (四角形) を時計回りに電流が流れると①, ②, ③, ④それぞれ直線を通る電流の作る磁界が図のようにできるので全体として四角形の中は紙面の (表・裏) から (表・裏) の方向に磁界ができます。

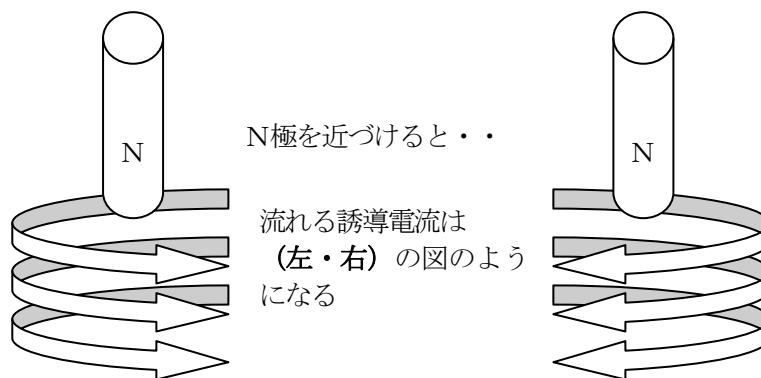


名前()

(3) 円形コイルを流れる電流とその中にできる磁界
円電流を重ねると円を貫く方向に磁界がつながっていき、
親指以外の指が電流、親指ができる磁界になるような磁界が
できる。つまり図で（上から下・下から上）の向きに
磁界ができる。



(4) コイルに棒磁石のN極を近づけます。コイルの中を貫く磁界は（強く・弱く）なります。このとき
コイルには電流が流れます。下の図のどちらのように流れるでしょう。理由も書きます。



そう思う理由

磁界というのはその大きさや向きが変化するときその変化を（進めよう・妨げよう）とする性質があります。たとえばコイルを貫く磁界が強くなろうとすると、コイルには磁界を（強めよう・弱めよう）としてはじめの磁界と（同じ向き・逆向き）に磁界ができるように電流（誘導電流）が流れます。

磁界の変化が激しいほど、誘導電流も（多く・少なく）流れます。

ストローに巻きつけた豆球のリード線がコイルで、磁界がストローの中を貫くようにストローを向けるとストローの中を貫く磁界はその向きが変化しているので豆球のリード線に誘導電流が流れ、豆球が光ったのです。

<分解してみよう>以上のことから IH 調理器の中はどうなっていると思いますか？

再度予想しよう

コンセントから電源コードを外してから、裏にあるねじをドライバーではずす。ゆっくり上ぶたをはずす。どうなっていたかを観察する。

まとめておきましょう。(絵も描いて)

1 回目で調べたような磁界ができる理由を説明しよう

まとめ

○IH 調理器

IH 調理器の中は円盤状のコイルです。このコイルに 100V の電圧がかかっているので大きな電流が流れます。コイルに電流が流れるとくぎ磁石で確かめたようにプレート面上では放射状でプレートに（垂直・平行）に、中心近くはプレートに（垂直・平行）に磁界ができます。家庭の電気は（直流・交流）なので 1 秒間に 120 回向きが変わります（繰り返しは 60 回）。60 ヘルツと言います。実際はこの繰り返しを数万回に増やして使います。そのつど磁界の強さや向きが変わるので磁界の変化をさまげるように（変えまい変えまいとする性質）プレート上面の金属（鍋ややかん）に（ ）電流が流れます。豆球が点灯したのもそのためです。金属に電流が流れると熱くなります。アルミ箔が浮いたのはコイルに流れる電流と常に反対方向の誘導電流がアルミ箔に流れるので、反対方向を流れる 2 本の導線は反発するように、アルミ箔も反発して浮くのです。

鍋ややかんは中央が水平円状に、まわりは上下方向のうず状に電流が流れるので底が熱い方が効率がよく、電流が流れるとき熱くなるためにはある程度流れにくい方が（抵抗があったほうが）いいので銅やアルミより鉄の方が効率がいいのです。ちなみに側面や取っ手の部分は直接熱せられません。

(4) 分解してもののしくみを知る学習ー自転車の空気はどうして抜けないー

<準備と授業の流れ>

準備物 チューブ+虫ゴム (チューブは両側を輪ゴムで止める) (20), フットポンプ(20), ビーチボール (20), ビーチボール口のみ切ったもの(20), ピストンポンプ(20), ガラスびん (20), 圧力シート (20), 線香1束, ライター (または着火マン) (10), PET ポンプ(20), 輪ゴム(20), 紙コップ(20), 雑巾(10)

授業の流れ 50分×2校時

班ごとに実験道具をわけ

0:00 授業開始。タイヤチューブに空気を入れる。どうして空気が抜けないか予想させる (15分)

0:15 ビーチボールの実験 (15分)

空気を入れたり抜いたりしながら予想。ビーチボールの切った口に空気を入れて確認

0:30 心臓の問題 学習 (20分)

0:50 終了

0:00 雲をつくる。どうしてガラスびんの中に空気はいらないのか (15分)

0:15 タイヤから虫ゴムをぬく 空気の流れを調べる (15分)

0:30 まとめ (時間があまるようなら PET ポンプを分解する。) (20分)

0:50 終了

<配布プリント>

分解してももののしくみを知る学習ー自転車の空気はどうして抜けないー

名前 ()

準備するもの チューブ+虫ゴムバルブ (チューブは両側を輪ゴムで止める), フットポンプ, ビーチボール, 切ったビーチボールの空気口, ガラスびん, 圧力シート, ピストン, 線香1本, ライター (実験台で1), PET ポンプ, 輪ゴム, 紙コップ, 雑巾 (実験台で1)

自転車の空気はどうして抜けない？

自転車の空気を入れるバルブってどうなっているか見たことがありますか？

☐自転車の空気をいれるバルブの中を開けたことがある ☐開けたことはない

半分に折った自転車のチューブにポンプをつけて空気を入れます。自転車のチューブはふたが無くても空気は漏れません。中を見ずに、どうして空気が入るのにぬけないのか予想してみましょう。

自分の考え (図も書いて)

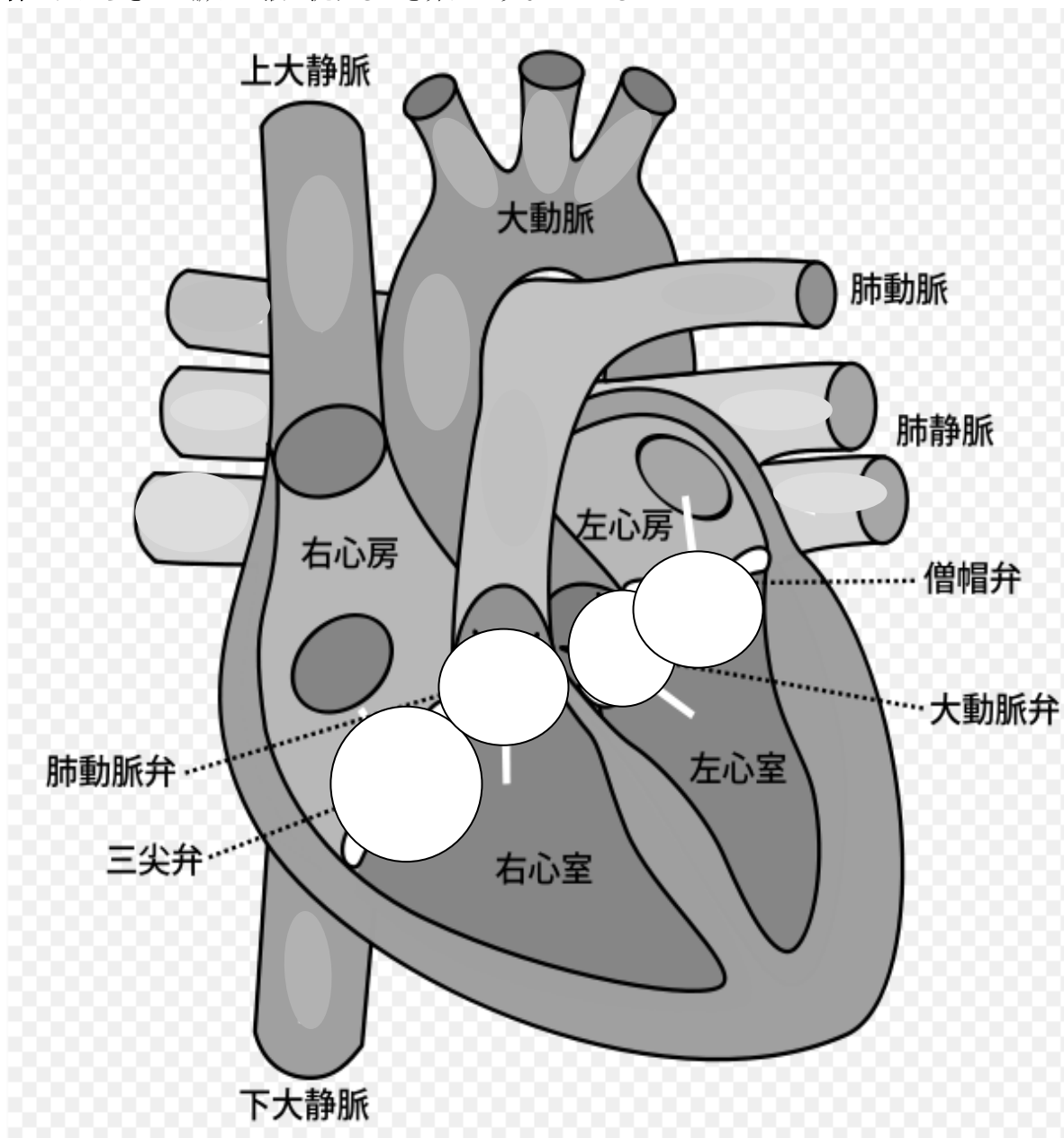
実験1 ビーチボールはどうして空気が抜けないのでしょうか？空気を入れる口の様子を書いて予想しよう。ポンプの先を赤いものに付け替えてボールに空気を入れたり抜いたりして考えます。

自分の考え (図も書いて)

切り取った口 (配布します) にポンプをつけて空気を入れ、空気がどこから出るかを見ます。どうなっていたかをまとめます。口を横から押さえると空気が抜ける理由が分かります。

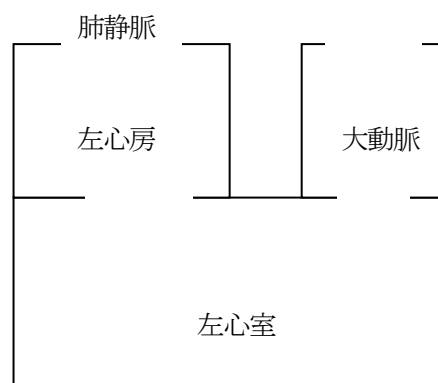
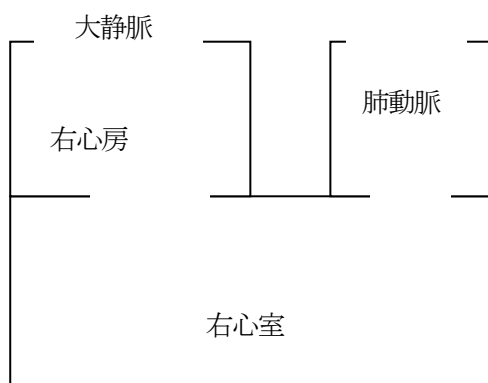
ビーチボールの空気を入れる口のしくみ

弁のはたらき 心臓に血液が流れるとき弁はどうなっている？

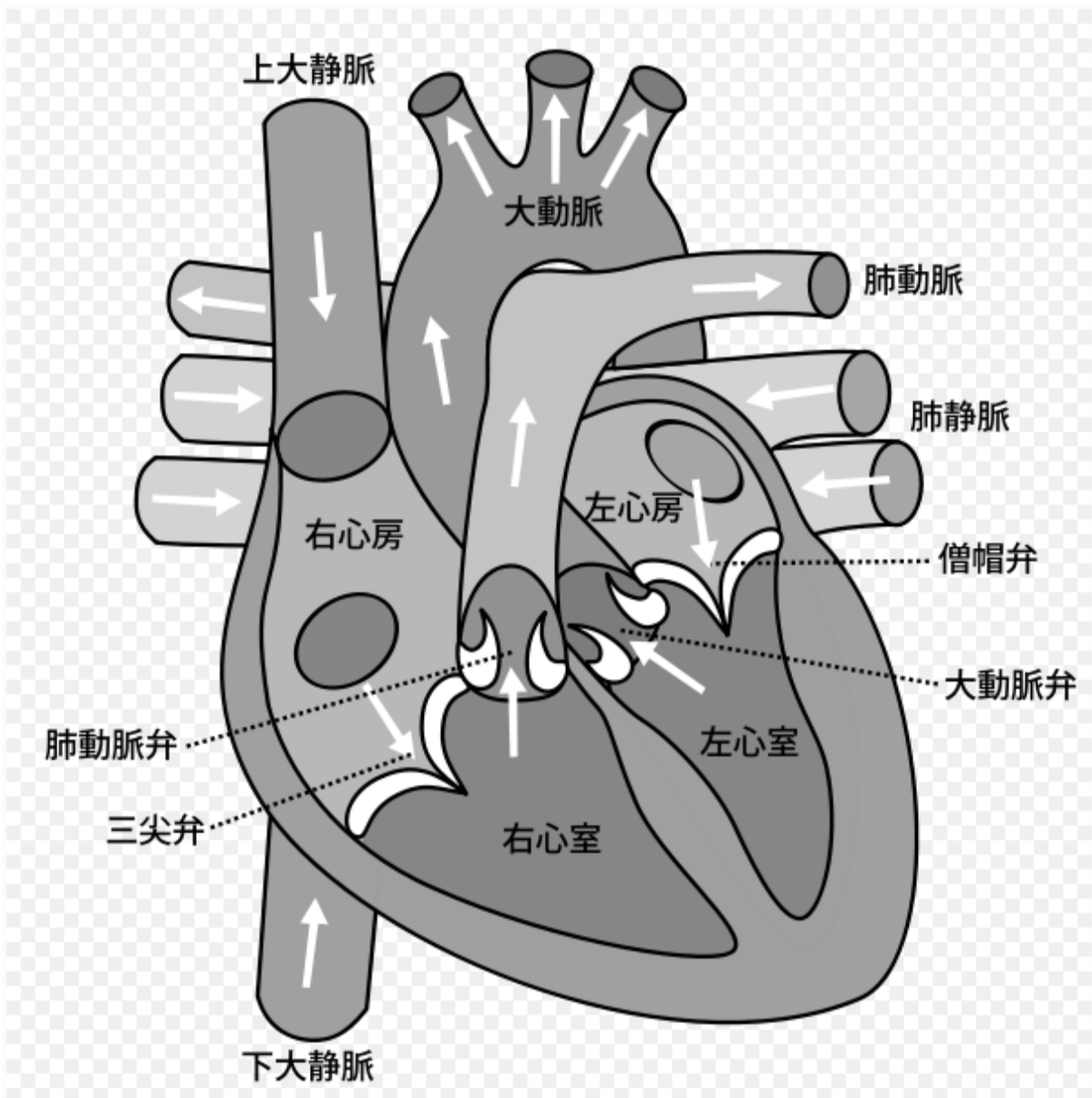


ウィキペディア「心臓」より

それぞれ通り口にどうついでいけばいいでしょう？片側のみ動く弁を通り口に書き込んでください。



解説 心臓の中の血液の流れ



図：ウィキペディア「心臓」より

1. 右心房，左心房が広がる：右（左）心房へ血液を吸い込む ○：流れる ×：流れない
大静脈から右心房へは(○・×)。右心室から右心房へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
肺静脈から左心房へは(○・×)。左心室から左心房へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
2. 右心房，左心房が収縮する：血液を押し出す
右心房から右心室へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
右心房から大静脈へは() ので(○・×)。
左心房から左心室へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
左心房から肺静脈へは() ので(○・×)。
- 右心室，左心室が収縮する：右（左）心室から血液を押し出す
右心室から肺動脈へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
右心室から右心房へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
左心室から大動脈へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。
左心室から左心房へは() 弁が(開く・閉まる)ので(○・×)。

実験2 簡易真空器はどうして空気がぬける？

1. ガラスびんに2, 3回水をいれて流します。
2. ガラスびんを逆さにして線香の煙を5秒程度入れます。
3. すぐにふたをします。緑のシートを真ん中にきれいにのせます。(汚れていれば軽く拭く)
4. ピストンをシートの5つの穴が入るようにかぶせておいてピストンをすばやく上下します。ガラスの中はどうなったでしょう？それはなぜでしょう？シートをはがすとどうなったでしょう？
5. そのまま、またシートをかぶせてピストンをすばやく上下すると同じことがおきます。

☐ ガラスの中に空気を送り込んで圧力があがった ☐ ガラスの中の空気をぬいて圧力が下がった

おきたこととその理由

6. 緑のシートはどうして空気がもれないんでしょう？圧力がかかる向きを考えよう。

実験3 空気の入った自転車のチューブを分解します。

1. ねじをゆるめます
2. バルブを引きぬきます。
3. 黒い虫ゴムをひっぱってはずします。はずしたバルブにポンプをつけて空気を入れます。どこから空気が出ているでしょう？
4. 空気の流れを考えてもう一度空気がぬけない理由を考えます。(ヒント：実験2のシートと同じ原理です。)



実験4 シャンプーの容器はどうして押すと中身が出るんだろう？
予想しよう

1. PET ポンプで紙コップの水を吸ってみます。水は押すとあがる？引くとあがる？先を流しの方に向けて水が出て大丈夫なようにしておきます。

☐ピストンを押すと水があがる ☐ピストンを引くと水があがる

2. 根元のビニールチューブをはずしておきポンプの水を雑巾の上でよく切ります。輪ゴムをピストンにかけ、はずしたとき先が跳んでいかないようにします。

3. はさみをてこの代わりにしてピストンの部分をこじ開けます。分解して出てきたものがなくならないよう注意してください。

4. ビーズをはずした状態でもとに戻します。上から強く押さえるとカチッと音がしてはまります。根元のビニールチューブをつけて、紙コップに水を入れピストンで水を吸います。どうなりましたか？ビーズとバネの役割がわかりましたか？

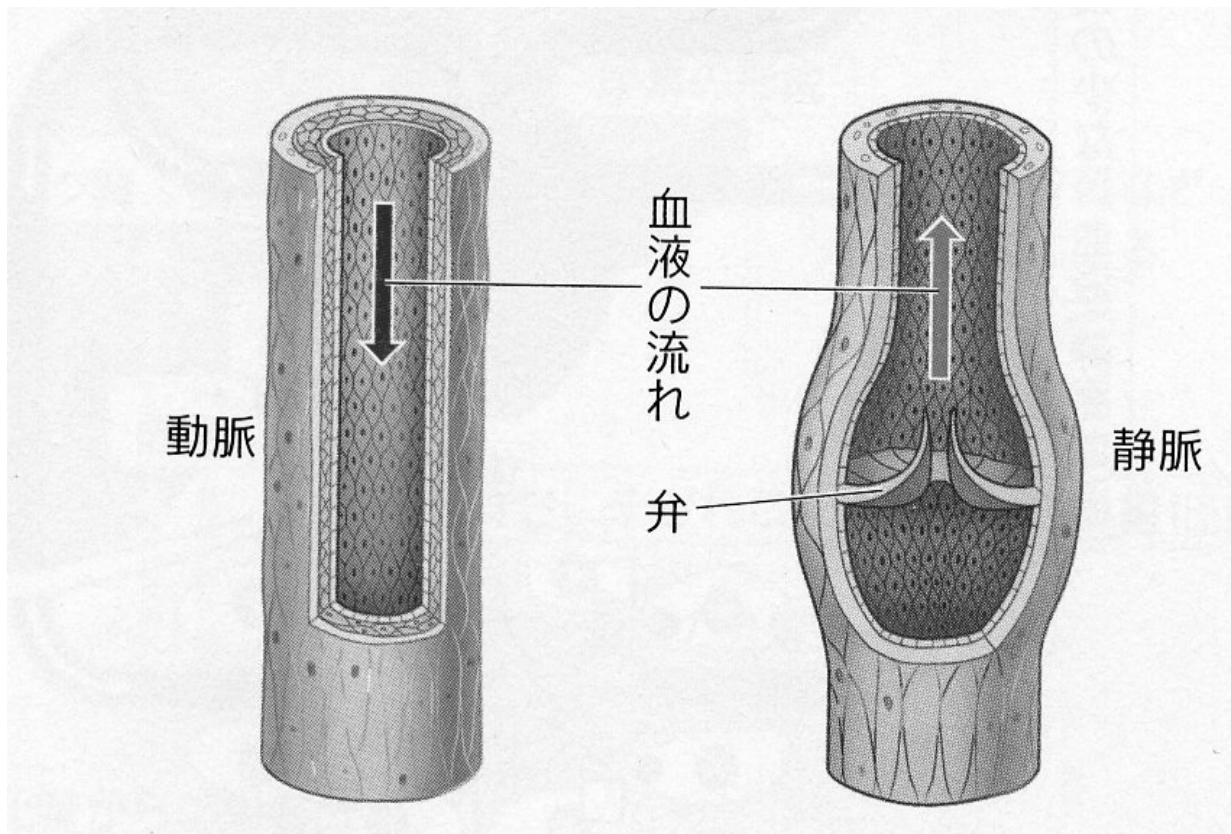
まとめ

4. もう一度はずしてビーズを元通りつけて再度ポンプをはめます。ピストンから水が出る状態でいったんピストンを上に上げます。ホースがコップの水についていない状態でもう一度ピストンを上下しますしします。どうなりましたか？

☐ピストンを押すと水が出る ☐ピストンを引くと水が出る

まとめ

静脈には逆流をふせぐ弁がついている



PET ポンプのしくみ

水を吸い上げる

ピストンを引く ビーズがあがりビニールホースから水が吸い込まれる。

ピストンを押す ビーズがさがりビニールホースの口を閉じるので水は出ていかない。

先から出る

ピストンを押す 中程の穴から水が上に押し出される

ピストンを引く 中程の穴が閉じられ水は上に行かない。

§ 3. 各種実践報告

上記の開発した授業を大学および中学、高校で実践した。大学は通常授業のうちの一部の時間で行った。

(1) 大学での授業実践

1) 教養科目「物理学」での実践

1)実施日時

平成 22 年度前期水曜 2 限 (10:30-12:00) 平成 23 年度月曜 4 限 (14:35-16:05) のうちそれぞれ 1 週

2)対象者

京都教育大学教員養成課程 H22 年度 28 名理系 15 名文系 13 名 H23 年度 26 名理系 18 名文系 8 名

3)授業内容

電化製品のしくみを探る (2 人 1 班で実験)

○LED 電球は熱くない

○IH 調理器を分解しよう

4)授業後のアンケート

内容度平均 3.6 (4 非常によかった/3 まあよかった/2 ふつう/1 あまりよくなかった/0 非常に悪かった)

理解度平均 3.3 (4 よくわかった/3 まあわかった/2 あまりよくわからなかった/1 まったくわからなかった)

興味度平均 3.4 (4 非常に面白かった/3 まあ面白かった/2 あまり面白くなかった/1 全く面白くなかった)

みなさんが教師になったら是非授業でやってみたい 21 名 (88%) やってみたいとは思わない 3 名

自由記述くすぐりよかったと思う理由>

- ・実験結果が「おっ！」と思わせるものだったから。
- ・実際に LED や IH 調理器の内部を見ることができたから。
- ・原理を全然知らなかったので、中をあけたとき感動したから。
- ・身近な科学を解き明かしているから。
- ・LED を解体するのがおもしろかった。
- ・ふだん見れないもの見たから。
- ・身の回りにある電化製品の中身やしくみを知るのはおもしろい

2) 小学校教科内容論理科での実践

1)実施日時

平成 21,22,23 年度後期 1,2 限 (8:45-10:15 及び 10:30-12:00) の一部で実施

2)対象者

小学校教員免許取得希望者 理科以外すべての専攻 主として 1 回生

H21 年度 255 名, H22 年度 251 名, H23 年度 269 名

3)授業内容

身近な楽器のしくみを知ろう (各自実験)

4)授業後のアンケート

H21-23 全受講者の回答

けん盤ハーモニカの分解について

理解度平均 3.5 (4 よくわかった/3 まあわかった/2 あまりよくわからなかった/1 まったくわからなかった)

興味度平均 3.6 (4 非常に面白かった/3 まあ面白かった/2 あまり面白くなかった/1 全く面白くなかった)

みなさんが教師になったら是非授業でやってみたい 532 名 (84%) やってみたいとは思わない 103 名

(2) 中学校及び高等学校での授業実践

○身近な楽器のしくみを知ろう

1) 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス

1)実施日時 平成 22 年 5 月 26 日 13:40~14:30 50 分

2)対象者 中学 2 年 13 名, 3 年 15 名 計 28 名

2) 平安女学院中学高等学校中学 2 年

- 1)実施日時 平成22年①12月14日(火) 9:00-10:40 90分, ②21日(火) 9:00-10:40 90分
- 2)対象者 ①中学2年41名 ②37名
- 3) 花園中学高等学校中学1年
 - 1)実施日時 平成23年2月3日(木) 13:55-15:35 90分
 - 2)対象者 中学1年28名
- 4) 京都教育大学附属京都中学校3年
 - 1)実施日時 平成23年3月1日 9:44~11:40 100分
 - 2)対象者 中学3年41名
- 5) 京都教育大学附属桃山中学校科学部
 - 1)実施日時 平成23年6月10日(木) 16:00-17:00
 - 2)対象者 中学1年8名, 2年9名, 3年14名 計31名

○LED 電球は熱くない

- 1) 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス
 - 1)実施日時 平成22年5月26日 14:40~15:30 50分
 - 2)対象者 中学2年13名, 3年15名 計28名
- 2) 京都教育大学附属京都中学校3年
 - 1)実施日時 平成23年3月2日 8:46-10:34 100分
 - 2)対象者 中学3年40名

○IH 調理器を分解しよう

- 1) 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス
 - 1)実施日時 平成22年①9月8日, ②11月24日 13:40-15:30 100分
 - 2)対象者 ①中学2年13名3年15名計28名, ②中学2年12名3年16名計28名
- 2) 平安女学院中学高等学校高校3年
 - 1)実施日時 平成22年11月9日(火) 11:45-12:30 11月11日(木) 9:00-9:45
 - 2)対象者 高校3年生26名
- 3) 花園中学高等学校高校1年
 - 1)実施日時 平成23年3月17日(木) 13:55-15:35
 - 2)対象者 高校1年14名
- 4) 京都府立桃山高等学校SSH クラス
 - 1)実施日時 平成23年6月8日(木) 9:30-11:20
 - 2)対象者 高校3年17名
- 5) 京都教育大学附属桃山中学校科学部
 - 1)実施日時 平成23年7月16日(土) 10:00-12:00
 - 2)対象者 中学1年4名, 2年8名, 3年9名 計21名
- 6) 京都教育大学附属高等学校 BasicScience クラス
 - 1)実施日時
 - ①平成24年1月13日(金) 20日(金) 8:30-9:20
 - ②平成24年1月30日(月) 2月6日(月) 8:30-9:20
 - ③平成24年1月30日(月) 2月6日(月) 13:30-14:20
 - 2)対象者 ①高校1年36名 ②38名 ③36名
- 7) 金沢大学附属高等学校2年
 - 1)実施日時
 - ①平成24年3月16日(金) 8:45-9:35, ②10:45-12:35
 - 2)対象者 高校2年①42名 ②44名

○自転車の空気はどうして抜けない

1) 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス

1)実施日時 平成22年①平成22年2月17日, ②平成23年2月23日 13:40-15:30 100分

2)対象者 ①中学2年19名3年16名計35名, ②中学2年12名3年16名計28名

○京(みやこ)少年モノづくり倶楽部での自転車の組み立て学習実践

1)産学連携事業 「京都こどもモノづくり事業推進委員会」と「京都市教育委員会」の共催

2)実施日時 平成22年12月～平成23年3月

3)対象者 一般児童小学校5年生から中学校2年生15名が参加

(3) 中学校及び高等学校での授業実践後のアンケート

中学校高等学校で授業後アンケートを行った。各学習ごとに実践校のものをまとめて報告する。

○身近な楽器のしくみを知ろう

1)今日の講義は何点でしょう？講義のへエ一度はいくつでしょう？(0から10までで書いてください)

点	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	計	平均
人数	56	24	36	24	5	4	2	1	0	0	0	152	8.5点

2)授業に興味を持ちましたか？(平均は3点満点)

3.非常に興味をもった	2.まあまあ興味をもった	1.あまり興味をもたなかった	0.まったく興味なし	無回答	平均
66人 42%	78人 50%	11人 7%	1人 1%	1人 1%	2.3

3)授業は理解できましたか？音の分野について理解は深まりましたか？(平均は3点満点)

3.よくわかった	2.まあまあわかった	1.あまりわからなかった	0.全く分からなかった	無回答	平均
70人 45%	76人 48%	9人 6%	2人 1%	0人 0%	2.4

4)教え方はどうでしたか？(平均は3点満点)

3.非常によかった	2.まあまあよかった	1.あまりよくなかった	0.非常に悪い	無回答	平均
98人 62%	57人 36%	1人 1%	0人 0%	1人 1%	2.6

○LED電球は熱くない

1)今日の講義は何点でしょう？講義のへエ一度はいくつでしょう？(0から10までで書いてください)

点	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	計	平均
人数	7	10	12	6	1	1	0	1	0	0	0	38	8.2点

2)授業に興味を持ちましたか？(平均は3点満点)

3.非常に興味をもった	2.まあまあ興味をもった	1.あまり興味をもたなかった	0.まったく興味なし	無回答	平均
10人 26%	24人 62%	5人 13%	0人 0%	0人 0%	2.2

3)授業は理解できましたか？豆電球とLEDが光るしくみの違いはわかりましたか？(平均は3点満点)

3.よくわかった	2.まあまあわかった	1.あまりわからなかった	0.全く分からなかった	無回答	平均
10人 26%	21人 54%	8人 21%	0人 0%	0人 0%	2.1

4)教え方はどうでしたか？(平均は3点満点)

3.非常によかった	2.まあまあよかった	1.あまりよくなかった	0.非常に悪い	無回答	平均
16人 41%	23人 59%	0人 0%	0人 0%	0人 0%	2.4

○IH調理器を分解しよう

1)今日の講義は何点でしょう？講義のへエ一度はいくつでしょう？(0から10までで書いてください)

点	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	計	平均
人数	60	33	73	35	7	5	2	1	3	0	2	221	8.2点

2)授業に興味を持ちましたか？(平均は3点満点)

3.非常に興味をもった	2.まあまあ興味をもった	1.あまり興味をもたなかった	0.まったく興味なし	無回答	平均
69人 31%	139人 62%	11人 5%	5人 2%	1人 0%	2.2

3)授業は理解できましたか？誘導電流について理解は深まりましたか？（平均は3点満点）

3.よくわかった	2.まあまあわかった	1.あまりわからなかった	0.全く分からなかった	無回答	平均
69人 31%	141人 63%	15人 7%	0人 0%	0人 0%	2.3

4)教え方はどうでしたか？（平均は3点満点）

3.非常に良かった	2.まあまあよかった	1.あまりよくなかった	0.非常に悪い	無回答	平均
116人 52%	103人 46%	3人 1%	3人 1%	0人 0%	2.5

○自転車の空気はどうして抜けない

1)今日の講義は何点でしょう？講義のへえ一度はいくつでしょう？（0から10までで書いてください）

点	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	計	平均
人数	10	8	10	9	2	8	2	4	3	3	0	59	6.7点

2)授業に興味を持ちましたか？（平均は3点満点（ ）内は4点満点）

4.非常に興味をもった	3.まあまあもった	2.ふつう	1.あまり持たなかった	0.まったく興味なし	平均
13 22%	31 53%	13 22%	1 2%	0 0%	2.2(2.9)

3)授業は理解できましたか？虫ゴムのしくみはわかりましたか？（平均は3点満点）

3.よくわかった	2.まあまあわかった	1.あまりわからなかった	0.全く分からなかった	無回答	平均
31 53%	20 34%	5 8%	2 3%	1 2%	2.4

4)教え方はどうでしたか？（平均は3点満点（ ）内は4点満点）

4.非常に良かった	3.まあまあよかった	2.ふつう	1.あまりよくない	0.非常に悪い	平均
25 42%	24 41%	8 14%	1 2%	0 0%	2.4(3.2)

（4）中学校及び高等学校での授業後の感想

○LED 電球は熱くない

<授業でよかったところ、へえーと思ったところ>

・LED を分解するのが面白かった・豆電球も燃やす実験がよかった・LED という、身近なものを分解までできた点・自分で先に予想することで、後の結果が分かりやすかった・LED を分解というのは普段の生活ではできないことなのでそれができた

<わかったところ>

・LED の中身が、よくわかった・実際に家で使っている物について分かった。・LED と豆球のちがいを明確に理解できたこと・LED のつくりなどがよく分かったところ・なんでLED は長持ちして、省エネなのかという謎が少し分かった気がした・LED は省エネだときいていたけどどうということか今までよくわからなかったが今日本当におとくだなあとわかった

<興味をもったところ>

・理科は難しいと思っていたが、これから役立つことだと思った・半導体のところ・色々な身近なものがどのようなつくりになっているのかというところ・以前からLED のことに興味を持っていたので・これからLED がどうなるか気になった・光がでるしくみ・LED に変圧コイルというのがついている・LED の中を見たりフィラメントを見たり

<理解があがったところ>

・豆電球には極性がなく、エネルギーがたくさんいる。（小さい電力でもつくが、すぐ消えるので、たくさんのエネルギーが必要）LED には極性があり、エネルギーは少なくてよい。（小さいエネルギーではつかないが、長時間つく）・消費電力のちがいなど・豆電球よりLED が電力も少なく点灯時間も長いので省エネ・＋とーが逆だとお互いが離れてしまっって光らない。・LED の良い点と悪い点・豆電球は中にアルゴンとかが入っていて割ると煙を出して光るということ

<自由な感想>

でもLED はやっぱり高いですね。ふつうの家庭に導入するのはまだキツそうです

○IH 調理器を分解しよう

<よかったところや興味を持ったところ>

分解する楽しさ

・分解したり、実験があつてわかりやすかった・IH ヒーターを分解することはめったに無いことなので経験できてよかったです。・普段使っているものを分解したり中が知れたところ・実際自分たちでどうなるか調べたり特にIH 調理器を分解したのが楽しかった・今まで家電を分解したことがなかったので、新鮮で楽しかった・身近なものでも分解とか色んなことをすればちがう使い道がわかったりする

IH 調理器のしくみ

・今まででしるみを知らずに使っていた身の回りの電化製品のしくみを知ることができた・IH の仕組みが思っていたより簡単なもので、びっくりできたところ・IH 調理器は何で熱くなるのかわからなかったけどそれがわかった・自分の想像もできないぐらいの技術をつかっていると思っていましたが、自分が知っていることが使われていることにおどろいて、親近感がわいたところ・電化製品のしくみが案外単純であったことに驚いた。・身近なところにたくさんの物理が使われているところ・身近なところにある誘導電流電磁誘導・磁界

・IH の磁力線の解説もくわしくしてくれた・磁石を作るところ・アルミ箔が浮いたのは磁界が関係しているということ・IH が磁界を生むこと・実生活で使われている理科を見ることができた・磁力や電流についても興味をもった

実験する楽しさ

・最初に予想してから実験をしてたしかめるという方法でより理解が深まったのでよかった・実験がおもしろかった・くぎとか豆電球の作業が楽しかった・理科はあまり好きじゃなかったけど実験を通してなぜそうなるかがわかったので興味を持った

現象に対する驚き

・アルミが浮くところ・導線がつながってなくても豆電球が光るところ・IH 上でくぎを近づけて、どの方向に動くかということ

その他

・家でもやれる実験だったし身近なものを使ってなので興味がわいた・電磁波を浴びた・IH に感動した・60Hz の交流電流・日常でできないことができた・この世のほとんどに物理が関係している・IH に針を近づけたとき、針の向きが2種類あつて不思議でした。最後には解説で分かるようになりよかったです

<自由な感想>

・分解などしたことがなかったので楽しかった・とてもおもしろかったです。もっと分解したかった・磁界のことがとてもよくわかりました。IH 調理器など、中身が予想より単純なものだったので、物づくりなどの専門的な仕事も身近に感じました・プレートがあつくないのはおどろいた・IH の分解で中にあんな大きいコイルが入っているというのもおどろきました。もっとこの分野について学んでいきたいと思いました・磁界についての理解が深まりました。また、もう少し磁界について調べてみたいという興味も持ちました・コイルについてこれからもっと調べてみたいです・大学入ったら物理関連の学科に行きたいです

(5) 京(みやこ)少年モノづくり倶楽部アンケート

○第1回 アンケート結果

【1】 あなたの学年と性別をお答えください。

	小5年生	小6年生	中1年生	中2年生	合計
男子	8	3	1	1	13
女子	1	1	0	0	2

【2】 あなたと自転車との関わりについてお聞きます。

(1) 日頃、どのくらい自転車に乗っていますか？

ア. ほぼ毎日	イ. 2～3日に1度くらい	ウ. 週に1度くらい	エ. 月に1度くらい	オ. 乗らない
27%	40%	27%	7%	0%

(2) 倶楽部の活動を通して、どのようにしていきたいですか。

ア. 速く走る等の改造をしたい	イ. 安全の乗るために自転車を詳しく知りたい	ウ. 自分で修理をして長く使いたい	エ. 親や友だちの自転車を修理したい	オ. 何もしない
27%	19%	35%	19%	0%

【3】 あなたとモノづくりとの関わりについてお聞きします。

(1) 倶楽部での活動を通して、何を学びたいですか。

ア. 工具の使い方	イ. 機械等の構造	ウ. 分解や組立ての方法	エ. モノづくりの工夫	オ. 自転車のことだけ知りたい	カ. その他※
26%	26%	26%	18%	0%	5%

※・資格について・ものしりになれる

(2) 倶楽部の活動はどのように役立つと思いますか。

ア. 生活に役立つ	イ. 勉強に役立つ	ウ. 友だちに自慢できる	エ. ものを大切にできる	オ. 集中力がつく	カ. その他
38%	21%	9%	24%	9%	0%

【4】 本日の活動についてお聞きします

(1) 先生の話はよくわかりましたか。

ア. とてもよくわかった	イ. だいたいわかった	ウ. 難しくてわからなかった
53%	40%	7%

(2) 自転車屋さんの作業を見てどのように思いましたか。

ア. 自分もやってみたい	イ. 自分には無理	ウ. 何も思わなかった
80%	20%	0%

○第2回アンケート結果

【1】 あなたの学年と性別をお答えください。

	5年生	6年生	中1年生	中2年生	合計
男	8人	4人	1人	1人	14人
女	1人	1人	0	0	2人

【2】 本日の活動内容についてお聞きします。(楽しかった (10) ～楽しくなかった (0))

(1) 本日の活動はどうでしたか・・・8.5

(2) 先生、指導者などの説明はどうでしたか・・・7.9

(3) 作業はどうでしたか・・・8.4

(4) 分解・組立て作業についてどのように感じましたか。いくつ選んでも結構です。

ア. 非常に面白い	15
イ. あまり面白くない	0
ウ. 手や服が汚れるのはいや	2
エ. 作業よりも話を聞く方が楽しい	0
オ. もっと自由にやりたい	4
カ. よくわからない	0
キ. その他 ()	1 非常にではないが面白い

(5) グループでの活動はどうでしたか

ア. 協力して作業ができた	15
イ. 協力しての作業は難しい	0
ウ. どちらでもない	1

【3】 本日使用した工具についてお聞きします。

(1) 工具についてどのように感じましたか。いくつ選んでも結構です

ア. 上手に使うことができた	6
イ. 使い方が難しかった	8
ウ. 使い方がわからなかった	0
エ. 便利にできていると思った	12

(2) 工具をうまく使うためにどうしたらいいと思いますか。・・・いくつ選んでも結構です

ア. 倶楽部の活動回数を増やす	5
イ. 自分でも何か作ってみる	8
ウ. 家の人など、大人と何か作ってみる	3
エ. その他 ()	・いろいろな工具を知り、実際に使う・工具の使い方を自分で覚える

【4】 倶楽部の活動で、次回以降に希望することを自由に書いてください

- ・すべてを分解してみる・ほかのものを分解してみたい・もっと分解したい・ラジコン、パソコン
- ・自転車以外を分解したい (2人)・自転車を速くすること

(6) 教材 HP

LED 電球, けん盤ハーモニカのしくみについて HP 教材にし、大学の HP サーバから発信した。以下のページに掲載している。

WEB 技術を使った理科 (物理) の教科書

URL : <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/top.html>

<物理のトリビア>

1)LED 電球は白熱電球とどこが違う？

<ふしぎビデオ>

1)小学校で習った鍵盤ハーモニカ (けんばんハーモニカ) はどうして音が鳴るのでしょうか？

§ 4. 学会等発表報告集

(1) 日本理科教育学会第 60 回全国大会 (山梨大学) 口頭発表

H22.8.日本理科教育学会大会予稿集

分解してもののしくみを知る理科学習

○沖花 彰

OKIHANA Akira

京都教育大学

【キーワード】 理科学習, もののしくみ, 分解する
電気分野)

1 目 的

身の回りのものを分解しながらそのしくみを学習することで生活の中での理科の役割を実感する。分解してしくみを調べる授業では、生徒がものを分解することに新鮮味と興味関心をもつと同時に、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらに考える力を養うことができる。

実際には生徒の周りには身近なものと言ってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため「分解=壊すこと、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない」と考えてしまう子どもたちが多い。本研究ではそういった子どもたちに積極的にものを分解してしくみを調べ、考えさせる学習を開発する。もののしくみを調べる学習はものづくりの基本である。

2 教材開発

各学習段階で分解することが可能なもの、中を調べてしくみが理解できるものを選定する。どういった教材を選ぶかについて以下の点に留意した。

- ①自分で分解することが可能であること
- ②見たり使ったりしたことのある身近なものであること
- ③しくみが生徒に理解できること
- ④中を見ただけですぐわかるのではなく、補助的な実験を行うことで理解できること
- ⑤可能な限り元に戻すことができること

これまでに開発中の教材は以下のとおりである。

- ・鍵盤ハーモニカはどうして鳴る? (中学校音分野)
- ・自転車のチューブはどうして抜けない? (中学校圧力分野)
- ・LED 電球は白熱電球とどこが違う? (中学校

3 授業実践

中学校 2, 3 年生 (1 回目 33 名, 2 回目 27 名 50 分×2 校時) を対象に実践授業を行った。それぞれのテーマが 50 分の授業で完結するようにした。どれも身近なものであるがそのしくみを知っている生徒はほとんどいなかった。豆電球を割って点灯させることはほとんどの生徒が初めてだった。自転車の虫ゴムの部分もほとんど知らなかった。ドライバでねじを外すことが初めての生徒もいた。

授業では必ず分解する前にしくみを予想させてから始めた。

生徒の興味関心はどのテーマも非常に高かった。「いろいろなものを分解するのがとても楽しく、特に LED のしくみはもっと知りたいです。」「普段見ない部分が知れておもしろかった。」「ハーモニカも分解してみたいと思った。」など普段の授業よりおもしろかったという感想がほとんどだった。また LED の発光機構など学習段階を越えていることにはふれなかったがより深く知りたいという新たな好奇心を引き出すことができた。理解度についても「よくわかった」「まあまあわかった」と答えたものが 8 割以上であった。

その一方で、どんなもののしくみが知りたいかという問いに対しては TV, パソコン, ゲーム機といった初等教育の段階ではなかなか理解が難しいものを挙げていた。

ジャンプの PET 容器のしくみや、家庭での電化製品が 1 本の電源ケーブルであること、延長コードでの接続はどうなっているなど、生活と学校での学習とを関連つける教材も開発中であるが、ゲーム機に内蔵された加速度計や IH 調理器といった比較的理解しやすい家電製品も教材にすることを検討する。

この研究は H21-23 科学研究費補助金基盤研究 C (課題番号 21530929) によるものである。

分解してもののしくみを知る学習

沖花 彰

京都教育大学教育学部

okihana@kyokyo-u.ac.jp

1 目 的

最近の小中高生を対象にした全国調査によると、生徒にとって理科は主要教科の中で「もっとも好きな教科」である一方で、「自分のふだんの生活や社会に出てもっとも役に立たない教科」であると思われる。学校での理科学習が教室や実験室から広がらず身の回りのことがらや身近なことがらと結びつかないためこのような印象になっていると思われる。

表 1 「理科の勉強がふだんの生活や社会に出て役立つ」という問いに「そう思う」、「ややそう思う」と答えた割合。

(数字は左から教育課程実施状況調査 H13 (高校 H14), H15 (同 H17), PISA2006, TIMMS2007)

小 5	53.7%	57.6%	72.3%	---
中 2	39.1%	39.9%	52.1%	53% (TIMMS 国際平均 84%)
高 3	31.9%	36.6%	---	--- (物化生地の平均)

参考：国語の場合 小 5 75.6% 中 2 71.4% 高 3 80.4%

身の回りのものを分解しながらそのしくみを学習することで生活の中での理科の役割を実感することができると考える。分解してしくみを理解する学習では、生徒がものを分解することに新鮮味と興味関心をもつと同時に、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらにしくみを理解する過程で考える力を養うことができる。

しかし、実際には生徒の周りには身近なものといってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため「分解＝壊すこと－してはいけない、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない。」と考えてしまう子どもたちが多い。現代の社会には本来不思議に思うはずの機械や装置があふれているが、たとえ中を開けてもわからないことから不思議に思う意識や中を開けてみたいという好奇心がなくなっている。(PISA2006 の調査で科学的リテラシーに関する調査のうち「科学的証拠を用いること」領域に比べて「科学的な疑問を認識すること」領域が低い。)

本研究ではそういった子どもたちに、積極的にものを分解してしくみを調べ、考えさせる学習を開発している。各学習段階で分解することが可能なもの、中を調べてしくみが理解できるものを選定する。どういった教材を選ぶかについて以下の点に留意した。

- ①自分で分解することが可能であること
- ②見たたり使ったりしたことのある身近なものであること
- ③しくみが生徒に理解できること
- ④中を見ただけですぐわかるのではなく、補助的な実験を行うことで理解できること
- ⑤可能な限り元に戻すことができること

2 教材開発と実践例

これまでに開発し、実践した教材は以下のとおりである。

・鍵盤ハーモニカはどうして鳴る？ (中学校音分野)

小学校で必ず学習する、身近な楽器の鍵盤ハーモニカを分解し、そのしくみを理解する。リードをピンセットではじいたりストローで吹いたりしながら、鍵盤を押さえながらパイプを吹くことでリードが振動するしくみを理解する。

・自転車のチューブはどうして抜けない？（中学校圧力分野）

自転車の空気を入れるときキャップをしなくても空気は抜けないことを生徒は知っているが、そのしくみは知らない。ビーチボールを使って弁のしくみを調べたのち、自転車タイヤのチューブからプラグを外して虫ゴムと圧力の関係を理解する。圧力分野の学習で使う簡易減圧教材（ガラス瓶の上に置くシート）と同じ原理であることを理解する。

・LED 電球は白熱電球とどこが違う？（中学校電気分野）

豆電球のガラスを割って点灯させながら豆電球や白熱電球のしくみを復習する。ガラスを外した LED 電球を直接電池で点灯させ、そのしくみを理解する。必要な電圧の大きさや交流直流の違いなど、白熱電球との違いを理解する。ただし 100V 交流電圧からの変圧や、整流のしくみにはふれず、開けて見せるにとどめる。また LED の発光機構などにはふれない。

中学校 2, 3 年生（1 回目 33 名，2 回目 27 名 50 分×2 校時）を対象に実践授業を行った。それぞれのテーマが 50 分の授業で完結するようにした。どれも身近なものであるが、そのしくみを知っている生徒はほとんどいなかった。豆電球を割って点灯させることはほとんどの生徒が初めてだった。自転車の虫ゴムの部分もほとんど知らなかった。ドライバでねじを外すことが初めての生徒もいた。

授業では必ず分解する前にしくみを予想させてから始めた。生徒の興味関心はどのテーマも非常に高かった。「いろいろなものを分解するのがとても楽しく、特に LED のしくみはもっと知りたいです。」

「普段見ない部分が知れておもしろかった」「ハーモニカも分解してみたいと思った。」など普段の授業よりおもしろかったという感想がほとんどだった。また LED の発光機構など学習段階を越えていることにはふれなかったが、より深く知りたいという新たな好奇心を引き出すことができた。理解度についても「よくわかった」「まあまあわかった」と答えたものが 8 割以上であった。

その一方で、どんなもののしくみが知りたいかという問いに対しては TV、パソコン、ゲーム機といった初等教育の段階ではなかなか理解が難しいものを挙げていた。

今後も「豆電球が点灯するにはリード線が輪になるように接続する」「抵抗の直列接続や並列接続」という学校での学習と、家庭での電化製品が 1 本の電源ケーブルであること、延長コードでの接続はどうなっているなどに関連つける教材も検討中であるが、一方でゲーム機に内蔵された加速度計や IH 調理器といった比較的理解しやすい家電製品も教材にすることを検討する。

参考文献

国立教育政策研究所，H13,H15 年度小中学校教育課程実施状況調査，H14,H17 年度高等学校教育課程実施状況調査

<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/kyouikukatei.htm>

文部科学省，PISA2006 年調査国際結果の要約，

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf

国立教育政策研究所，IEA 国際数学・理科教育動向調査の 2007 年調査（TIMSS2007）

<http://www.nier.go.jp/timss/2007/index.html>

IH調理器のしくみを探る学習

～分解してもののしくみを知る理科学習～

○沖花彰

【キーワード】 理科授業、もののしくみ、電磁誘導、IH 調理器

1 はじめに

新しい学習指導要領では、その改善の基本方針の中で、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る」ことが求められている。

身のまわりのものを分解しながら、そのしくみを知る学習では、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらに分解しながらそのしくみを理解する過程で考える力を養うことができる。

筆者らは分解してもののしくみを知る理科学習について、これまでにいくつかを教材化し、学校現場で実践してきた。¹⁾

- ・鍵盤ハーモニカはどうして鳴る？ (中学校音分野)
- ・自転車のチューブはどうして抜けない？ (中学校圧力分野)
- ・LED 電球は白熱電球とどこが違う？ (中学校電気分野)

2 IH 調理器のしくみを探る学習

本発表では、磁界や誘導電流の学習と結びつけた「IH 調理器のしくみを探る学習」について報告する。誘導電流は中学校理科第 1 分野「電流の利用」、高校物理Ⅰ「生活の中の電気」、物理Ⅱ「電流と磁界」と繰り返し学習内容に取り上げられている。しかし国立教育研究所の調査によると²⁾、この単元が生徒にとって理解しやすい／理解しにくいと思う教師は 11.1％／71.6％、分かりやすかった／わかりにくかったと思う生徒は 34.4％／48.5％、生徒が興味を持ちやすい／持ちにくいと思う教師は 33.6％／38.6％、おもしろい／おもしろくないと思った生徒は 27.4％／51.5％となっており、教師にとって教えにくく、生徒にとってもわかりにくく興味を持ちにくい単元になっている。

そこで誘導電流の原理が活用されている IH

調理器を使った学習を開発した。IH 調理器は中学校理科や高校物理の一部の教科書にも紹介されているが、しくみがわかりやすい電化製品である。また、ねじを外すだけで中学生でも容易に分解できる。IH 調理器を使った学習教材はこれまでに多くあるが、いずれも演示的要素が強い。筆者らは、IH 調理器に発生する磁界の様子をくぎ磁石を使って調べたり、誘導電流が発生していることをストロー豆球で調べたりして、生徒が自分で作った道具を用いて磁界や誘導電流を実感できる学習を考案した。また、すぐに分解せず、起きている現象を探究しながら IH 調理器のしくみについて考えさせてから分解させる方法をとった。



図 ストロー豆球を使って探索

3 実践授業

中学生および高校生を対象に複数回実践授業を行った。授業の様子とその結果について発表する。

なお本研究は科学研究費補助金基盤研究 (C)21530929 の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) 日本理科教育学会第 60 回全国大会発表論文集 p. 258
- 2) 国立教育政策研究所教育課程実施状況調査 http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h15/index.htm

(4) 日本科学教育学会第 35 回年会 (東京工業大学) 口頭発表 H23.8.日本理科教育学会大会予稿集

(5) 理科教育学研究 Vol52, No2, pp171-177 日本理科教育学会 2011 年 11 月発行

鍵盤ハーモニカを分解しながら学ぶ理科学習
～理科と音楽を融合した新しいカリキュラム～

沖花彰*

【要 約】

小学校で使う身近な楽器を使った中学校理科学習カリキュラムを開発し実践した。ほとんどの生徒が学んだことのある鍵盤ハーモニカを分解して、そのしくみを知るという学習を行った。小学校で慣れ親しんだ楽器がどのようなしくみで鳴るのかを調べるという点で、生徒に知的好奇心を持たせ、楽器の中に潜む理科の工夫に気づかせることで、理科が役に立つ教科であることを実感させることができた。また、分解しながらもののしくみを知るという学習は、生徒の科学的な思考力の育成に有効であると思われる。中学生や、小学校教員をめざす大学生に行った実践授業後のアンケートでは、新鮮で興味深かったという感想が多く見られ、内容面でも理解できた、面白かったという回答が 8 割に上った。

*京都教育大学教育学部

I. はじめに

国立教育政策研究所の小中学校教育課程実施状況調査¹⁾によると、生徒にとって理科は、調査した国語、算数(数学)、理科、社会、英語(中学のみ)の教科の中で「もっとも好きな教科」である一方で、「自分のふだんの生活や社会に出てもっとも役に立たない教科」であると思われる。学校での学習が身の回りのことがらや身近なことがらから離れているため、このような印象になっていると思われる。「理科離れ」の原因の一つもここにあると考えられる。そのようなことから、我々は生徒にとって理科が身近で役に立つ教科と感じられるよう、身の回りのことがらや身近なことがらと結びつけた理科学習カリキュラムを研究してきた。

特に理科が日常的なことがらの中においても、有用な教科であることを実感させるため、他教科の学習と結びつけた学習カリキュラムの開発に取り組んできた。これまでに体育と理科を結びつけ、中学校理科第1分野「力と運動」の分野の学習として、生徒自らが走る様子をビデオ撮影し、分析することから学習するカリキュラムを開発し、実践した²⁾。実際に自分の走る映像を1/60秒のコマ送り再生で見ながら運動を学習することで、理科学習が運動技能の向上にもつながったと答えた生徒は9割に上った。

続いて、本研究では理科と音楽を結びつけ、小学校で習った身近な楽器を使った、音や振動に関する中学校向けの理科学習カリキュラムを開発した。音の分野は身の回りの現象の一つとして中学校で真っ先に学習するが、生徒の理解は必ずしも十分ではない。前述の国立教育政策研究所の調査によれば、音学習の中で音の高低と振動数の関係の理解が弱い。(平成13年度通過率45.7%,平成15年度通過率52.4%)。音の高低は音楽の基本であるが、それが理科の振動数という概念と結びついていない。さらに高等学校での音や共鳴の学習になると、教師の予想する生徒の興味度や理解度は大きいのにに対し、実際の生徒のそれは低く、教師側の認識とはかけ離れている³⁾。

これまで、楽器や身の回りの音を取り入れた理科学習は数多く見受けられるが、実際に楽器を教材として使用し、そのしくみから発音原理を理解する学習はギター以外ほとんど見られないし、振動数を音階と関連付けたりするような学習カリキュラムは見られない。

その一方で、中学校で学ぶ音楽学習には理科学的な要素が多く含まれている⁴⁾。音楽の基本である音階は振動数で考えれば規則正しい法則になること、民族楽器も含めたさまざまな楽器が鳴るしくみ、さまざまな音色と倍振動の関係など音楽学習には理科学的に考えれば「なるほどと納得する」要素が数多く含まれる。しかし音楽の授業では楽器を演奏するときの「操作法」として教え、理科

授業ではそういうものに触れない。振動数が音の高さを決めるという理科の学習には、「1オクターブ高くなることは振動数が倍になること」など、音楽教育で扱われている内容も扱われていないのである。理科学習が「理科」の枠組みの中でしか展開されないことに原因があると我々は考える。

以上のような背景を踏まえ、本研究では理科教員が音楽教員と協力して、小中学校で学ぶ音楽学習と強く関係付けられた理科学習カリキュラムを開発し実践した⁴⁾。本論文では、その中で鍵盤ハーモニカとハーモニカを分解しながらそのしくみを理解する学習について報告する。

II. 開発したカリキュラムのねらいと学習の流れ

実験テーマ：「鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？」

鍵盤ハーモニカは小学校で必ず学習する音楽教材であるにもかかわらず、ほとんどの生徒はそれが鳴る原理を知らず、音源が何かも知らない。一方、中学校理科の学習指導要領では、音は物体の振動によって生じることを見出させる、とある。

そのため、はじめに自由に演奏させてみてどうして鳴るのかを予想させる。

次にケースおよび内ぶたを開ける。ドライバーで簡単に分解できる。比較的わかりやすいしくみになっていることから、分解しながらものの振動と音の発生や音階について、調べて理解するのに適した教材である。音の発生の学習という点では、リードの振動をそのまま観察したり、触って感じるができる。ここでは、予想した事と異なる構造が見られるので、生徒に新たな問題意識を持たせることが期待できる。

ただ、分解した中を一見しただけでは生徒は鳴るしくみを理解できない。そのため順序を追って、生徒が鳴るしくみを自分で探究しながら発見・理解できる補助実験を行う。

①音階と鳴るものの関係(音階の半音ごとに一つ一つのリードがついていること)を理解するために、リードをピンセットではじいてドレミファソラシドを鳴らす。

②リードが空気の流れて振動することに気づくために、ストローで吹いてリードを鳴らす。鍵盤を押す操作が空気を流すときの出口を開けることに気づく。

③パイプを差し込み、吹いてみて空気の流れがどうなっているかを考える。内ぶたとゴムのパッキンでパイプから送る空気を逃がさないようにしていることに気づく。

これらの実験では、生徒自らが試行錯誤しながら鳴るしくみを発見・理解する過程が重要なので、原則として教師は方法や指示を与えない。ただ、②のストローで吹いてリードを鳴らすところでは、鍵盤を押しながら吹くことに誰も気づかない場合、「鍵盤ハーモニカはどうやっ

て音を出すでしょう？鍵盤を押さないと音はでません」と演奏法を思い出させることで気づかせる。

一通り実験を終えたら教師は補足説明をする。

①では1オクターブの音階が半音 12 個できていて振動数が倍になっていることを教える。例えばラ (A) が 440Hz と与えるとすべての音階の振動数がわかること (12 音平均律の場合) についても触れる。

②では鍵盤を押すと奥が開くことを確認させ、空気の通り道ができて空気が流れ、リードを振動させていることを理解させる。ここでリードの上下どちらかの面を空気が流れることで、リードの上下に気圧の差ができ振動することに簡単に触れる。飛行機の揚力やボールの回転などを例にあげるとよく理解できるようである。

③では内ぶたまで含め、鍵盤ハーモニカの中のひとつの「部品」がすべて大事な役割を担っていることを実感させる。

鍵盤ハーモニカに続けてハーモニカを調べる。現在の小学校の音楽ではハーモニカを学習することは少なく、演奏したことのない生徒が大半である。そこでまず、④吹いたり吸ったりして鳴らすハーモニカ特有の演奏法を学び、自分で演奏する。⑤ねじをゆるめてふたを開ける。振動するものが鍵盤ハーモニカと同じリードであることがわかり、どちらも同じ「ハーモニカ」であることを理解する。リードのつき方が交互になっていることから空気の流れとリードの振動の関係をあらためて理解する。⑥吸って鳴らしたとき、対応するリードの奥側が振動することを目で見たり指で触って確かめる。⑦最後に鍵盤ハーモニカとハーモニカのリードを比べて、鍵盤ハーモニカのリードは一部長さが変わっていないこと、その代わりにリードの先に金属片が貼ってあることに気づく。リードの重さを変化させて音階を変えているという楽器の工夫を知る。重さと振動数の関係は、補助的におもりの軽重とバネの振動を比較して見せると理解が得られやすいと思われる。

<準備するもの>

鍵盤ハーモニカ、ハーモニカ、ストロー、ピンセット、ドライバー

<授業の流れ>

1. 鍵盤ハーモニカを演奏して、鳴る原理を予想する。



図1. 鍵盤ハーモニカの演奏方法を確認する

2. 鍵盤ハーモニカを分解する。(ドライバーで簡単にケース、内ぶたを外すことができる。)

→後で元に戻すことを考えながら分解させる。ねじをなくさない、分解する順序を覚えておく等の指示をする。リードを見て音源に気づかせる。



図2. 裏返して4ヶ所のネジをはずす



図3. 内ぶたをはずす

3. ピンセットでリードをはじいてドレミファソラシドを鳴らす。(授業では安全性を考えてプラスチック製のピンセットを使用した。)

→半音ごとにリードがついていること、リードの長さの違いが音の高低をつくっていることに気づかせる。



図4. ピンセットではじいてドレミファソラシドを鳴らす

4. ストローで吹いてリードを鳴らす。

→空気の流れがリードを振動させること、鍵盤を押さないと鳴らないこと、鍵盤を押すとどうなるかを観察させ、鍵盤を押す意味(空気の通り道を作る)に気づかせる。



図5. 鍵盤を押しながらストローで吹く

5. 通常演奏するときを使うパイプを使って吹いてみて空気の流れを調べる。

→パイプからの空気がもれないよう内ぶたやパッキ

ンがあることに気づかせる。鍵盤を押すことで対応するリードに向かう空気の流れを作ることによって気づかせる。

6. 吹くと吸うを交互に繰り返すハーモニカの演奏法を学習した後、ハーモニカのしくみを予想する。(ハーモニカは小学校で学習することが少なく、その演奏法を知らない生徒が多いのでその学習も行う。)
7. ハーモニカを分解する。
→リードが互いに違いについていることと、ハーモニカの吹いたり吸ったりする演奏法(空気の流れる向き)とが対応していることに気づかせる。
8. ハーモニカと鍵盤ハーモニカを比較しながら、リードの長さや音の高低の関係を確認する。
→鍵盤ハーモニカのリードの長さが変わっていない部分があること、長さの代わりに重さが変わっていることに気づかせる。

Ⅲ. 授業実践

上記の授業の流れをもとに授業実践を行った。

(1)教員養成系大学での授業実践

①実施日時

平成 18～20 年度小学校教員免許必修科目「小学校教科内容論(理科)」のうち 45 分。

②対象者

京都教育大学教員養成課程小学校教員免許取得希望者。理科専攻以外の主として 1 回生で、高校物理 I 以上の履修者は全体の 1/4 程度である。毎年 8 クラス(1 クラス 30～36 名)を 3 年間行った。受講者は全体で H18 年度 270 名、H19 年度 224 名、H20 年度 216 名であった。

(2)中学校選択理科での授業実践

①実施日時

平成 18 年 7 月、平成 20 年 5 月理科の選択学習のうち 50 分。

②対象者

京都教育大学附属京都中学校 2～3 年生。H18 年度 38 名、H20 年度 35 名。

(3)中学校選択音楽での授業実践

①実施日時

平成 19 年 9 月音楽の選択学習のうち 50 分。

②対象者

京都教育大学附属桃山中学校 2～3 年生 18 名。

(4)中学校通常理科クラスでの授業実践



図 6. 理科 1 年生クラスでの授業風景

①実施日時

平成 20 年度 9 月理科授業通常の音学習の最後 50 分に行った。

②対象者

京都教育大学附属桃山中学校 1 年 4 クラス。それぞれ 41 名、41 名、40 名、16 名。

Ⅳ. 授業実践結果

授業の様子は中学生、大学生、クラスや学年の違いにあまりよらず同様な反応であった。

鍵盤ハーモニカがどうして鳴るかを予想させたところ、パイプを口にくわえて吹くので、内部に、管楽器やリコーダがたくさんあるイメージをもつ者がいたり、鍵盤があるのでピアノのように中に弦があると予想する者がいたり、さまざまであった。それぞれの音階に対応して、リードと呼ばれる小さな金属板がついていると考えるものは、どの実践授業でもほとんどいなかった。

少数ではあったがドライバーでねじを締めたり緩めたりしたことのない生徒や学生がいた。ねじを締めすぎてねじを折ったり、ケース(プラスチック製)のねじ山をつぶす者もいた。日常生活でのこういった体験が乏しいと考えられる。

ピンセットでリードをはじく実験は、はじめはドの位置や全音や半音を意識せず端から順にはじく者もいたが、鍵盤の位置は大学生でも覚えていて何回か試行錯誤するうちに全員できた。

ストローを使ってリードを鳴らす実験は、ストローでリードの浮いている側に向かって平行に空気をあてればいいことにすぐ気づく生徒や学生は各クラスで 1～2 割であった。側面のパイプ差し込み口にストローをあてて吹いてみたり、リードの上面や反対側から吹いてみたりする生徒や学生がいた。また正しく吹いていても鍵盤を押しながら吹くところまで考えることができなかった。そこで 5 分程度試行錯誤させてから、Ⅱで述べたように演奏法を思い出させて鍵盤を押さえながら吹かないと鳴

らないことを指示した。成功する者が出てくると、学習者同士教えあひながら全員鳴らすことができるようになった。

授業実践を行った後の大学生（710 名）のアンケート結果の一部を図 7 に示す。受講生の 9 割が分かった、面白かったと答えた。また 76%が、自分が教師になったら授業でやってみたいと答えた。「授業を受ける前に比べて物理が好きになったか」と言う問いに対し、「すごく好きになった」が 15%,「まあ好きになった」が 60%もあった。

各中学校での授業実践後に行ったアンケートの結果をまとめて図 8～10 に示す。図 8 は授業の理解度、図 9 は

興味度、図 10 は学習の効果に関する自己評価である。全体を平均するとおよそ 8 割の生徒が理解できた、面白かったと答えた。また音の分野の理解度は 8 割近くの生徒がそれまでより上がったと答えた。

1 年生普通クラスは選択理科（2・3 年生）に比べて理解度、興味度ともに高かった。当初、必修授業と選択授業の違い、クラスの人数がやや選択授業のほうが少ないことなどを考えると選択理科のほうが実践の効果があがるものと予想していたが、反対の結果となった。これは、普通クラスは通常の音学習の最後に行ったことで学習とのつながりが明確であったからだと推測される。また選択理科に比べて選択音楽のクラスのほうが理解度、興味度ともに高かった。クラスの人数が選択音楽のほうが少ないという授業形態や、調査が 1 回であるというので一概には言えないが、音楽に興味関心を持つことが理解につながることを示唆している。特に選択音楽ではおもしろくない、分からないといった否定的な感想がないのに対して、若干ではあるが選択理科や通常クラスのほうには見られた。

次に、授業を受けた中学生や大学生の主な感想を列挙する。なお、感想は原文のまま記した。

- ・理科と音楽が合わさっているところにへえーと思った。
- ・そもそも鍵盤ハーモニカの中がどうなっているかなんて考えたこともなかった。

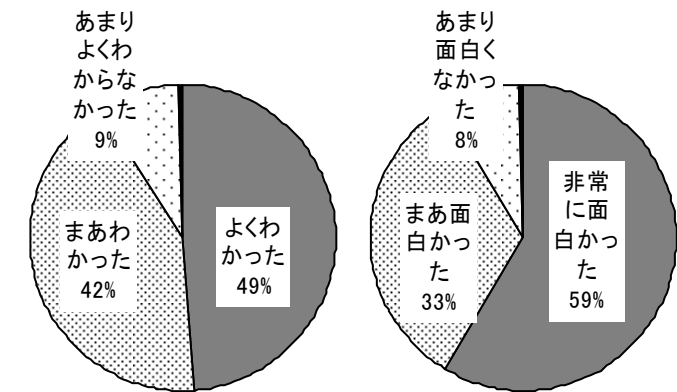


図 7. 大学生アンケート 左：理解度、右：興味度

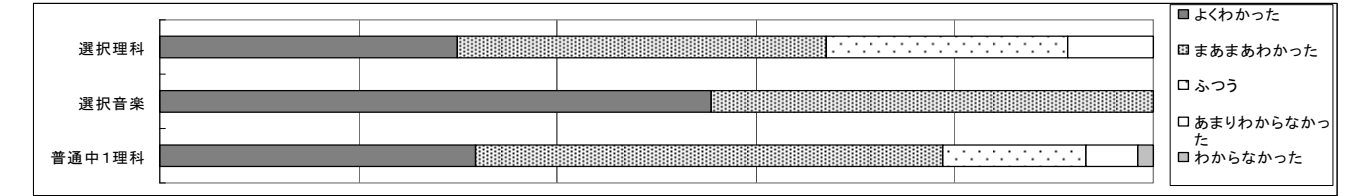


図 8 授業後アンケート「授業はわかりましたか」

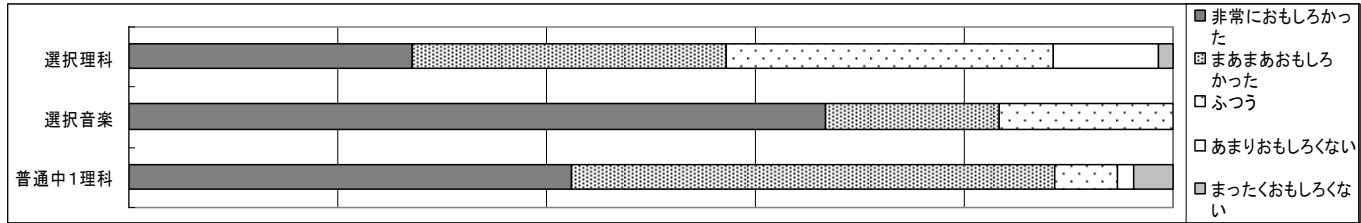


図 9 授業後アンケート「授業に興味を持ちましたか」

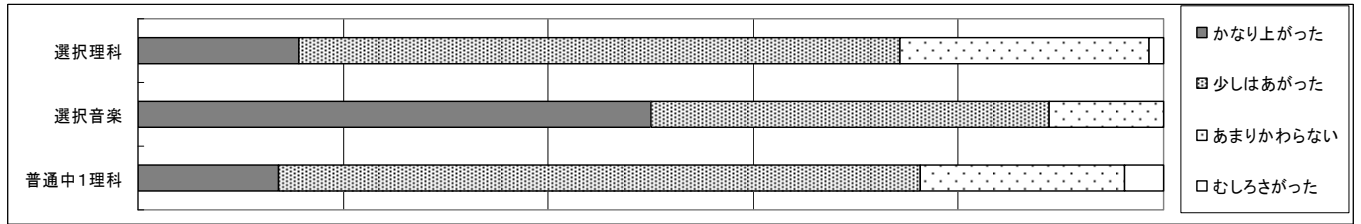


図 10 授業後アンケート「音の分野の理解度はあがりましたか」

- ・普段分解ということはできないので楽しかった。
- ・しくみを知ると面白くなった。
- ・楽器の音の出し方に興味を持った。
- ・授業では振動するということばだけだったけれど今回は何が振動しているかが知れた。

鳴るしくみを知ったことで音の理解が深まったという感想と、分解することが楽しかった、面白かったという意見が多かった。音の鳴るしくみに興味をもった感想には他の楽器のしくみも知りたくなったという意見もあった。また、生徒にとって日常的に何かを分解することはほとんどなく貴重なことを体験できてよかったという感想もあった。分解してみた感想は、意外に単純な構造をしているという意見と、結構細かいしくみだと思ったという意見と、両方あった。またこういう授業はあまり経験が無いようで「初めはただの遊びやと思っていたけど、やってみると理科だなと思った。」という意見もあった。

V. まとめ

身近な楽器を分解して、鳴るしくみを知る学習は、生徒に新鮮で興味を持たせる授業として効果があった。特に、ほとんどの生徒は「ものを分解する」という経験がなかったが、鍵盤ハーモニカはねじをはずして中身を調べていくというプロセスが容易でかつ分かりやすいので、教材として適していることが分かった。また楽器に含まれるさまざまな工夫に気づかせることができ、理科を身近なものとして実感させることに効果があった。

全体としては理科学習に興味を持たせ、かつ理科が役に立つ教科であることを実感させることができたと思われる。

この学習は、新学習指導要領の改訂の基本的な考え方として、平成 20 年 1 月の中央教育審議会答申の中で述べられている理科の改善の基本方針にも適合する⁵⁾。

①「・・・子どもたちが知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行う・・・」という点については、小学校で慣れ親しんだ楽器がどのようなしくみで鳴るのか、「そんなこと今まで考えたこともなかった」という感想が多く見られたように生徒は非常に新鮮な関心を持って取り組んでいた。

②「理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている・・・」という点では、生徒は身近な楽器の中にこのような理科の工夫が潜んでいることを実感していた。

③「科学的な思考力・表現力の育成を図る・・・」については、楽器を分解してそのしくみをいろいろ試しながら理解する学習は生徒の考える力を育てることに効果があったと思われる。

このように日常接してきたものであるがゆえに、新鮮さと意外さを持ち、理科が身近な存在であることを実感することができる。ていねいに見ていくと、さまざまな楽器の中に含まれる工夫を知ることができ、最先端科学とは違った人間の知恵に感動する。中学生でも十分しくみのわかる教材で学習効果が高い。生徒全員がすでに持っている教材という点でも学校での学習に適している。

さらに新しい音楽の中学校学習指導要領⁹⁾では、「表現と鑑賞の活動の支えとなる指導内容を共通事項として新設、音や音楽を知覚し、そのよさや特質を感じ取り、思考・判断する力の育成を一層重視すること」としている。具体的には「様々な楽器がどのような発音原理や構造上の特徴をもっているかといった点を押さえ、それらを生かすことが大切となる。」とし、楽器の原理やしくみを知る学習も位置づけられている。こういった点でも音楽と理科をもっと結びつけたこのような学習が求められている。

本研究は平成 19-20 年度科学研究費補助金（共同分担者大澤弘之、川口容子、笹野恵理子）によるものである。

（科研費課題番号 19530808）

最後に、この調査に協力していただいた京都教育大学附属桃山中学校教諭の藤原みつる先生、正田勇先生、同附属京都中学校教諭の池本博行先生ならびに被験者の京都教育大学学生のみなさん、京都教育大学附属桃山中学校ならびに附属京都中学校生徒のみなさんに感謝いたします。また教材開発の段階から多大な協力をいただいた京都教育大学職員の高木亜里子さんに厚く感謝します。

引用文献

- 1) 国立教育政策研究所:「平成 13, 15 年度小中学校教育課程実施状況調査」
- 2) 沖花彰:「理科と体育を融合した新しいカリキュラム」, 近畿の物理教育, Vol.12, pp.6-11, 2006, 日本物理教育学会近畿支部
- 沖花彰他 6 名:「中学校校における理科と体育を融合した新しいカリキュラム開発の研究」, 平成 15-16 年度 科学研究費補助金基盤研究 C(一般)研究報告書, 2005
- 3) 国立教育政策研究所:「平成 14, 17 年度高等学校教育課程実施状況調査」
- 4) 沖花彰他 3 名:「中学校における理科と音楽を融合した新しいカリキュラム開発の研究」, 平成 19-20 年度 科学研究費補助金基盤研究 C(一般)研究報告書, 2009
- 5) 文科省 HP: 中学校学習指導要領解説理科及び音楽
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chukaisetsu/index.htm

Summary

The science lesson investigating the mechanism of a Keyboard Harmonica
by disassembling it

～Developing a New Science Lesson through Music～

Akira OKIHANA

Kyoto University of Education

A science lesson using a familiar music instrument was developed and practiced in the lower secondary school. The lesson consisted of investigating the mechanism of a Keyboard Harmonica by disassembling it. This investigation of a musical instrument that most students had used regularly excited their intellectual curiosity. Noticing the scientific devices included within the Keyboard Harmonica helped students feel the benefits of the study of science for real life. Lessons in which students study the mechanism of an object by disassembling it help raise their logical thinking power. On the questionnaire given at the end of the lesson, many students reported that they were impressed by the freshness of the lesson, that the lesson was interesting, and the lesson was easy to understand.

§ 5. 終わりに

昔はものがどういう仕組みで動いているのか気になり、気になったらドライバーを片手に、中を開ける手順を探して実際開けてみたり・・・そういうことを繰り返しながら科学的な思考力を養っていったし、スキルを身につけてきた。ところが最近の子どもたちはものを分解するといった経験をしたことがほとんどない。どうやって動いているのか気になる（であろう）ものは日常いくらでも目にするのに、そういうものに不思議や疑問を抱く子どもが少なくなっている。現代の進んだ科学技術に囲まれた日常生活が子どもたちにとって理解するには難しすぎるものとなり、逆に理科離れを生んでいるのではないだろうか。

学校での学習もまた、日常生活と離れた存在になっていることは否めない。理科や物理といえば、理科室に限られた現象やことがらとらえている生徒が多いのではないだろうか？小学校で強調される「ものづくり」についても与えられたキットを組み合わせてみるだけになっていないだろうか。

本研究では、日常生活にあるものを分解してそのしくみを探ることに視点を当てた。単に中がどうなっているかを知る学習に終わるのではなく、分解しながらしくみを考え理解するプロセスを重視した。そのため分解していきながらしくみを探る学習（けん盤ハーモニカ、虫ごむ）と、分解する前にいろいろ考えさせてから分解する学習（IH 調理器、LED 電球）などそれぞれの教材にあわせた学習の流れを考えた。本研究が学校現場での改善につながればと期待する。

多くの授業実践を行ったが、実施に当たって打ち合わせからその準備やアンケート回収までたくさんの方々のお世話になった。

京都教育大学附属桃山中学校の授業実践では、理科教諭の荒木功先生と科学部のみなさんに大変お世話になりました。京都教育大学附属京都中学校の授業実践では、理科教諭の田中英美子先生と受講された3年生のみなさんに大変お世話になりました。また同校サイエンスの授業実践では、理科教諭秋月康平先生と受講された2年生及び3年生のみなさんに大変お世話になりました。京都教育大学附属高等学校 BasicScience の授業実践では、理科教諭井上嘉夫先生、林茂雄先生、赤井裕先生、実験助手の松井真由美さんならびに受講された1年生のみなさんに大変お世話になりました。平安女学院中学高等学校の授業実践では理科教諭の岩間徹先生、阿部先生、実験助手の岩崎さんならびに受講された中学2年生及び高校3年生のみなさんに大変お世話になりました。花園中学高等学校の授業実践では理科教諭の鶴田佳代先生、守田先生ならびに中学1年生及び高校1年生のみなさんに大変お世話になりました。京都府立桃山高等学校の授業では理科教諭の山口道明先生と SSH クラスの3年生のみなさんに大変お世話になりました。金沢大学附属高等学校の授業実践では理科教諭の渡会兼也先生と受講された高校2年生のみなさんに大変お世話になりました。

また京都教育大学物理学や小学校教科内容論理科の授業実践では補助協力いただいた理科領域専攻4回生のみなさんに感謝します。最後にこのプロジェクトのさまざまな教材の開発と試行にいたるまで多くのご協力をいただいた高木亜里子氏に厚く感謝します。

平成 21-23 年度科学研究費補助金 課題番号 21530929