

中学校理科「静電気」の学習における 問題発見の活動を促す学習指導の工夫

——「電流」の学習とのつながりを重視して——

稲城市立稲城第四中学校 加瀬 義行

「静電気」の学習において生徒が疑問やこだわりをもって主体的に探究活動に取り組み、その過程において「電流」の学習にかかわる問題発見を促すための指導法の在り方を明らかにすることをねらいとして、教材の開発や指導法の工夫を図った。

1 主題設定の理由と研究のねらい

今日の中学校理科では、生徒が学習内容を日常生活にかかわる自分の問題として考える場面が少なく、どうしても教師が問題を与えて、知識を教え込む場面が多くなりがちである。その結果生徒は、与えられた課題をやりこなすことや、結果を覚えることのみを重視するようになってしまう。

特に「電流」の学習では、電気は我々人間の生活にとって重要なものとして誰もが日常身近に利用しているにもかかわらず、生徒は学習内容を身近なものとは感じていない。そして学習後もこの単元を嫌いとしている生徒が多いという課題をかかえている。

そこで、生徒に日常生活に関連付けて、電気にかかわる事物・現象の中から自ら問題を見付け、その問題について見通しや目的意識をもって取り組み解決していく力をつけていきたい。そして、自ら見いだした問題について自らが努力を続けることによって解決したときの喜びを味わい、自分のもっている能力に気付きそれを高め、発揮していける生徒を育てていきたいと考えている。

本研究では、生徒が日常生活に関連付けて、電気にかかわる事物・現象の中から自ら問題を発見することができるようにするために、問題発見の糸口として、生徒が疑問やこだわりをもつことができる自然の事物・現象を位置づける上で、静電気と電流の関係に着目することにした。静電気は、生徒にとって身近な事象であり、電流の学習につながる疑問やこだわりを生徒が活動を通してもつようにするために適した単元であると考えられる。

従来、静電気の学習は「力」の単元で扱われていたが、生徒の主体的な探究活動を伴ったり、電流と結びつける学習指導はあまり行われていなか

った。また、新学習指導要領では静電気の学習は「電流」の単元で扱われるようになり、「静電気」の学習と「電流」の学習とのつながりがより重要なものになったと考えられる。

そこで、「静電気」の学習において、生徒が疑問やこだわりをもって主体的に探究活動に取り組み、その過程において「電流」の学習にかかわる問題発見を促すための教材と指導法を工夫することを、本研究のねらいとして主題を設定し、研究に取り組んだ。

2 研究の方法

研究のねらいを達成するために、次のような手順で研究を行った。

(1) 基礎研究

①文献研究・先行研究調査

生徒の主体的な探究活動を促すために重要な要因や、「電流」と「静電気」の学習の関連について探るために各種文献、先行研究を調べた。

②調査研究

「静電気」の学習の実態と、「静電気」の学習にかかわる教材についての教師の考えを把握するために、理科担当教員にアンケート調査を実施した。

生徒の電気にかかわる事象への興味・関心や、静電気についての認識などを把握するために、各学年の生徒にアンケート調査を実施した。

(2) 研究仮説

基礎研究をもとに研究仮説を設定した。

「静電気」の学習において、多様な観察・実験ができる場を設定し、生徒が主体的な活動を通して静電気の性質や働きを見いだすことができるようにすれば、生徒は「電流」の学習にかかわる問題を発見することができる。

(3) 教材研究

研究仮説をもとに、1つのねらいに対してなるべく多くの観察・実験を用意して生徒が選択しながら取り組めるように教材の開発にあたった。

(4) 授業研究

①指導計画の作成

開発した教材を取り入れた指導計画を作成した。

②検証授業

作成した指導計画をもとに1年生を対象に検証授業を実施した。

③検証授業の分析

開発した教材および計画した指導法が有効であるかどうかを検証するために授業記録、生徒記録用紙、生徒アンケート調査(検証授業前、検証授業後)、生徒感想文などの分析を行った。

(5) 研究のまとめ

研究の成果を整理し、今後の課題を検討した。

3 研究の内容と結果および考察

(1) 基礎研究

①文献研究・先行研究調査

文献研究・先行研究調査から分かったことを以下に述べる。

教育課程審議会の答申で、これまでの知識を一方的に教え込むことになりがちであった教育を、自ら学び自ら考える力の育成を目指した教育に変えていく必要性が述べられ、理科教育については、「問題解決的な活動や体験的な活動を重視する方向で改善を図っていく必要がある。」と提言されている。特に、中学校理科の改善については、身近な自然の事物・現象について生徒が自ら問題を見だし、その解決のために観察や実験の方法を工夫するなどの探究的活動を重視することが述べられている。

また、今回の学習指導要領の改訂においては、生徒が目的意識をもって観察、実験に取り組むことや、授業で学習したことを日常生活と関連付けて考えることなどによって、科学的な見方や考え方を育成することを重視している。

都立教育研究所(現在の都教職員研修センター)の基礎研究より、生徒が見通しや目的意識をもって主体的に探究活動に取り組むためには、問題発見の場面設定の工夫が重要であることが述べ

られている。更に、問題発見の場面設定においては、生徒が主体的に自然の事象とかかわり、学習する対象となる事象に今までの学習を通して、既にもっている概念と一致したり食い違ったりしている部分を認識することによって、対象への疑問やこだわりをもつことができるようにすることが大切であると述べられている。

また、「電流」をキーワードにして検索した先行研究74件について調査をしたところ、「電流」に関する先行研究は、回路を流れる電流などのモデル化、学習内容の個別化、実験装置の簡易化など非常に多くの研究がされているものの、静電気に関するものは少なく、静電気と電流との関連についてはあまり研究されていない。その一方で、市販の実験集などの資料には生徒が興味をもちやすい静電気の性質を利用した実験が紹介されており、工夫次第で教材化できるものがある。

以上より、「静電気」の学習において、生徒が学習する対象に疑問やこだわりをもつことができるようにするためには、今まで認識していなかった事象に気付くような教材の開発や指導法の工夫について研究を進める必要があると考える。さらにこの研究は、生徒が電流にかかわる学習と日常生活にかかわる事象とを関連付けて考え、主体的に探究活動に取り組むことができるようにするために有効であるのではないかと考える。

②調査研究

まず、都内公立中学校20校の理科担当教諭48名を対象にした実態調査結果の考察を以下に述べる。

中学校における「静電気」の学習の実態について、生徒実験が行われている割合は56%で、実験器具、装置もあまり用意されていない。

そして静電気は、生徒にとって身近で興味・関心をもちやすい教材であるものの実験内容が豊富ではなく、生徒の探究的な活動は取り入れにくいと考えている教員が多い。また、静電気と電流とを結びつけて学習することは難しいと考えられていて、「電流」単元の導入として有効であるという考えは少ない。

次に、都内公立中学校2校の生徒428名(1年生172名、2年生132名、3年生124名)を対象にした実態調査結果の考察を以下に述べる。

中学校理科「電流」単位について、学習前の1、

2年生は「電流」の学習を生活に役立つものとして楽しみにしている生徒が多いが、学習後の3年生は「電流」の学習を生活に役立つ、好きな内容であると考えている生徒は少ない。生徒は学習内容が身近であると感じているものほど、学習後にその学習が自分に役立っていると考えており、学習後の3年生は「電流」の学習内容をあまり身近とは考えていないことが理由の1つであると考えられる。

生徒は自らが作製したり、体感したりすることのできる教材に興味を示している。また、電気に関係のあるものや出来事においては、家電製品など人工的なものよりも雷や静電気などの自然現象について調べてみたいと考えている。

静電気に関する事象は、多くの生徒が日常生活の中で経験していて身近なものと感じており、調べてみたいと考えている生徒も多く、興味、関心の高い教材である。しかし、静電気のイメージとしてはさわるとビリッとするものと考えていながら、静電気を電流と結びつけて考えることができない生徒が約35%見られる。また、静電気の性質についても、ものを引きつけることはできるが遠ざけることはできないと考えている生徒が約90%見られ、集めてためたり豆電球をつけることなどはできないと考えている生徒も約65%見られ、正しい認識があまりされていない。そして、この認識に関しては学年間でほとんど変化が見られず、あまり学習が定着していないと考えられる。

(2) 研究仮説

「静電気」の学習において、多様な観察・実験ができる場を設定し、生徒が主体的な活動を通して静電気の性質や働きを見いだすことができるようにすれば、生徒は「電流」の学習にかかわる問題を発見することができる。

(3) 教材研究

研究仮説をもとに、多様な観察・実験を用意して生徒が選択しながら取り組めるように教材の開発にあたった。なお、次のような点を重視した。

- ・生徒が、活動の中で様々な工夫を加えることができる。
- ・生徒が自ら作製したり、身体を使ったりしながら活動の面白さを感じることができる。
- ・操作が分かりやすく、生徒が諸感覚を使って調べることができる。

- ・起きている現象が、周囲からも見やすく自分の実験の参考にできる。

- ・安価で簡単に準備でき、生徒が安全に使用できる。

そして、次のような教材の開発および活用の工夫をした。

①静電気を発生させることのできるもの

- ・塩化ビニール製の円板を手回して回転させ、円板に布などを押し当てることによって簡単に静電気を発生させることができるようにした。
- ・テレビ画面や空き缶などを用いて、物をこすり合わせる以外の方法で静電気を発生させることができるようにした。

②静電気をためることができもの

- ・フィルムケースなどの内側と外側にアルミホイルを貼ったコンデンサを、生徒が数種類の材料の中から選んで自作し、そのコンデンサに簡単に静電気をためることができるようにした。

③発生した静電気の正負が調べられるもの

- ・電解効果トランジスタ(FET)を用いた装置を作製し、発生した静電気の正負によって電圧計の針が左右に振れるようにした。
- ・2種類の小型発泡スチロール球(ビーズ状)を正または負にそれぞれ帯電させて、発生した静電気の正負によって反対の反応(近づく、遠ざかる)をするようにした。

④静電気の引力や反発力によって物体を動かすことができるもの

- ・机上に立てた鉛筆やストローに、静電気が発生した別のストローを近づけると、立てた鉛筆やストローの倒れる方向から静電気の引力や反発力について調べられるようにした。
- ・電気振り子を様々な材料で簡単に調べることができるようにした。
- ・しゃぼん玉に帯電させることのできる装置を作製し、帯電したしゃぼん玉を静電気によって動かすことができるようにした。
- ・静電気モーター、ムーアのモーターなどを導線を用いずに、生徒が自作したコンデンサで作動できるようにした。
- ・ムーアのモーターを改良して物体が直線上に動くようにした。

⑤静電気で電気器具を作動できるもの

- ・発光ダイオード、ネオン管、検流計などを生徒

が自作したコンデンサで作動できるようにした。

- ・誘導コイルの2次側に静電気を放電させて1次側に整流ダイオードとコンデンサを用いた回路によって、豆電球やモーターなどを作動できるようにした。

⑥静電高圧発生装置を利用したもの

- ・博物館などで生徒が興味を示しているバンデグラフ型静電高圧発生装置を利用して、生徒の興味・関心を高めるようにした。

(4) 授業研究

①学習指導計画

「静電気」について生徒が主体的に探究活動に取り組み、その過程における生徒の発見、気づきが「電流」の学習につながるようにするために、次のような3つの段階を設定した指導計画(計5時間)を作成した。

第一段階 「静電気を発生させよう」

静電気を発生させる観察・実験により、静電気についてのイメージや疑問をもてるようにする。(1時間)

1時間目「いろいろな方法で静電気を発生させよう」

本時のねらい

静電気を発生させる観察・実験により、静電気についてのイメージや疑問をもてるようにする。

学習内容

- ・用意された様々な材料、道具を用いて多様な方法で静電気を発生させる。
- ・静電気が発生したかどうかを用意された材料、道具を用いて、または自分なりに考えた方法で確かめながら、静電気にはどのような性質があるかを自由に記録する。

教師の支援

- ・多様な材料、道具を用意して、生徒自身が実験方法を選択できるようにする。
- ・小さなことでも気付いたことは記録していくように声をかけていく。

第二段階 「静電気の性質を調べよう」

静電気の性質を調べる観察・実験により、静電気の性質を見付けるとともに、静電気についてのイメージや疑問を深めることができるようにする。(3時間)

2時間目「静電気の性質を調べよう」

本時のねらい

静電気の性質には引力や反発力があることをとらえる。

学習内容

- ・静電気の引力や反発力を調べる観察・実験中から選択した活動に取り組む。

教師の支援

- ・引力や反発力を調べるための材料を多様に用意する。
- ・引力についてのみ調べているグループには、必要に応じて反発力が働く事象が見られる材料を使用してみるように声をかける。

3時間目「静電気をためよう」

本時のねらい

静電気は集めてためることができ、それによって静電気の働きを大きくすることができることに気付く。

学習内容

- ・用意された材料を用いて、6種類の中から選択したコンデンサを自作する。
- ・自作したコンデンサに静電気をためて導線を用いて放電させることによってコンデンサの性能をチェックする。

教師の支援

- ・コンデンサを作製するための材料を多様に用意する。
- ・自作したコンデンサに自由に名前をつけて親しみをもてるようにする。
- ・手でさわって放電させる場合には十分な安全指導をする。

4時間目「ためた静電気を利用していろいろなものを動かしてみよう」

本時のねらい

静電気の性質についての気づきや、

静電気についてのイメージや疑問を深める。

学習内容

- ・ ためた静電気の引力や反発力で物体を動かす実験の中から、選択したものに取り組む。

教師の支援

- ・ 多様な実験を用意するとともに、1つの実験でも材料の種類や大きさなどをいろいろと変えて調べられるようにする。
- ・ 引力や反発力以外にも気付いたこと、不思議に思ったことを記録できるようにする。

第三段階「静電気と電流の関係を調べよう」

静電気の利用についての観察・実験により、これまでもっていた静電気についてのイメージや疑問を、「電流」の学習にかかわる問題に発展させることができるようにする。

(1時間)

5時間目「静電気で豆電球を点灯させてみよう」

本時のねらい

静電気の利用についての観察・実験により、これまでもっていた静電気についてのイメージや疑問を、「電流」の学習にかかわる問題に発展させることができるようにする。

学習内容

- ・ 静電気を利用して豆電球、モーターなどを作動させる。
- ・ 静電気が流れたものと、乾電池から流れた電流との関係について考える。

教師の支援

- ・ 静電気で豆電球が点灯したりモーターが動いたりするよう実験を支援する。
- ・ 比較できるように乾電池を用意しておく。
- ・ 電気器具が作動したグループには、静電気と乾電池から流れる電流との共通点や相違点について考えられるように問いかけていく。

②検証授業

作成した学習指導計画をもとに、都内公立中学校第1学年3学級(96名)を対象に、各学級5時間計15時間の検証授業を実施した。

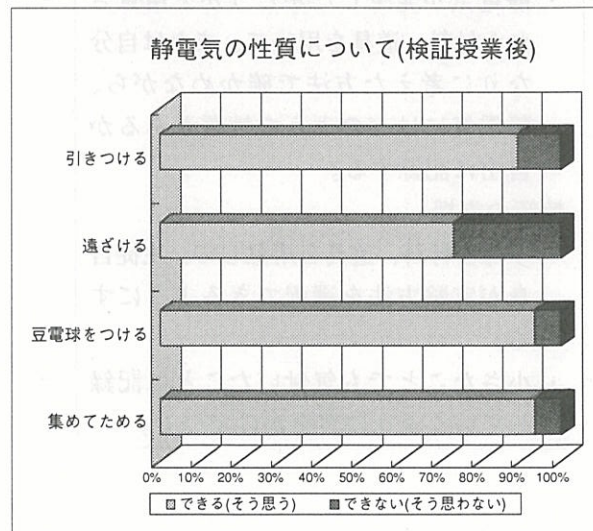
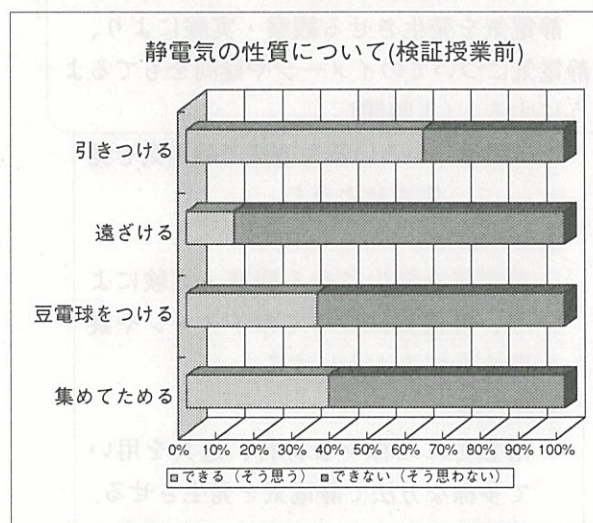
③検証授業の分析

検証授業後に生徒実態調査、生徒感想文などの分析を行った結果、検証授業前と比べて授業後に見られた生徒の変容について以下のことが分かった。

- ア、静電気の性質に気付いた生徒が増加した。
- イ、静電気と電流とは関係があることに気付いた生徒が増加した。
- ウ、「電流」の学習で調べてみたい課題をもった生徒が増加した。
- エ、理科の学習への関心や意欲的な活動が高まった。

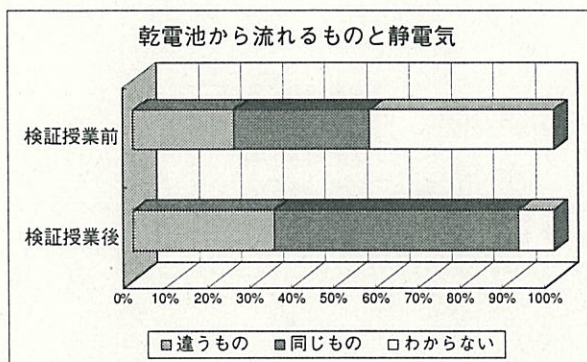
アについて

アンケート調査の結果、下のグラフのように静電気の性質に気付いた生徒が増加した。



イについて

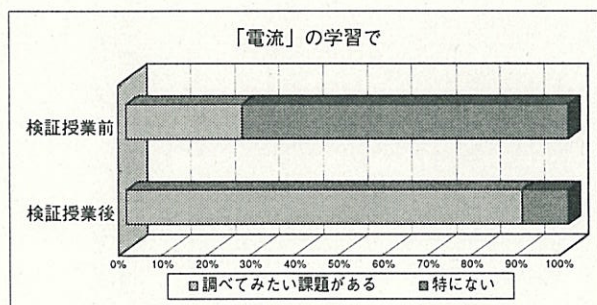
アンケート調査の結果、下のグラフのように静電気と電流とを関係付けて比較することのできる生徒が増加した。またアについてのグラフから授業後に静電気の電氣的な性質に気付いた生徒が増加した。



ウについて

アンケート調査の結果、下のグラフのように「電流」の学習で調べてみたい課題をもった生徒が増加した。また、授業前の調査で課題をもっていた生徒も授業後にはより具体的な課題をもつようになった。

エについて



授業後の生徒の自由記述による感想について分析を行った結果、授業に関する肯定的な内容の記述が95.7%の生徒から見られ、その中に(今までそうではなかったものが)楽しくなった、好きになったという内容の記述が20.4%の生徒から見られるなど、理科の学習への関心や意欲が高まった。

4 研究のまとめ

(1) 研究仮説の検証

検証授業の分析から、授業後に「電流」の学習で調べてみたい課題をもった生徒が増加したことより、「電流」の学習にかかわる問題を生徒が発見することができたと考えられる。また、具体的な課題をもつことができなかった生徒に関しても、授業後には静電気について「＋がある。モーターを動かすことができる。」など静電気と電流とを関係付けた見方ができるようになっている。静電気と電流とを関係付けて考えることによりそれぞれの量的な違い（電流の大きさの概念）や、質的な違い（電圧の概念）を考えることができるため、この生徒の変容は「電流」の学習にかかわる問題を発見する素地を培ったと考えられる。

(2) 研究の成果

本研究では、生徒が日常生活に関連付けて電気にかかわる事物・現象の中から自ら問題を発見し、その問題について探究的に調べていくことができるようにするための糸口として、「静電気」の学習において生徒の「電流」の学習にかかわる問題発見の活動を促すための学習指導の在り方を明らかにすることを目指した。

そして、「静電気」の学習において、多様な観察・実験ができる場を設定し、生徒が主体的な活動を通して静電気の働きを見いだすことができるように、1つのねらいに対して複数の教材の中から生徒が自由に選択しながら取り組めるように教材の開発と学習指導の工夫を図ることは、生徒の学習意欲を高めるとともに、「電流」の学習にかかわる問題発見を促すために有効であることが本研究から分かった。

5 今後の課題

「静電気」の学習で生徒が見いだした「電流」の学習にかかわる問題をもとに、生徒が主体的に電流について探究的に調べていくための学習指導計画を作成し、学習後の生徒の変容を検証していく必要がある。

生活とのかかわりを重視した「光」の指導法の工夫

八王子市立中山中学校 渡 辺 恭 秀

生徒が単に規則性を教わるのではなく、自らの力で性質や法則を発見する面白さを体験し、また日常生活とのかかわりを重視することで、学んだ知識と日常生活を結びつけて考えることができるようにし、生徒が探究する楽しさを知り、自然を総合的に見ることができるように指導法を工夫した。

1 主題設定の理由

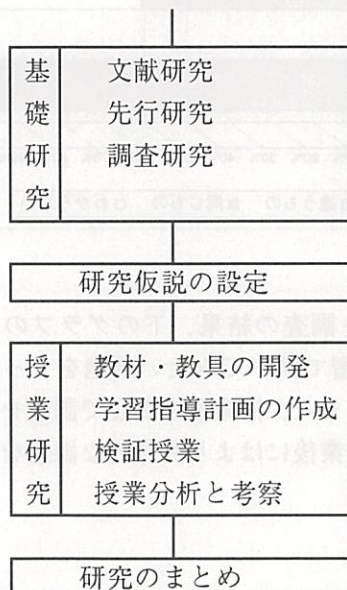
平成8年度に東京都教育研究員になった際、「光」の学習について研究することになった。この研究を通して、「どのようにしたら光の性質や法則が分かりやすく理解してもらえるか」を考え、取り組み、一定の成果はあった。しかし、光の基本的な性質や法則をわかりやすく学べるようにすることはできても、「それらが身の回りでどのように生かされているのか」というような、日常生活に見られるさまざまな光にかかわる事物・現象に結びつけて考えられるようにすることは難しい。学んだ知識と日常生活を結びつけて考えることができることは、生徒が学ぶことの意義を感じたり、自然を総合的に見ることができるようにするために重要であると考え、取り組むこととした。

2 研究のねらい

本研究では、「生活とのかかわりを重視すること」を「自ら発見した光の性質や法則をもとに、日常生活にかかわる光の事象から問題を見出し、主体的に調べる能力と態度を育てること」ととらえ、指導法を工夫することをねらいとした。授業を「導入」「基本学習」「発展学習」の3つの段階に分け、従来の学習内容は、「導入」「基本学習」で行い、生徒が試行錯誤しながら自ら規則性を発見する過程を重視した授業を展開した。また、「光についての課題を日常生活の中から見つける場」として「発展学習」を設け、学習したことが日常生活にどのようにかかわっているかを具体的な事象を通して探究する場面を設定した。

3 研究の方法

研究主題



4 研究の内容

(1) 基礎研究

① 文献研究

科学的な概念の形成には生徒が日常生活を通して得た認識をもとに学習指導を進める必要がある。

③ 先行研究

これまでの光源やレンズなどの開発事例には探究活動に適したものがあるが、専門知識や特殊な工具がないと作れないものが多い。

④ 調査研究

生徒の光の学習におけるつまずきや教師が学習指導をする上での問題点について質問紙法と面接法により調査した。その結果、次に示すようなことがわかった。

《調査研究からわかったこと》

- ア 「凸レンズと像」の単元について、生徒も教師も共通して難しいと感じていること。
- イ 操作そのものは難しくないが決められた

内容を決められた通り行う実験が多いため、興味が持てなかったり、同じ現象でも実験と違った形で質問するとつまずく生徒が多いこと。

ウ 実験から得られる結果の意味を理解しにくい生徒が多いこと。

以上の基礎研究により、この単元の学習は、凸レンズにかかわる指導に重点を置きながら、生徒が試行錯誤して自ら規則性を発見する過程を重視すること、また、学習したことが日常生活にどのようにかかわっているかを具体的な事象を通して体験することが必要であると考えた。

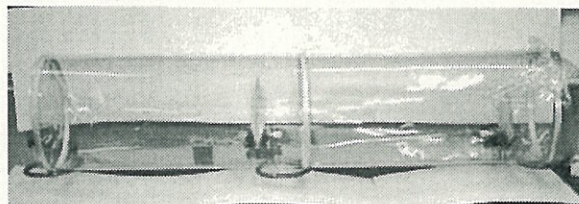
(2) 研究仮説の設定

基礎研究を踏まえ、次のように研究仮説を設定した。

生徒が基本的な光の性質や法則を自ら見つけるようにし、光についての課題を日常生活の中から見つける場を設定すれば、生徒は日常生活にかかわる光の事象について意欲的に調べることができるだろう。

(3) 教材・教具の開発

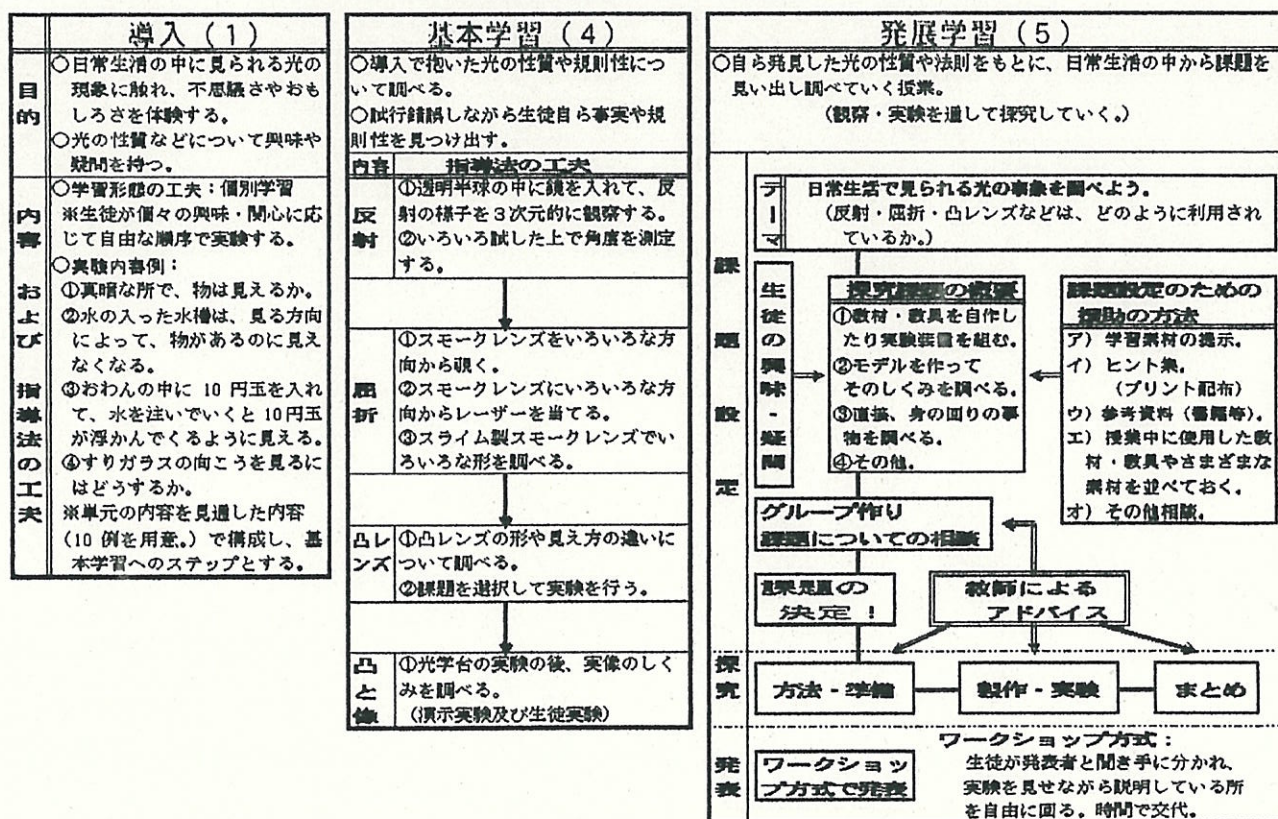
大型 光の道筋観察器：「光」の学習を進める上で、「凸レンズと像」の項目が生徒も教師も共通して難しいと感じていることが、調査研究より分かった。その理由として「実像のしくみが生徒にはわかりにくいから」「作図の目的が生徒にはわかりにくいから」が大変多かった。この問題の対策として凸レンズの前後で光がどのように進んでいるか、また実像ができるしくみを観察できる装置で、演示できるように大型にした。



(4) 授業研究

授業を「導入」「基本学習」「発展学習」の3つの段階に分け、「発展学習」を研究仮説にある「光についての課題を日常生活の中から見つける場」とし、学習指導計画を下ののようにまとめ、研究仮説に基づき検証授業を行った。

学習指導計画と指導法の工夫

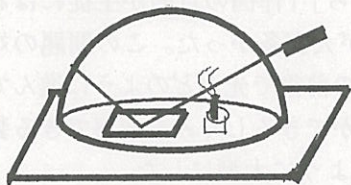


《基本学習》：導入で抱いた疑問をもとに、光の性質や規則性を試行錯誤しながら生徒自ら見つけ出す。

反射の授業の様子

実験 1・2（直進性・反射）

使用した教材・教具



- ・透明半球
- ・レーザーポインタ
- ・線香
- ・線香立て
- ・鏡
- ・分度器

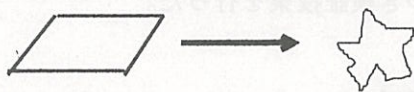
※直進性と共に、立体的に反射を確認することができる。自由に角度を変えながら測定でき、分度器を立てると角度の測定もできる。

実験 3（追加実験：乱反射）

実験の内容

※表面の様子によって、反射の仕方がどう変わるかを調べる。

初めの折り目のないアルミホイルは、鏡と同じように反射する。しだいにしわくちゃにすると乱反射する。



生徒の活動の様子

【実験 2 の場面】

T：教師
S：観察対象生徒

S：「いくぜ！」「先生、鏡が入らないよ。」
（鏡を上下に2枚置いて実験をしはじめた。）
S：「ほら、こうすればWになる！」
「見てよほら、W！」
（次に2つのレーザーを使って試す。）

※しばらくして....

T：「さて、どんな風になった？」
S：「はねかえる！ W、こう入ってこう！」
他：「Vのようになった！」「角度が等しい！」
T：「うん、角度に規則性があるかな？ 実際に分度器で確認してごらん？」

S：「分度器持って来いよな！」
（班員が取りに行く。）

S：「先生、先生！」
（紙に書いて質問してくる。）

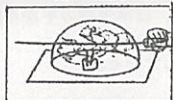
S：「こうならこうで、同じじゃない？」
「絶対に真ん中の線を中心に、こうなっているんだよ！」

※しばらくして....

T：「実験をやめて。」「さて、どうなった？」
S：「はい、はい、はい」（進んで手を上げて）
「真ん中に線を入れると、対称になった！」
他：「入る角度と、出る角度が同じ！」

生徒の記録の様子

《直進性》



⇒ 透明半球に鏡を入れて、光の道筋を確認しよう。

わかったこと、気づいたこと、上達したこと、
思いつくまま、よりレーザーの道筋が
よくわかる。

《乱反射》



⇒ アルミホイルに光をあてたとき、表面の様子によって
どんな違いがみられるか？

わかったこと、気づいたこと、上達したこと。
アルミホイルの表面に光をあてると、
Vの字になって、くしゃくしゃにしたアルミホイル
に光をあてたら、いろいろな方向に光が
はねかえった。＝ 乱反射。

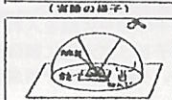
《反射》



⇒ ① 鏡に光をあてたとき、光はどんな面に返るか？
（いろいろな方向から光をあててみよう。）

わかったこと、気づいたこと、上達したこと。

鏡にあてたのはわかっている Vの字に
はねかえった。② ③ ④ はねかえった角度が
左右同じだった。
（入る角度、出る角度が同じ）



⇒ ② 鏡に光をあてたとき、光はどんな面に返るか？
（いろいろな方向から光をあててみよう。）

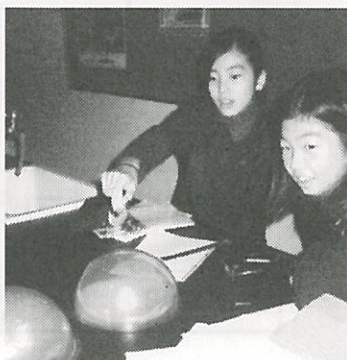
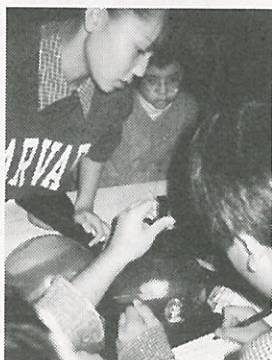
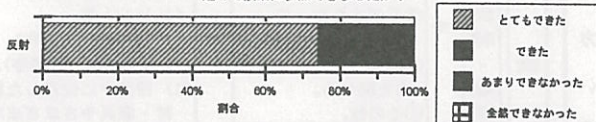
わかったこと、気づいたこと、上達したこと。

③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

《反射の授業の感想・疑問》

- 光の道筋がとってもすごかった。
- 表面がでこぼこの時に、光を当てると乱反射するのを見て、すごく面白かった。反射はきれいにVの字になっていて、おもしろかった。
- しわくちゃだと反射するのがふつうとは違うなんて不思議だと思う。
- 光の反射のことがよく分かりました。
- おもしろかった。感動しまくった。とても楽しかった。光は不思議だと思った。
- レーザー光線を使えば、他の謎も解けるのだろうか。
- アルミホイルをぐちゃぐちゃにして光をあてたら、赤いのが飛び散った。どうやってどの方向に飛び散ったのかな？
- レーザーを合わせ鏡に入れると、ずっと反射し続けるのか。

進んで授業に参加できましたか？



《発展学習》：自ら発見した光の性質や法則をもとに、日常生活の中から課題を見出し調べていく。

課題設定の授業の様子 《12 班の課題設定》

(授業記録等を参考にして。)

S さんの授業の様子

授業内容	項目	S さんの授業の様子 (疑問・感想・観察)
導入	疑問	○丸底フラスコに入れたビー玉はなぜ半分しか見えないのか。
	観察	○水槽の底。 ○レーザーに興味。 ○光の道筋の実験で発見。
反射	疑問	○なぜ光は反射するのか。
	感想	○練習がけむかった。
屈折	疑問	○スモークレンズの中で、なぜ反射するのか。
	感想	○形を作るのは大変だったけど、いろいろ分かった。
	観察	○スライムに熱中。
凸レンズ	疑問	○逆さになったから、もう一つレンズを置けばなおるかなと思ったが、そうならなかったこと。
	感想	○レンズの実験は面白かった。
	観察	○メガネの形と見え方に興味。 ○凸レンズで景色が反に映り、しかも逆さまに映ったことに感動。 ○時計皿に水を入れ、レンズを作る。
凸と像	疑問	○凸レンズは分かったが、凹レンズはどうだろう。
	感想	○面白かった。
	観察	○展示のスライムレンズに興味。 ○凸レンズの光の進み方を理解。

参考図書

- 児童生徒向けの実験書
- 科学番組の本
- 教師向け実験書
- 科学の読み物
- 児童生徒向けの工作書
- その他

教師のアドバイス

- 実験の見通し。
- 装置の作り方。
- 工具の調整。
- 工具の使い方。
- 安全性。
- 費用。



テーマ
日常生活で見られる光の事象を調べよう。
(反射・屈折・凸レンズなどは、どのように利用されているか。)

グループ決定

相談開始！

S：「先生、2つやってもいいの？」
S：「これをやりながら、次にこれをやろう。」
(①レンズの厚さによって…と②凹凸レンズの違い…の2つに決める。)

課題の仮決定！

準備・方法の相談

S：「準備するものは…」
S：「先生、これどうやって作るの？」
→ 凹レンズの作り方を聞く。
S：「先生、時計皿の厚さはどれくらい？」
○時計皿をいろいろ手にとる。
S：「厚さが違えばレンズが違うの？」
○大小2つの時計皿を合わせ、Tの所へ行く。
S：「先生、大きさが違えば、屈折は違うの？」
S：「先生、同じ大きさでも(厚さが違うと屈折の仕方も)違うの？」
S：「ここにプラスチックの型を入れて、ゴムで止めればできる。オレってえらくない!？」とMに説明する。
S：「いくつか並べておいて、人が見ているところでどんどん光を当てる。」
R：「そうだね。」…と、話がはずむ。
S：「先生、ああいうの作りたいの。」と、演示実験用の光の道筋観察器を指さす。
T：「さてどんなことをやるのかな？」
S：「レンズの厚さを変えて、光の進み方を見る!」

実験の見通しが立ち、
課題、本決定！

R さんの授業の様子

授業内容	項目	R さんの授業の様子 (疑問・感想)
導入	疑問	○水槽の実験で、AとCが見えなかったこと。 ○すりガラスの実験でセロテープを貼った見え方。
	感想	○いろいろな実験ができてとても面白かった。
反射	感想	○たのしかった一言。
屈折	疑問	○形によって屈折がいろいろ変わること。
	感想	○すごく楽しかった。またやりたいと思った。
凸レンズ	疑問	○凸レンズを半分離すと、なぜずくなるのか。
	感想	○凸レンズは不思議だと思った。
凸と像	疑問	○(凸レンズで、)なぜ光は真じとこるに行くのか。
	感想	○今日の実験はやりがいがあった。 ○とても楽しかった。

ヒント集

- ①授業の中から出てきた疑問のうち、これなら解決できる!
- ②こういうモデルなら作れる。
- ③身の回りにある光の事象で、こういうことなら調べることができる!
- ④その他。
こういうことをすると、どうなると思う?

さまざまな素材

- 基本的に理科室にあるものなら、何を使ってもかまわない!

授業で使った教材・教具

- 授業で生徒が見たり、使用したものをすべて並べて置いた。



2 班 リモコン、送信のゆくえ

【概要】

- テレビやステレオのリモコンも、光の性質通りに反射していくのかを調べる。
- レーザー光線を鏡で反射させて、ステレオの受光部に当たるように調節する。
- 次にリモコンをレーザーに重なるようにセットして、ステレオのON/OFFができるかを調べる。レーザー光線が受光部に当たらない時は、どうなるか。

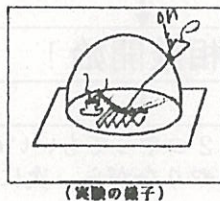


【授業の様子】

『反射』の授業の様子

《感想》

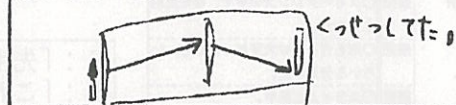
- “レーザー”、面白かったです。私は、えーっと....もっというろいろな実験がやりたいです。



(実験の様子)

『凸レンズと像』の授業の様子

わかったこと、気づいたこと。



【課題設定の過程と探究の様子】

生徒の思い

『先生が参考としてくれた、プリントには載っていない実験がやりたかった。』



仮説

『それなら、レーザー光線と同じようにリモコンの光も進むだろうか。』

教師のアドバイス

『リモコンも直接目では見えないがビデオカメラを使うと、光が出ているのが見えるよ!』



課題の決定! リモコン、送信のゆくえ

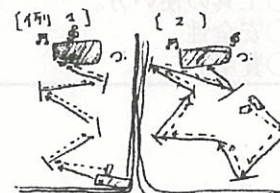
実験準備

ビデオカメラ、鏡、レーザーポインタ、ステレオ & リモコン、暗幕、ついたて、イス、その他。

実験方法

- 鏡を置いて、うまく調節して、レーザーをステレオの受光部に当てる。
- レーザーと同じ所にリモコンを置いて、スイッチをつけてみる。
- ステレオがつき、音楽が流れるか?

《生徒の計画書の見取り図》



1-4-1. 時計の針を動かして、その動きをビデオカメラで撮る。

《実験結果》

鏡で反射しても、リモコンは、送信を実行し、ステレオがついた。

実験の様子

- 鏡を5~6枚を使って行うつもりでいて、放課後も残って調節していたが、リモコンの出力の関係か、または、鏡の大きさの関係で、1枚の時はうまくいったが、たくさんの鏡を使った実験はうまくいかなかった。
- しかし、電源がついた時は感動していた。

実験を終えての感想

- この実験は、とてもやりがいがあって、すごく楽しかったです。結果も予想通りでよかったです。
- 私は理科が好きじゃないので、ずーっとつまんなかったけど、発展学習は自分でいろいろやっていくのが楽しかった。前より少し理科が好きになったと思う。また発展学習みたいなことをしたい。

5 検証授業の結果と考察

(1) 導入：10種類の実験を用意し、自分の興味・関心に応じて自由な順序で回れるようにした。その結果、全員の生徒が意欲的に活動できた。

(2) 基本学習：開発した教材を含め、一つの規則性を見つけるのに一つの方法から結論を導くのではなく複数の方法を示した。その結果、生徒は多様な実験に取り組みながら、自ら規則性を見つけていた。

(3) 発展学習：身近な素材や資料集を多数用意し、主体的に実験に取り組めるようにした。生徒は自分たちで思い思いに課題を設定し、解決方法を工夫しながら取り組んでいた。生徒が疑問を解決する場面はグループごとに違うが、製作・実験中が最も多かった。

(4) 授業全体を通じて：生徒が単に規則性を教わるのではなく、自らの力で発見する面白さを体験すること、さらにその規則性がどう生かされているか調べたり、自らの疑問を解決する「発展学習」を設けることは、生徒が主体的に調べる能力と態度の育成に役立つことが授業記録より明らかになった。

6 生徒の感想

○導入の授業でたくさんの疑問を持ち、基本学習で新たな疑問と興味を持ちました。そして発展学習で私の知識はとても広がったように思います。先生が、「光の実験はわかりにくいと言う人が多い。」とおっしゃっていましたが、私は言われるまで気づきませんでした。とてもわかりやすい実験だったからです。最後になりましたが、楽しくて、分かりやすい実験をさせて下さった先生、ありがとうございました。また、楽しい実験を教えてください。

○発展学習は自分でいろいろやっていくのが楽しかった。前より少し理科が好きになったと思う。また、発展学習みたいなことをしたい。

○今まで理科はつまらなくてあんまり好きじゃなかったけど、今回の授業は自分で好きな、やりたいことができて、楽しかったです。みんなの発表は、いろいろなことをやっていておもしろかったです。また、こういうのができたらやりたいです。

○毎回、自分たちで実験して規則性を見つけ出

すのが楽しかったです。理科は割と好きな方だけど、実験はあまり好きではなかったので、今回の基本学習は少し、“あー、実験…”と思っていました。でも、始めてみるととても楽しくて、夢中になってしまいました。ふだんはない発展学習だけど、自分が不思議とか、変と思ったことを、実験でやってみることができたので、やる気も出たし、結果が出たときの達成感がとても良かったと思います。1分野はこのように、“実は楽しい実験と授業”がたくさんあるのではないかな、と思いました。

○私は自分では、凸レンズのことは小さい頃からよく触っていたので、よく知っていると思ってたけれど、実験とかやっていて、知らないことがたくさんありました。発展学習で、カメラの分解をしてみて、パノラマの構造を見たとき、「すごい、私は今、一般の人が知らないようなことを知ったんだ。」と思い、他にはないか、また、新しい発見はないかといろいろやってみました。そして、カメラのレンズは凸レンズだったということを見発見できました。少しだけ科学者になった気分でした。光が関連した不思議はまだいっぱいあるので、それらを追求したらおもしろそうです。

○先生の授業の中で、つまらないなあと思った授業はありませんでした。とても楽しく、わかりやすく、そして難しかったところでも最終的には分かっているという授業でした。特に、自分たちで課題を見つけて自分たちで解くという授業は、なぜなんだろう、どうしたらいいんだろうということで、自分で考える能力が理科の分野だけではなく、高められたと思います。この数週間で学んだことは、理科の授業はもちろん、自分で考えて解くということをよく学びました。

7 今後の課題

「日常生活とのかかわり」や「生徒が自ら規則性を発見すること」は、光の単元だけでなく、他の単元にも応用できる。生徒のさまざまな疑問や興味に対応できるように、日常生活の中からより多く教材化していくと共に、生徒が試行錯誤できるような自由度のある教材の工夫を進めていく。

「音」の学習において目的意識を持った観察、実験を通して 自然の事物・現象への理解を深める指導法の工夫

平成12年度 東京都教育研究員 理科 第1分科会

豊島区立池袋中学校 水谷 智子 文京区立本郷台中学校 宮田 健史
江東区立第二亀戸中学校 日暮 昌司 杉並区立阿佐ヶ谷中学校 梅津 稔
練馬区立開進第三中学校 竹本 義之 東久留米市立中央中学校 大野 浩史
多摩市立鶴牧中学校 北澤 邦彦

「音」をテーマにして、生徒の興味・関心を高め、目的意識をもった観察、実験を行い、技能を習得し、実験結果を得、実験の結果から考察へ、更にはその考えや結果を表すという過程を通して音についての科学的な見方や考え方を身につけるための指導方法の改善及び教材・教具の工夫。

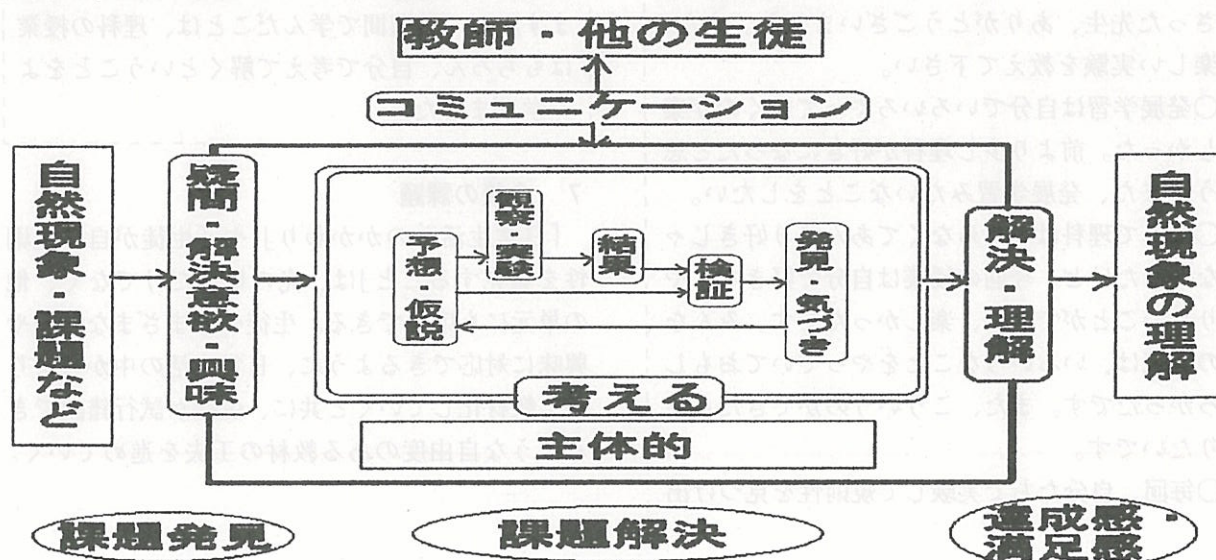
1 主題設定の理由

新学習指導要領の理科の目標には、新しく「目的意識を持って」という文言が加えられた。第一分野の目標には、観察、実験を行い、技能を修得し、結果を考察し、自らの考えを表現する能力を育てるとある。しかし、目的意識という文言自体抽象的なものであり、教師によってとらえ方が異なっている。また、現在の理科教育において、観察、実験は問題発見から実験方法の考案、結果の処理、新たな問題発見という流れが主体的に行われているとは言い難い。

私たちは「目的意識」を、「課題や疑問」を解決するために、頭を働かせ手を動かし、時には「観察、実験」をしながら「仮説」を「検証」していき、新しい「気づきや発見」をする繰り返しの流れととらえた。この流れはまわりの友達や教師との情報交換をしていくことで、独善的でなく、一般的な見方や考え方を創造するものに発展していく。「目

的意識を持った観察、実験」を進めるためには、「考える」活動とコミュニケーション活動、特に「考える」活動内の「仮説」→「観察、実験」→「結果」→「検証」→「気づき」→「新しい仮説」と繰り返されるループが何回も行われる活動が特に大切である。

私たちは、今回の研究テーマに「音」を取り上げた。音の分野の内容は、新学習指導要領において、「音についての実験を行い、音は物が振動することによって生じ空気中などを伝わることおよび音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを知ること」と示されている。しかし、「音」は日常生活の中できわめて身近であるため、かえって生徒にとって科学的に捉えにくい内容である。そこで私たちは、目的意識を持って観察、実験を行い、音に対する理解を深めるために、具体的にどんなことを指導の中に組み入れなければならないかを明らかにすることが必要と考え、本主題を設定した。



2 研究のねらい

「音」についての科学的な見方や考え方を身につけるための指導方法の改善及び教材・教具の工夫をねらいとし、以下のような点について研究を進めた。

- (1) 目的意識をもった実験の進め方の工夫
- (2) 身近な素材を活用し、生徒の学習への興味・関心を喚起する教材・教具の工夫
- (3) オシロスコープに代わる教具の工夫
- (4) ワークシートを用いた評価の工夫

3 研究の方法

- (1) 「音」の内容を指導する上での課題の把握
- (2) ものづくりや実験教具についての資料の収集と検討及び分析
- (3) 教材・教具の工夫
- (4) 指導計画の作成と実践
- (5) 検証授業による生徒の変容の把握と指導計画、教材・教具の検討
- (6) 研究のまとめと今後の課題

4 研究の内容

- (1) 「音」の内容の指導上の課題

① 教員へのアンケート

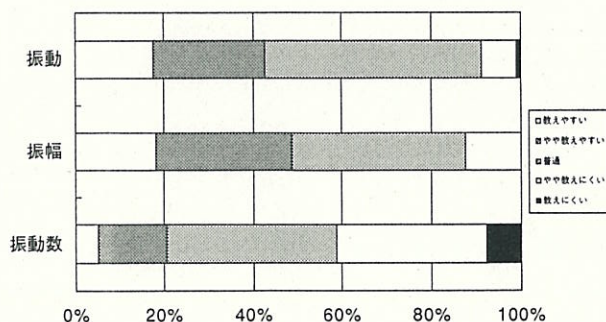
「音の正体＝振動」「音の大小＝振幅」「音の高さ＝振動数」という内容について指導形態と教えやすさについての意識調査を行った。

(平成12年6月実施 127名対象)

その結果、「音の正体＝振動」「音の大小＝振幅」については、生徒実験も多く取り入れられて折り、教えやすい内容であるが、「音の高さ＝振動数」については、演示実験や教科書・資料集等を中心に授業が行われており、教えるに感じている教員が多いことがわかった。

教えやすい

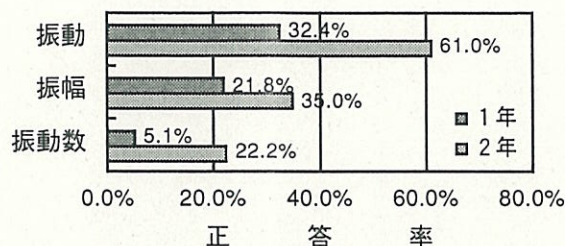
教えるに感じ



② 生徒へのアンケート

「音の正体＝振動」「音の大小＝振幅」「音の高さ＝振動数」という内容について、学習前の1年生と学習後の2年生を対象に認識調査を行った。

(平成12年6月実施 1年生706名 2年生666名対象)



その結果、学習前の1年生では「振動」「振幅」に比べ「振動数」は認識されていないことがわかった。2年生についても、同様の傾向が見られた。学習後にもかかわらず学習効果があまりあがっていないことから、学習の展開や教材に問題があると考えられる。このことは、学習指導上の課題としてとらえることができる。

そこで、私たちは「目的意識」を持たせることや、教材・教具及び指導法の工夫が必要であることを認識した。

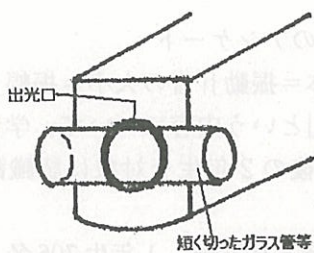
(2) 教材・教具の開発

① 教材・教具の工夫Ⅰ…レーザー光を用いた弦の振動状態の観察法

音を視覚化する方法としては、オシロスコープを使う方法が一般的である。しかしオシロスコープは高価であるため台数に限りがあるし、操作が複雑なため、生徒の個別実験に使うことができなかった。そのため生徒の感想としては、「波の形はわかるけど、なんとなくよくわからない」というものが多かった。そこで、実際に音を出している弦の振動のようすを、生徒自身が直接目で見て、観察できる方法を考案した。

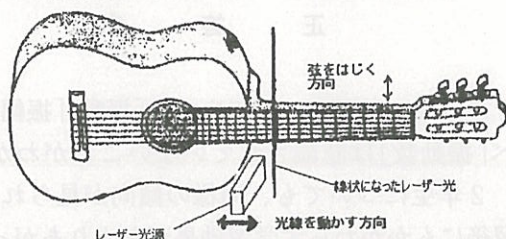
ア 方法

(ア) 線状の光がでるようにしたレーザー光源を用意する。出光口にレンズがついたレーザー光源がない場合は、出光口に短く切ったガラス管を固定することにより、容易に光を線状にすることができる。

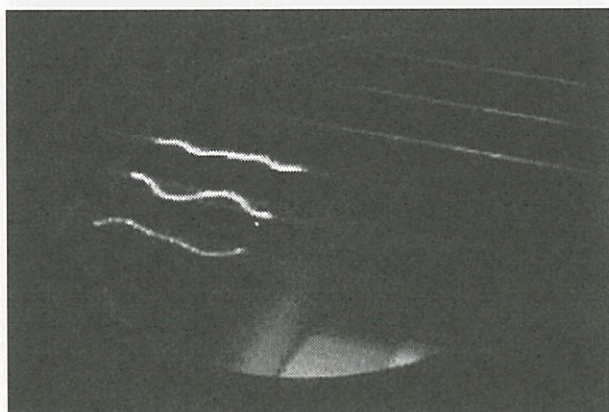


(イ) ギターなどの弦をはじき、弦の振動面に垂直な方向からレーザー光をあて、弦の振動方向と直角な方向にレーザーを細かく動かす。レーザーを動かす速さに応じて、弦の振動のようすが波の形になって表れる。

(ウ) 音の高さや強さを変え、弦の振動の様子の違いを観察する。



イ 観察結果

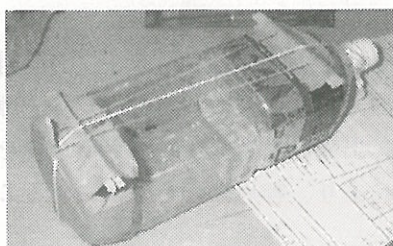


上の写真のように、弦の振動の様子が波形となって観察できる。

② 教材・教具の工夫Ⅱ…身近な材料を利用した弦楽器

共鳴箱にペットボトルや牛乳パックなど、弦にゴムひもや輪ゴムなど身近な材料を用いて、一人1個の弦楽器を工夫して作らせる。

(3) 授業形態の工夫



① 課題設定

生徒が自ら課題を発見して解決していく授業を展開する上では、単元全体を通しての目的を捉えられるような課題の設定が重要である。

本研究では、「いろいろな音が出せる楽器作り」という課題を与え、生徒たちは試行錯誤しながら「いろいろな音を出す」という目的を達成するために、学習活動を行った。

② 授業形態改善の具体的方策

ア 実験の個別化

身近な材料を用いた楽器作りで実験の個別化を図った。個別に実験を行うことで、生徒一人一人が目的達成に向けて試行錯誤を行い、そこから主体的な問題解決に取り組む姿勢が生まれてくる。



イ グループディスカッション

個人の考えがまとまったところで、グループでディスカッションをさせた。他の意見を聞くことで、自分の考えを修正し、自分にはない考えを知る。ディスカッションすることで考えが更に深まり、目的達成に近づくことができる。

ここで教員が留意すべき点の一つは、言葉の理解が生徒によってまちまちであるという点である。自分の考えを相手にうまく伝えられないと生徒もいる。この解決策として、その都度助言すると共に、日頃からグループディスカッションを多く取り入れ、自分の考えを発表することに慣れさせていく必要がある。

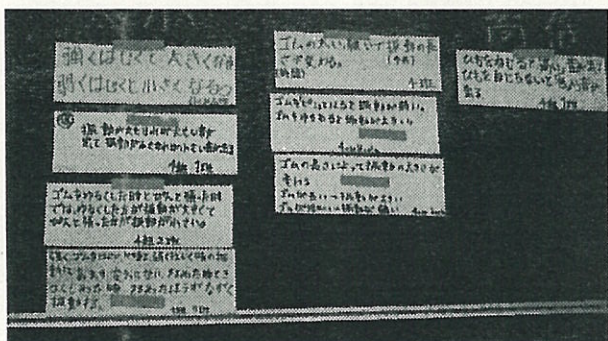




ウ カードを利用した発表

グループでまとめた意見を全体に発表するとき、カードに記入させた。

この方法により、短時間で全体の意見を知ることができ、黒板上でカードを動かすことにより、効率よく意見をまとめていくことができる。



エ ワークシートを利用した評価

生徒の目的意識の深まりや問題解決の過程などを把握・評価する手段としてワークシートを利用し、その形態を工夫した。

今回工夫した点は、ワークシートの最後に次の時間に確かめたいことや実験したいことを記入する欄を設けたことである。各時間の最後に次の時間の実験テーマを設定することでより明確に実験の目的を理解できる。また、教師がワークシートに目を通し、コメントを記入することで思考の過程の確認や軌道修正をアドバイスすることができる。ワークシートの利用により、試行錯誤の一つ一つの過程を重視した評価に変えていくことが可能となる。

組	番	氏名	科
---	---	----	---

1 テーマの種類は？
振動の種類は？

2 内容
①「音は振動」→「振動」の種類は？
すじかめ振動、しぼくつづと振動、ゴムを大きくはたつとゆるむ振動、
ゴムを高くおと低い音、低くおと高い音など

これから行う実験内容	予 想	結 果
ゴムの振動の種類を調べる	(結果)	
・ゴムのかけ方で振動の周波数が	電線、太い→高い、細い→低い	
・ギターに「太い」を弾いてみる	低い音の振動がわかる	高い音は振動が小さい
・しぼくつづと振動がわかる	上げるほど低い音がなる	おろすほど高い音がなる
・ゴムを上げるとどういふ音がなるか		

3 わかったこと
振動の種類がわかった。

4 次の時間で調べたいこと

5 自己評価 (今日の自分の学習の取り組みは)
①満足できた ②ふつ ③あまり満足できなかった

感想 ギターの弦の音を初めてみてかんじうした。
よかった。

(4) 学習活動の計画

- 1 時間目 音と振動 楽器作り
- 2 時間目 いろいろな音の出し方
- 3 時間目 音の大小・高低と弦の振動の仕方の関係 (本時)
- 4 時間目 音の伝わり 音の速さ

(5) 学習の展開例 (3 / 4)

- ① 単元名 「光と音」
- ② 本時の目標
 - ア 音の違いと振動の仕方との関係を見出せたか。
 - イ ギターとレーザー光源を使って、音の大小・高低の違いを弦の振動状態の違いと結びつけて捉えることができたか。
- ③ 展開例

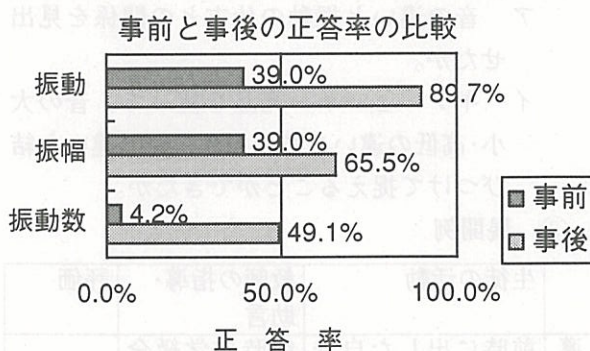
	生徒の活動	教師の指導・助言	評価
導入	前時に出した自分たちの考えを確認する。	前時の学級全体の話し合いのポイントを	

展 開	作った楽器で音を出しながら音の大小や高低と弦の振動の仕方とはどんな関係があるかについて自分たちの考えたことを実験で確認する。	確認する。 ワークシートを用意する。 音の大きさや高さや振動との関係に着目させる。 何と何の関係を調べているのか机間指導で確認する。 説明用に長いゴムひもを用意する。 実験のポイントを説明する。	何を 確認 した い の か を 意 識 し な が ら 実 験 を 進 め る こ と が で き た か。 確 認 で き た こ と を ワ ー ク シ ー ト に ま と め ら れ た か。
	確認できたことをワークシートに記入する。 学級全体で話し合う。 ギターとレーザー光源を使って弦の振動の仕方を観察する。		
ま と め	新しく気づいたことや考えたことをまとめる。	音の大きさと振動、音の高さと振動との関係に着目させる。 本時の内容をまとめる。	音の大きさと振動、音の高さと振動の仕方について自分の考えがもてたか。

(6) 事後調査による考察

① 振動・振幅・振動数の認識について

検証授業を行う前と授業後の正答率について、検証授業実施校のみのデータについて比べた。



いずれの質問にも、正答率が大幅に伸びている。

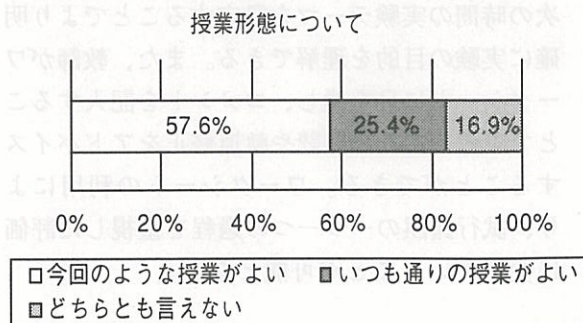
これは、疑問に思ったことを解決するために何回も実験を繰り返す、つまり、ループする指導を行うことにより、自分で考え、試行錯誤を繰り返すことで学習内容が定着しやすくなったと考えられる。

また、教具を工夫し、オシロスコープやパソコンなどを使った映像ではなく、実際に起こっていることを目で見られるようにしたことも、鮮明に頭に残った要因の一つであると考えられる。

しかし、正答率が伸びたとはいえ、「振幅」ではあまり伸びていない。また、「振動数」においてはかなり伸びているが、50%には達していない。この結果から、今回の指導法、教材・教具にはまだまだ改善・改良の余地があると捉えることができる。

② 授業形態について

「授業形態」についての質問では、57.6%の生徒が、今回のような自ら課題を発見し個別に実験を行う授業形態が良いと答えている。その理由として、「自分で考えて実験できるから」と回答している生徒が多い。その反面、25.4%の生徒は「普通の授業のやり方が好き」「自分で考えるのは得意でないから」と回答しており、普通の授業の方がよいと回答している。また、16.9%の生徒は、どちらでも良いと答え、その理由としては、「実験ばかりだと遊んでいる人もいて集中できないが普通の授業ではつまらない」「内容によって違う」があげられている。このことから、やはり、内容により、今回のような授業と従来の授業をうまく組み合わせる必要があることがわかった。



5 まとめと今後の課題

(1) まとめ

① 指導内容・方法の工夫

ア 「音」の指導内容や方法を研究する前に「目的意識を持った観察、実験」とは何かについて徹底的に議論した。その成果をもとに授業計画を立てた結果、実験での生徒の発言や行動は、自ら考え工夫し検証するという、主体的な試行錯誤のある活動となった。また、目的意識を常に持たせるようにワークシートを工夫したので、生徒は自分の考えで実験を進めることができた。

イ 自作の楽器を毎時間使って授業展開を工夫したことや、毎回の授業の終わりに次の課題を意識させるようにしたので、音についての4回の授業の間、興味関心を持続させることができた。

ウ 生徒からのいろいろな意見や発想をカードに書かせて黒板に貼り、共通理解を図る場面を所々に設けた結果、短時間で他の生徒の意見や発想を共有することができ、それが一人一人の生徒の新たな発見にもつながった。

② 教材・教具の工夫

ア すべての生徒が自作する簡易楽器の開発により、個人での実験が可能になり、生徒は自分の発想や考えを実験ですぐに検証できるようになった。その結果、生徒の興味・関心を引き出し、主体的に実験に取り組む態度を育てることができた。

イ 教員に対するアンケートの結果から、音の高低を振動数と結びつける生徒実験の開発が課題となっていたが、ギターとレーザー光源を用いて弦の振動を見る教具は、オシロスコープに変わる安価な装置で、振動数の違いを直視できるので、生徒の音の理解に大きく貢献した。

(2) 今後の課題

- ① 開発した教具によって、振動している弦の振動数の違いを視覚的にとらえることができるが、なぜ、レーザー光を動かしながら当てると波形が見えるのかについての理論を生徒に理解させることは難しい。しかし、生徒の中に知りたいという声が出たとき、どう説明したらよいか、また、どのような助言をしたらよいかは、今後

の課題である。

- ② ワークシートに毎時間目を通し、コメントをいれていく評価方法は効果的だが、限られた時間の中で授業を進めていくときの時間の確保をどのようにしたらよいかについても検討が必要である。

- ③ 「音」についてだけではなく、「身近な物理現象」という単元全体において、目的意識を持って実験に取り組む授業計画を立てる必要がある。また、3年間を通してこれをどのように発展させるかについても今後検討する必要がある。

「音」の学習において問題解決的な活動を促す学習指導の工夫

—— コンピューターの活用を通して ——

平成14年度 東京都教育研究員 理科 第1分科会

狛江市立狛江第三中学校 伴 野 浩 文 調布市立第七中学校 山 岸 貢

清瀬市立清瀬第三中学校 日 谷 憲 人 板橋区立加賀中学校 亀 澤 祐 浩

江東区立第二砂町中学校 森 好 次

「問題解決的な活動」のプロセスを作成した。プロセスに沿った学習を展開することにより、生徒は積極的、主体的に問題解決に取り組むようになった。プロセスを踏まえたコンピュータの有効な活用を工夫することは、問題解決的な活動を促すのに有効であることがわかった。

1 主題設定の理由

新しい中学校理科教育の目標は、自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことにある。

科学的に調べる能力と態度を育て、科学的な見方や考え方を養うためには、問題解決的な学習を進めていくことが重要である。生徒が自然の事象の中に問題を見だし、目的意識をもって主体的で意欲的な観察、実験を行い、課題を解決していくことが必要とされているのである。

私たちの実践を振り返ってみたとき、生徒が問題を見だし、問題を追究する方法を考えて学習をすすめていくような活動を十分に保証しているとは言えない。教師があらかじめ用意した問題を提示したり、あらかじめ決めた方法に従って観察や実験を行わせることが多くなっている。また、「問題解決」という活動の意義を十分に吟味しないまま、一般的に言われている手順に従って「問題解決的な活動」を行っているだけの活動も見られる。つまり、問題解決について、教師によってとらえ方が異なっているという現実がある。

そこで、私たちは「問題解決的な活動」の意義や内容を明確にしたうえで、そのような活動を促す学習指導の工夫を考えることを目的として、本主題を設定した。

「問題解決的な活動」については様々なとらえ方があり、明確な定義が存在するわけではない。ここでは、私たちなりの「問題解決的な活動」を文献研究や日頃の実践をもとに提起し、学習指導の工夫を提案することにしたい。

なお、本研究において、次の点に留意して研究を進めた。

ア 「問題解決的な活動」について分析すること。

イ 理科における「問題解決的な活動」のプロセスを提案すること。

ウ 「問題解決的な活動」を促す指導法や教材を工夫すること。

第1分科会では、コンピュータの有効な活用法の工夫も含め、「音の性質」について、次の点について研究を進めた。

ア 単元「音の性質」における「問題解決的な活動」のプロセスの作成

イ 「問題解決的な活動」のプロセスを踏まえたコンピュータ活用の工夫

2 「問題解決的な活動」について

『中学校学習指導要領解説—理科編—』は、「自然を調べる能力と態度の育成」を図るにあたって、問題解決的な学習を進めていくことが重要であることを強調している。ところが「問題解決的な学習」についての具体的な内容、活動について十分に具体的に明らかにしているとは言い難い。そこで、私たちは「問題解決的な活動」をどうとらえるかを第1、第2分科会にまたがる課題として取り組むこととした。

私たちの実践の吟味、文献研究から、生徒がどのような活動を行っていれば、「問題解決的な活動」といえるかに視点をあて、その要素について検討した。

「問題解決的な活動」の活動の要素についてまとめてみると次のようになった。

ア 問題を自分のものとする。(生徒が「自分の問題」としてとらえ、解決しようとする意欲をもっている)

イ 生徒が自分自身で問題を見いだしている。

ウ 問題を追究する方法を生徒自身が考えている。

エ 生徒一人一人の考えや意見を交換するなかで活動を進めている。

オ 結果について生徒が自分のことばで説明している。

カ 活動を通して新たな問題を見いだしている。

キ 活動を通してわかったことを次の学習に生かしている。

ただし、私たちは「問題解決的な活動」が必ずしもこれらすべての要素を備えている必要はないと考えている。

次に「問題解決的な活動」のプロセスを5つのステージに分けて考えることにした。

ステージ1:「問題を自分のものにする」または「問題を見いだす」

→ ステージ2:「問題を追究する方法を考え、試みる」

→ ステージ3:「結果を考察し、表現する」

→ ステージ4:「教師からのまとめを聞く」

→ ステージ5:「今までの活動から新たな問題を見いだす」または「わかったことを次の学習に生かす」

ステージ1は、自分なりの観点を持って事象を観察したり、与えられた課題について自分で考えて疑問を持ったりすることを通して「問題を自分のものにする」。または意図的な整理された自然の事象を体験することにより「問題を見いだす」。ステージ2は、ステージ1での「問題」について追究する方法を考え、実験や観察などを行ってその考えを試みる段階である。

ステージ3では、ステージ2で試みた結果を考察し表現する。結果について生徒自身が自分のことばで説明し、意見交換する中で考察を深めていくような活動が望まれる。

ステージ4では、教師からのまとめを聞く。教師は生徒の実験結果・考察を整理して提示したり、重要な概念、原理、理論について説明したりする。ステージ5は、ステージ4までの活動から

新たな問題を見いだしたり、表現の仕方や学んだことをつぎの学習に生かす段階である。

3 研究のねらい

教育活動にコンピュータを活用することの必要性が言われてから久しい。平成10年12月に情報通信など多くの省庁に関連する課題に対する内閣総理大臣直轄の推進体制として設けられた「バーチャルエージェンシー(省庁連携タスクフォース)」は「教育の情報化プロジェクト」の最終報告書において、「中学校を卒業するまでに、すべての子どもたちがコンピュータ・インターネット等を、主体的に学び他者とコミュニケーションを行う道具として積極的に活用できるようにする」ことを、目指すべき具体的な目標として示している。

中学校学習指導要領〔理科〕は、各分野の指導にあたって、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的に活用するように述べている。

私たちは、コンピュータを有効に、適切に活用することによって、「問題解決的な活動」を効果的に進めていくことができるのではないかと考えた。

そこで、コンピュータを有効に活用し、学習指導を工夫することによって問題解決的な活動を促すことをねらいとして研究を進めることにした。

私たちは、とくに「問題解決的な活動」のステージ1「問題を見いだす」において、コンピュータの活用を考えた。このステージでコンピュータの機能を生かすことによって「問題解決的な活動」を促すことを試みたのである。

単元は「音の性質」を選んだ。「音」は日常生活の中で身近な物理現象であるが、その科学的な性質をとらえにくい現象である。意図的な、整理された「音」の現象を用意し、体験させることによって生徒が主体的に「問題を見いだす」ことができるのではないかと、「問題を見いだす」活動を出発点として、指導法を工夫すれば「問題解決的な活動」が促進されるのではないかと考え、「音の性質」を題材とした。

4 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

ア コンピュータを活用する上での課題の把握

(教員アンケートより)

イ 指導計画の作成と実践

ウ コンピュータ活用の工夫

エ 検証授業の実施と実践についての考察

オ 研究のまとめと今後の課題

5 研究の内容

(1)理科におけるコンピュータの設置状況と活用状況についてのアンケート調査の結果と考察

コンピュータの設置状況と活用状況について、平成13年7月に研究員の所属する五地区の中学校69校理科担当156名を対象にアンケート調査をおこなった。

①アンケートの内容と結果

ア コンピュータの台数を教室毎にお答えください。

- ・パソコン室平均32台(20～40)
- ・理科室平均0.2台

イ 授業でインターネットを利用できる環境ですか。

- ・利用できる環境である77%
- ・利用できる環境でない23%

ウ 授業で使用するコンピュータはLANでつながっていますか。

- ・つながっている 83%
- ・つながっていない 17%

エ 教員自身のコンピュータ利用についてお答えください。

- ・コンピュータを使用したことがない8%
- ・事務処理などでのみ使用し、授業では使用したことがない 58%
- ・理科の授業でコンピュータを使用したことがある 34%

オ コンピュータを活用して授業を行った単元をお答えください。(10%以上)

- ・日周運動と四季の星座の移り変わり 13%
- ・月・太陽・地球 11%
- ・惑星と太陽系 10%

カ 効果があったと思われる活用方法をお答えください。

- ・CD-ROM植物検索ソフトの利用により、花の色から、形から、葉脈の様子から、根の形からなど生徒の個々に応じた調べ方が可

能となり、また、旬ではない植物についても調べることが出来た。

- ・太陽系の惑星の動きをシミュレーションにより立体的に表すことができ効果的であった。
- ・インターネットの利用により、兵庫県南部地震、三宅島の噴火等の最新の情報を得ることができた。等

キ 今後、理科の授業でコンピュータをどのように活用したいとお考えですか。

- ・定量実験などの実験データを入力し、グラフを作成したり、他の班の結果と比較することなどに活用したい。
- ・通信機能を活用し、長期休業中や不登校等の生徒の学習を支援したい。
- ・センサー(熱・距離・音等)をコンピュータに接続して実験機器として使用し、測定しながらグラフに表す等の活用をしたい。等

② アンケートの考察、まとめ

コンピュータを授業に活用することについて肯定的な意見は多数あったが、実際には理科の授業でコンピュータを活用している割合が34%と意外に少ないことがわかる。アンケートによせられた中には、①ーカ、キ、に示した以外にも多数の意見があげられていた。それらを分類すると6項目に大別できた。

ア インターネットやCD-ROM等のソフトを利用した情報収集の手段、情報検索の手段としての活用

イ 各種のソフトやセンサーをコンピュータに接続した実験機器としての、定量実験の結果を直接グラフ作成したり他の班の結果と重ね合わせて比較対象したり、仮想実験をシミュレートする道具としての活用

ウ 視聴覚教材や記録媒体(単なるビデオ映像ではなくて加工できるアニメーションソフトやCG映像とする。教員がデジタルカメラで撮影した映像を授業用に編集する。)としての活用

エ 生徒が実験レポートをまとめたり、発表会などで映像や音響を効果的に使用する道具としての活用

オ 各種ソフトを利用し、生徒が自分の理解に応じて自発的に進めていく問題演習の教材

としての活用

カ ホームページやチャットの広場、メール、掲示板などを利用したコンピュータの通信機能を利用した、教室という形態以外の授業手段としての活用

中でも多かったのが既存のソフトを利用するアとオであった。授業実践例が少ないということもあり、コンピュータをどのように授業に取り入れていくか、どのような効果があるかの検討が不十分のまま、ただ漠然と「コンピュータを活用した授業」と称してはいないだろうか。そこで私達第1分科会では、コンピュータには様々な活用形態があり、コンピュータの通信機能(②-カ)を有効に活用することにより、問題解決的な活動を促すことが出来るのではないかと考えた。

(2) 学習指導計画

ステージ1:「問題を自分のものにする」または「問題を見いだす」

第1時…音に関する実験を体験する

第2時…音の性質に関する意見交換を行い問題点をまとめる

ステージ2:「問題を追究する方法を考え、試みる」

第3時…実験を計画する

第4時…追究実験を行う

ステージ3:「結果を考察し、表現する」

第5時…追究実験の結果を発表する

ステージ4:「教師による整理」

第6時…学習内容を整理する

第7時…オシロスコープを体験する

ステージ5:「今までの活動から新たな問題を見いだす」または「わかったことを次の学習に生かす」

第8時…音の伝わり方を理解する

(3) 「問題解決的な活動」におけるコンピュータの活用の工夫

各学校の情報教育の整備が進み、パソコンが日常的に使える環境が整ってきた。しかし、本研究のパソコン利用のアンケートの結果から見ると、事務処理には使われているが、日頃の授業には十分に活用されていない現状が分かる。その原因の一つには、パソコンの様々な機能を活かした実践

事例が少ないことがあげられる。そこで私たちはパソコンの優れた機能を活かしつつ、身近で便利な道具としてパソコンの授業への導入を検討した。以下「音の性質」における問題解決的な学習の授業例を示す。

① ステージ1における例 ア 疑問・意見の集約、イ 意見交換(チャット)

ア 意図的な実験・観察の結果を表計算ソフトのソート、グラフ化の機能を使って意見や疑問を整理し、生徒の興味・関心や疑問を知ると共に、理解度を把握する。

イ 生徒同士の意見交換は問題を明確にし、理解を深めるのに大きな力になる。特に問題解決的な学習活動を進めるにあたっては、自ら問題を確定することは大変重要であると考え。自分の意見や疑問に対して、周りの生徒から返される同意や反論、そして新たに湧いてくる疑問や考えを出し合うことにより、生徒たちの考えは精選され確定していく。又意見を出せない生徒にとっても、周りの生徒同士の意見交換を参考にしながら自らも問題をまとめることができる。パソコンを使う利点は、1対1や1対多数で興味を持ったものに対し、意見交換が待ち時間なくできること、また発表することに消極的な生徒の意見を引き出すのに有効な方法であること等が挙げられる。

② ステージ4における例 実験・シミュレーション

音についての計測ソフト(オシロスコープソフト)やシミュレーションソフト等を使って、様々な計測やシミュレーションを行わせ、知識の定着を図る。(又プレゼンテーション用ソフトを使った学習発表会等も効果的である。)

(4) 学習の展開例

① 単元名 「光と音の世界」

② 学習計画 p.23 参照

③ 本時の目標 音の発生に関して全員で出した疑問を室内LANとメールソフトを用いて生徒が考えを伝えあいながら解決していき、なお残る疑問を問題としてまとめる。

④ 本時の展開 (次頁)

表 本時の展開

	生徒の活動	教師の指導・援助	評価
導入	・授業のねらいについての説明を聞く ・メールに関する諸注意を聞く	・あらかじめパソコンの台数にあわせてペアを作っておく ・前時にペアで絞った疑問を教師が一覧表にまとめたプリントを配布する ・今日の授業のねらいは「一覧表の疑問を皆で解決し、それでもわからないものを問題にまとめること」であること伝える ・メールに関する諸注意をする	・授業のねらいがわかる
展開1	・配布した一覧表や画面にあらわれた疑問から、自分たちが答えられるものを見つける ・答えをパソコンに入力し、メールで送信する	・メール送信の方法を説明する ・一覧表の疑問の中から自分たちで答えられるのはどれかをペアで考えさせる ・交代でメールを入力するよう指示する	・疑問に対する答えを、わかりやすくメールで表現できているか
展開2	・自分たちの出した疑問に対して送られたメールをみて、疑問が解決しているかどうか考える ・他の疑問に対するメールを見て、まだ解決できない疑問があるか考える	・送られたメールの内容で、問題が解決しているかどうかペアで話し合わせる ・その他の疑問に対するメールについても考えさせる	・送られてきたメールの内容が疑問を解決しているかどうか考えられたか ・自分たちが送ったメールの内容と他の同様のメールの内容を比べての考えが修正できたか
まとめ	・最初に配布した一覧表の自己評価欄を記入し、自分たちの活動を振り返る。 ・まだ解決していない疑問を問題にまとめる	・最初に配布した一覧表の自己評価欄を記入させる ・まだ解決していない疑問をペアで話し合っ問題にまとめるよう伝える	・自分たちの活動を振り返ることができたか ・まだ解決していない疑問をもとに問題をまとめることができたか

(5)「授業後アンケート」より

私たちが構想・実践した「問題解決的な活動」を生徒がどうとらえたかを調査するため、ステージ1～ステージ5までの授業を行った後、全生徒に「授業後アンケート」を行った。以下はその集計結果である。「カ」のみ複数回答であり、百分率は全生徒に対する回答者の割合を表している。

ア 一番はじめに行った実験は楽しかったですか？

a：楽しかった (62%)

b：ふつうだった (37%)

c：つまらなかった (1%)

イ 実験を行った後、「音」に対して興味をもちましたか？

a：興味を持った (22%)

b：不思議に思った (62%)

c：何も思わなかった (16%)

ウ 音に関する疑問点を追究するための実験を毎日に自分たちで計画できましたか？

a：自分たちで実験を考えることができた

(83%)

b：何をやっていいのか分からなく、実験を考えることができなかった (13%)

c：疑問はあったが、やる気がしなく実験を考えることができなかった (4%)

エ 自分たちで実験を行った結果、疑問は解決したか？

a：疑問は解決した (57%)

b：別の発見になった (33%)

c：何も解決しなかった (10%)

オ 先生が教室で音の性質をまとめましたが、理解できましたか？

a：まとめをしたので音の性質がよく分かった (81%)

b：実験で音の性質が分かったのでまとめなくてよかった (11%)

c：先生のまとめと実験結果がごちゃごちゃでよく分からなかった (8%)

カ 今回のような授業方法をどう感じましたか？該当するものを全て答えて下さい。

a：楽しかった (71%)

b：音の性質がよくわかった (44%)

c：自分たちで実験を考えられて良かった (41%)

d：コンピューターが楽しかった (77%)

e：音に対して興味をもてた (34%)

f：つまらなかった (3%)

g：作業が多くよくわからなくなった (6%)

h：自分たちで実験を考えるのがいやだった (12%)

i：コンピューターがよくわからなかった (6%)

j：音はつまらない (3%)

キ 授業を全て終えたとき、新しい疑問ができましたか？

a：新しい疑問ができた (41%)

b：全て分かったので新しい疑問はない (54%)

c：学習内容が理解できず疑問だらけである (4%)

6 研究のまとめと今後の課題

研究の成果について、生徒のワークシートの記入内容や自己評価、感想、授業における生徒の発言・取り組む姿勢、および学習後のアンケート結果を検討することにより分析した。

(1) まとめ

① 「問題解決的な活動」のプロセスの作成とその展開

私たちの日常実践の吟味、文献研究から単元「音の性質」における「問題解決的なプロセス」を作成した。「問題解決的なプロセス」に沿った学習を展開することにより、生徒は積極的、主体的に問題解決に取り組むようになった。

ア 意図的な整理された音に関する事象を体験させることにより、生徒が自分自身で積極的に問題を見いだそうとする態度を養うことができた。

イ 「問題解決的な活動」のプロセスに生徒が意見交換できる場面を多く設定したことにより、他の人の意見や考えを自分の問題解決に生かしていこうとする姿勢を育てることができた。

ウ 「問題を見いだす」段階を設定し十分な時間を保証することにより、生徒が自分の疑問を明確にすることができるようになった。また、「問題を追究する方法を考え、試みる」活動を促すことで生徒が自分自身で問題を追究する態度を養うことができた。

エ 「教師からのまとめを聞く」段階をステージ4として位置づけることが、単元の基本的な事項の定着を図るのに有効であることがわかった。

② コンピュータ活用の工夫

「問題解決的な活動」のプロセスを踏まえたコンピュータの有効な活用を工夫することは、次の点で問題解決的な活動を促すのに有効であること

がわかった。

ア 「問題を見いだす」段階での通信ソフトの活用により、他者との意見交換を活発にすることができる。

イ 「教師からのまとめを聞く」段階でシミュレーションソフトを使うことによって生徒が自らの力で知識を獲得することができる。

(2) 今後の課題

ア 「問題解決的な活動」の要素をp2に示したように7つにまとめたが、これらが妥当であるかについての検討が必要である。「問題解決的な活動」の実践を積み重ねることにより、教師間で論議を深めることが重要であると考えられる。

イ 理科において、「問題解決的な活動」をすすめていくための具体的な学習のプロセスを本研究ではステージ1～5の5つの段階に分けて考えたが、様々な単元等で試み、再吟味することを通して改善していかなければならない。

ウ 「問題解決的な活動」の様々な場面でコンピュータを有効に活用する方法を考えていく必要がある。とくにディスカッションやプレゼンテーションなどのコミュニケーションを進める場面でコンピュータを活用する方法を具体的に考え、実践していく必要がある。

◇主要参考文献

文部省『小学校学習指導要領解説 理科編』 1999

文部省『中学校学習指導要領解説—理科編—』 1999

『教育学大事典』 1990 第一法規

日本理科教育学会編『理科教育学講座4 理科の学習論(上)』

1992 東洋館出版社

中学校理科における環境・エネルギー学習へのアプローチ

—— プラスチック・発電を中心とした環境・エネルギー学習のあり方 ——

武蔵野市立第一中学校 辻 本 昭 彦

中学校理科における環境・エネルギー学習について、必修理科から選択理科・総合的な学習への発展的なアプローチについて、新しく登場したプラスチックとエネルギー変換・発電モデルの教材化やカリキュラム開発について実践的に研究を進めた。

1 主題設定の理由

新教育課程実施に伴い、新学習指導要領における理科の学習内容は基礎・基本に厳選された。そのような状況の中、新たに1年生単元「身のまわりの物質」でプラスチックが初めて取り上げられ、また3年生単元「エネルギー」が仕事で定義されなくなった代わりに、エネルギーと日常生活との関わりが重視された。

しかし、必修理科では環境・エネルギー学習に当てる時間は少なく、プラスチックを含めた環境に関する課題や発電を含めたエネルギーに関する課題を解決させる教材やカリキュラムは不十分である。

そこで、必修理科を基本に選択理科や総合的な学習との関連を図りながら、プラスチックや発電を中心とした環境・エネルギー学習が模索できないかという理由で主題を設定した。

2 研究のねらい

(1) プラスチックを中心とした環境学習

1年生単元「身のまわりの物質」を「環境」という視点で、単元構成をおこない、次のような基本的考えで研究を進めた。

- ・ 1年生単元「身のまわりの物質」を環境とリンクさせながら「物質を区別する」ことを全体のストーリーとした。
- ・ 単元の学習する必然性や目的意識・課題意識を持たせるような「ゴミの分別とリサイクル」を導入とする

以上のことを踏まえて、本研究では、特に単元「身のまわりの物質」の発展的な学習の題材としてプラスチックに注目した。プラスチックは今回の改訂で初めて中学校で登場したが、学習指導要領では有機物・無機物の区別のところでの扱いに

過ぎず、プラスチック本来の学習に関して十分ではない。また、「プラスチックは燃えない、不燃物、燃えると有害な気体を発生させる」など生徒は、間違った概念形成がされており、プラスチックを環境学習で取り上げることは有効であると考えた。プラスチックを授業で取り上げるねらいとしてつぎの2点とした。

・ プラスチックの多様性・有用性

・ プラスチックの「ゴミとリサイクル」

しかし、必修理科の時間ではプラスチックを取り上げる時間は少なく、プラスチックを含めた環境に関する課題を解決させるには不十分である。

そこで、選択理科の中で、プラスチックに関するいくつかの実験を実施し、また、総合的な学習の時間で環境学習「ゴミとリサイクル」を行い、必修理科で学習した環境に関する基本的な概念をさらに発展・応用させることができないかと考えた。以上のことを踏まえ、生徒が環境に対する見方・考え方ができるような教材やカリキュラムの開発をねらいとした。

(2) 発電を中心としたエネルギー学習

従来、エネルギーについて正式に学習を始めるのは、3年の後半になってからである。旧学習指導要領では「仕事ができる能力」として、エネルギー概念の導入を図っていた。ところが、エネルギーについて学習を始める前に生徒は、日常生活ですでにエネルギーという言葉を使用しており、それが物を動かす作業と何らかの関係があることを感じとっている。そのため、生徒はそれまで持っていたエネルギーに対するイメージと、理科で学習するエネルギー（仕事で定義されていた）とを、別のものと考えてしまう傾向が見られた。新学習指導要領では「他に物体を動かす能力」とエネルギーが定義され「仕事」を用いた定義ができ

なくなった。そこで、より具体的なエネルギーのイメージがもてる教材・教具が必要になってくる。

ある調査の結果、生徒が「エネルギーに関係がある」と答えた項目の上位は「発電」であった。そこで、力学的なエネルギーを基礎・基本に、電気エネルギーを中心としたエネルギー変換や発電の実験を、生徒自ら実験装置を作成し、エネルギーに関する課題解決学習に発展させることができないかと考えた。以上のことを踏まえ、生徒がエネルギーに対する見方・考え方ができるような教材やカリキュラムの開発をねらいとした。

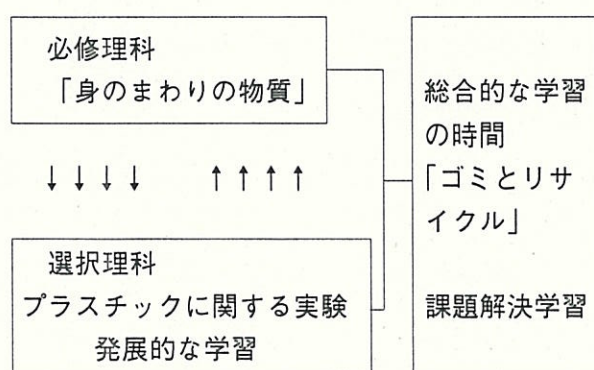
3 研究の方法・内容

実践事例1「プラスチックを中心とした環境学習」

(1) 事前調査の分析（本校生徒324名）

調査の結果、「東京都ではプラスチックはなぜ分別ゴミなのか」の問いに「燃やすと有害なガスを出すから」という解答が圧倒的に多く、プラスチックには多様な種類があることはあまり知らないことがわかった。

(2) 指導計画の工夫



(3) 教材の開発・実験方法の工夫

①必修理科「プラスチックを集める識別する」

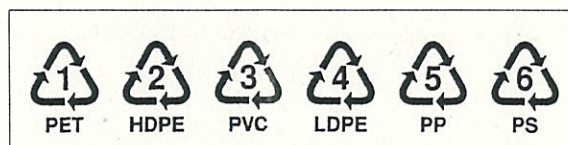
プラスチックはポリ〇〇という同じような名称が多く、中学生には覚えにくい。そこで、プラスチックの認識マークSPIコード(米国プラスチック工業協会)の番号で分類をすると、生徒たちは「1番のプラスチック」などといって区別し集めることができる。しかし、集めてみると1番のPET(ポリエチレンテレフタレート)と表示されたものは多いが、他の表示されている製品が意外と種類の少ない。3番PVC(ポリ塩化ビニル)の表示されているものがなかなか見つからない。スーパーやコンビニで最近よく見かけるプラ

スチック製容器包装のマーク「プラ」の表示してある商品が多くある。そのマークの横にPP(ポリプロピレン)、PS(ポリスチレン)、PE(ポリエチレン)などの種類が表示してあり、それらも参考にプラスチックを集めてみる。

プラスチックを調べる [識別実験]

プラスチックにはいろいろな種類があり、それがどのような物質からできているかを見分けるのは難しい。まず、プラスチックの種類が明らかなサンプルをペレット(プラスチック片)で実験を行い、その結果から集めたプラスチックの識別を行う。

サンプルプラスチック([PET] ペットボトル・[PE] フィルムケース・[PVC] プラスチック消しゴム・[PP] ストロー・[PS] プラカップ)



[1] たたく（物理的試験・熱可塑性の実験）

- ・プラスチックペレットを木づちなどでたたく、曲げる、伸ばす。さらに熱湯につけて曲げる・伸ばす。
- ・ガスバーナー上で加熱して伸ばす。融けたペレットをピンセットで引っ張って糸状に伸びるか試す。伸びたものを熱を加えずにさらに引っ張る。

[2] 水に沈める（浮上密度試験）

プラスチックの密度は 1 g/cm^3 前後である。そこで、水の中に入れて密度の差で浮き沈みをみる。

●水に浮くペレット：PE・PP

●水に沈むペレット：PS・PVC・PET

[3] 燃焼実験（バイルシュタインテスト）

- ・先端を丸めた銅線をガスバーナーで加熱する。(先端部分はやすりで磨いておく)・先端部分が赤くなったら、ペレットに押しつけプラスチックを少量融かし付け、再びガスバーナーの中に入れ、炎の色を観察する。

●PVC(ポリ塩化ビニル)のように塩素を含むプラスチックは、青緑色の炎色反応を示す。これは銅と塩素が反応して塩化銅となり銅の炎色反応を見ることができる。実は、プラスチックが燃えて有害な気体を発生する可能性があるものが

このプラスチックである。

[4] 薬品で調べる (リモネン)

発砲スチロールの容器に「レモン・柑橘類はお早めにお召し上がり下さい」の注意表示されている。これは、発砲スチロールは柑橘類の果皮に含まれている精油 (リモネン) によく溶けるからである。そこで、レモンの皮を発砲スチロールの上に置き、力を加えると果皮に含まれてるリモネンによって溶け始め、レモンも皮をはがすとき糸を引く様子が観察できる。

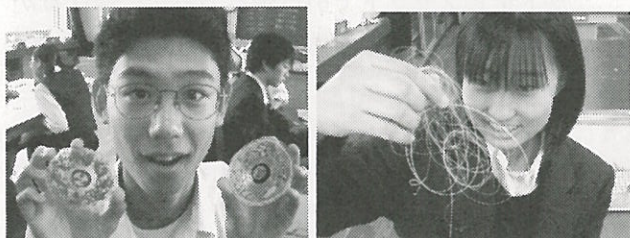
②選択理科

[1] プラバン (プラスチック板) を作ろう

プラスチックカップ (P S : ポリスチレン) に油性のマジックでオリジナルなデザインを描き、オーブントースターで 30 秒ほど焼くとプラバンができる。

[2] ストロー繊維を作ろう

化学繊維とプラスチックが同じ石油からできているとは、にわかに信じがたいと思っている生徒は多い。そこで、ストローから繊維を簡単な方法でとり出しす実験である。ストロー (P P : ポリプロピレン) を先の細めたガラス管 (内径はストローが入るぐらい) に入れ、先の部分をガスバーナーで加熱し、溶け出したプラスチックピンセットで引っ張るとプラスチック繊維ができる。



[3] プラカップから発砲スチロールを作ろう

プラカップと発砲スチロールは、ポリスチレン (P S) でできている。しかし、同じポリスチレンでも見た目や様子がちがう。本来ポリスチレンは水に沈むが、発砲スチロールは気孔無数にあるため水に浮く。そこで、プラカップをアセトン (有機溶媒) で溶かしながらこねて丸め、それを減圧装置でアセトンを気化させるとふくらみ、発砲スチロールができる。

[4] ペットボトルでリサイクル繊維を作ろう

教科書によく「ペットボトルも衣服にリサイクルできる」と写真などで紹介されている。ペット

ボトル十数本でフリースセーターが 1 枚作れるなど話題を呼んだ。しかし、ペットボトルとフリースセーターでは実感としてイメージできない。そこで、アルミ缶で作る綿アメ製造器で、ペットボトルチップから実際にリサイクル繊維を取り出す実験を取り入れた。

(4) 授業研究

①必修理科の授業：1 年生化学単元「身のまわりの物質」の最後に 2 時間プラスチックの識別実験を行った。特に、プラスチックの種類によって水に対して浮き沈みがあることや、バイルシュタインテストで緑色の炎色反応に興味を持ち、単にプラスチックは有機物であるだけではなく、様々な種類があることやリサイクルなどの意味などを含めた環境という視点で考えことができるようになった。

②選択理科の授業：上記 [1] から [4] のようなプラスチックに関する実験を 8 時間程度行った。実験を通じて、プラスチックの有用性が理解できた。特に、ストロー繊維の実験は簡単で、繊維を取り出すことができ、生徒の中には 50 m ちかく伸ばすものも現れた。

③総合的な学習に時間：1 年生「ゴミとリサイクル」というテーマで地域の環境について調査体験活動を含めた課題解決学習を 20 時間程度実施した。必修理科では「プラスチックは一部のものを除いて燃焼すると水と二酸化炭素になるだけである」と学習してた生徒が「プラスチックがゴミになると自然界では分解できない、燃焼温度が高いため焼却炉を痛める、燃焼すると一部のプラスチックはある物質と反応すると有害な気体を発生する可能性がある」など学習が広がりを見せる。さらに「プラスチックは地域によって不燃ゴミの場合と可燃ゴミ場合がある」ことがわかったが、生徒が「なぜ地域によって違うのだろうか」という疑問が再びでてくる。この時、生徒は自ら課題を発見し解決しようとしている姿が見られた。

(5) 事後調査 (本校生徒アンケート調査)

調査の結果、多くの生徒がプラスチックのいろいろな種類があり、優れた性質があることや私たちの生活を便利にしている物質であることが理解できた。一方、自然界で分解できないことからゴミを減らし、リサイクルの重要性を感じ始めたことがわかった。

実践事例2「発電を中心としたエネルギー学習」

(1) 事前調査の分析

(本校生徒3年生386名過去3年間の集計より)

エネルギーを電気・光・熱と関連して考えている生徒が多く、位置・化学と関連して考えている生徒は少ないことがわかった。

(2) 指導計画の工夫

STEP 1 エネルギーの基礎・基本
「ジェットコースターモデルによる
力学的エネルギー・エネルギーの変換実験」
(必修理科)



STEP 2 課題解決学習の場面1
「エネルギー変換・発電モデル実験」
(必修理科・選択理科)



STEP 3 課題解決学習の場面2
調査体験活動
「資源エネルギー問題に関する課題解決学習」
(選択理科・総合的な学習の時間)



STEP 4 プレゼンテーション
ポスターセッション相互評価
(選択理科・総合的な学習の時間)

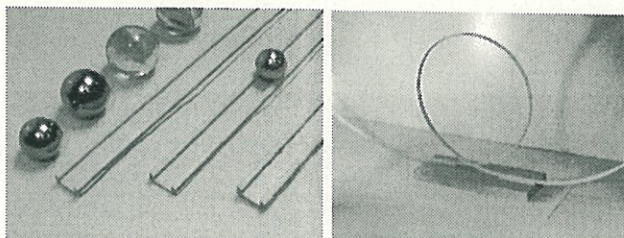
(3) 教材の開発・実験方法の工夫

①必修理科の教材の開発・実験方法の工夫

[1] ジェットコースターモデル

電気の配線モールで作ったレールに鉄球を走らせるという簡単な物理実験である。作り方は簡単、「削って」「切って」「貼って」「つなげる」だけ、「テープ付きミニモール」という配線モールと約12mmの鉄球があれば、きわめて摩擦が少なく、スムーズでスピーディーなジェットコースターの走行を楽しむことができる。さらに、モールが薄くて柔らかいので、ループやUターンや山などを作ることができ、それらを組み合わせると複雑なコースをつくることができる。まず、配線モールのふたの部分ジェットコースターのレールとします。この先端部分の両側に、カッターで長さ約5cm・幅0.1cmほどの切り込みを入れ、接続部分とする。次に、配線モールの本体凹の部分、カッターなどで8cmの長さに切り、レールをつなぐジョイントとする。レールをスライドさ

せるようにこのジョイントに差し込むことにより、レールを何本もつなげることができる。また、2個のジョイントを木の板に取り付けて、ループ台とすると、本格的なジェットコースターのコースをつくることができる。



・実験Ⅰ 1回転ループ：鉄球が速ければループを通過することぐらいは予想できる。速さを生み出すには、はじめに鉄球の位置をどのぐらいの高さにするかが重要になってくる。そこで、簡単に計算するとループの頂点で、遠心力の方が重力より大きいことが条件になる。

$$\frac{mv^2}{R} - mg \geq 0 \quad v \geq \sqrt{gR}$$

(R：ループ半径、g：重力加速度、v：頂点を通過するときの速さ)

鉄球がループの頂点を通過する速さは $\sqrt{gR}$ より大きければよい。

次に、力学的エネルギーの保存の法則に当てはめて計算すると

$$mgh_0 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$h_0 = 2.5R$ (h_0 ：鉄球を落とす高さ、 h ：ループの高さ $=2R$ 、)

つまり、理論上では、ループ半径の2.5倍の高さから鉄球を落下させればよいことになる。実際は空気抵抗や摩擦の関係でもう少し高い位置から落下させなければならない。



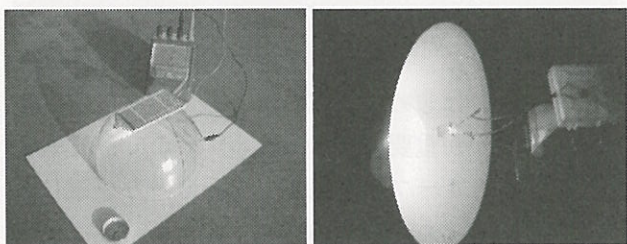
・実験Ⅱ ループと山：ループを通過するためには、はじめに鉄球を置く位置はループ半径の2.5倍以上必要であるが、高すぎると鉄球が山を飛び越えてしまう。まさに、力学的エネルギーの保存を実感することになる。そこで、山の高さと鉄球を落下させる位置が微妙になってくる。

・実験Ⅲ 位置・運動エネルギー：高い位置から鉄球を転がして物体に当て、その物体の移動する距離から位置エネルギーと高さの関係を調べる実験もこのジェットコースターモデルを使うと簡単にできる。また、同時に速度測定装置「ビース・ピ」を用いると速さと運動エネルギーの関係を調べることができる。

②選択理科の教材の開発・実験方法の工夫

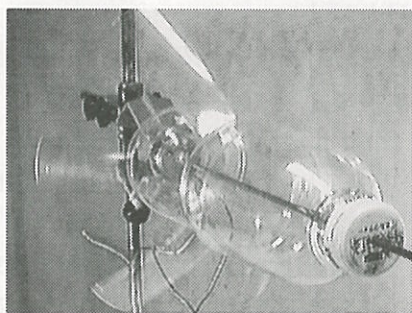
STEP 2 課題解決学習の場面1において教師が提案し生徒が創意工夫した実験を紹介する。

[1] 光エネルギーの変換実験



- ・「超高輝度発光ダイオードに光を当てると電気が生じるか」
- ・「透明半球に光電池をのせて、太陽高度の一日の変化と太陽エネルギーとの関係を調べる」など

[2] ペットボトルによる風力発電装置実験



「羽根の数、風車の形、風車の大きさなど風車の工夫で、電流、電圧の大きさの違いを調べようとする」など

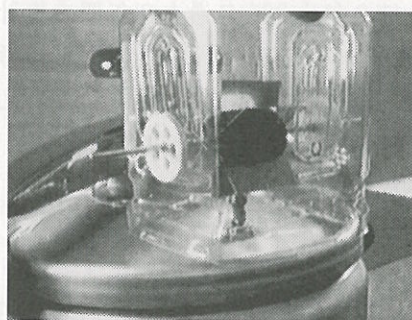
[3] ペットボトルによる水力発電装置実験



「ペットボトルを数個つなげて、高い位置から水を落下させ、水の高さと電流、電圧の大きさとの

関係を調べようとする」など

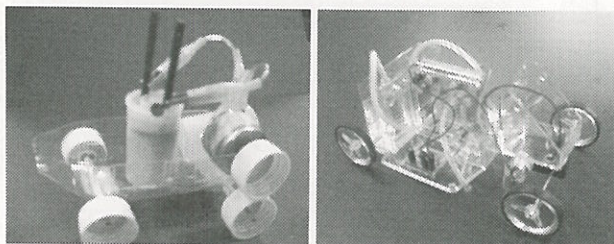
[4] 圧力釜による火力発電装置実験



「水蒸気で得られる電流、電圧を、電子メロディーや豆電球、モーター、電気分解装置に接続して調べようとする」など

[5] 化学エネルギーの変換（いろいろな化学電池）「漂白剤や食塩水などを電解液し、アルミホイルやステンレスたわしを電極とした化学電池を作り、その性能を電子メロディーなどで調べようとする」などである。

[6] 燃料電池発電実験



燃料電池のモデルを作る場合、2つの方法が考えられる。

- ・直接、水素・酸素の気体を電極に当てて電気を発生させる方法（電極は白金やパラジウム）
- ・水の電気分解で発生させた水素・酸素から逆に電気を取り出す方法（電極は炭素棒など）

今回は、中学生でも理解でき、工夫できる燃料電池モデルにするため、電極を炭素棒（又は備長炭）、電解液は食塩水（または食酢又は硫酸ナトリウム）など身近なもので作成することにした。炭素棒や備長炭のように高温で処理した炭は、グラファイトの結晶が成長しており、電気伝導性が高い。さらに多孔質性で小さな微小の孔が無数あり酸素のような気体を吸着することができる。実験方法は、電池や手回し発電機で自作した燃料電池モデルで電気分解を行う。電極付近で気体が発生していることに注目させる。電気分解した後、電子メロディー、発光ダイオードや太陽電池用モーターに接続してみる。また、電圧計で電圧を測

定する。

(4) 授業研究

①必修理科：STEP 1において、ジェットコースターモデルを使って力学的なエネルギーの実験を通じて、多様性・変換性・保存性について授業を行った。(6時間)

特に、従来生徒に興味・関心をもたせる実験教材がなかった学習内容だけに、ジェットコースターを通じて力学的エネルギーについて系統的に学習することができた。

②必修・選択理科：STEP 2において、発電モデルやエネルギー変換の課題解決学習の場面では、生徒の創意工夫を大切に授業を行った。(13時間)本来、私の授業では3学期をこの実践に当てていた。(過去5年間)しかし、新教育課程完全実施後は、授業時数削減により選択教科の中で実施している。毎年、いろいろな生徒のアイデアが出る楽しい授業であるが、本年度は、今世間で注目を集めている未来の車「燃料電池自動車」に生徒が挑戦した。材料はすべて身近な素材、いかに燃料電池モデルを小型・軽量化するがおもしろかった。電解液がこぼれないようにするために、寒天で固めるというアイデアも生まれた。

③選択・総合的な学習の時間：STEP 3、4では、資源・エネルギー問題に関する課題解決学習を行った。(8時間)いろいろな発電、節電、省エネ、エネルギー資源の有効利用など調査・発表(ポスターセッションなどのプレゼンテーションなど)形式を取り入れて、教科発展的なアプローチから選択・総合的な学習への変換を試みは、従来の学習では見られない広がりを見せた。

(5) 事後調査(本校アンケート過去3年間)

ジェットコースターのモデルを用いた授業では、生徒は興味・関心をもって意欲的に取り組み、力学的なエネルギーについて理解を深めた。また、発電モデルを中心とした課題解決学習では、生徒の創造性が発揮され、約91%の生徒が「自ら課題を解決しようとした」と答え、約87%の生徒が「自分たちの課題をエネルギーの多様性・変換性・保存性として説明できる」と答えていた。

4 研究成果と課題

(1) 単元「身のまわりの物質」で環境と関連させて、プラスチックを取り上げたことは大変有効で

あった。特に、プラスチックの種類をSPIコードを用いた識別実験は、プラスチックの一面であったイメージを変容させた。また、プラスチックに関する様々な実験は有効性・利便性などを感じ取ることができ日常生活を豊かにしている物質であることを理解できた。さらに、総合的な学習の時間では、地域のゴミとリサイクルというテーマで取り組みの中で、プラスチックの耐食性などから発生するゴミ問題・リサイクルの課題・生分解性プラスチックの話題など現代の社会問題にも関心を高める結果となった。

(2) 力学的エネルギーの学習全体を通じてジェットコースターモデルを用いたことは大変有効であった。導入時、エネルギーという言葉を使用しなくても、高さ・速さ・質量の力学的エネルギーの3つの要素を、自分たちで発見できるおもしろさがある。

(3) エネルギーの課題解決学習では、生徒は、自ら考えた発電装置でどうすれば多くの電気エネルギーを生み出すことができるか、創意工夫していた。たとえば、ペットボトルによる風力発電装置では最大約3ボトル、水力発電装置では最大約4ボルト、圧力釜による火力発電装置では最大約5.5ボルトの電圧が得られました。また、生徒はエネルギーを体感しながら実験を進めていた。この授業後の感想文の中に「いろいろなエネルギーが身近に感じられた」「電気を大切にしようと思った」「エネルギー資源の有効な使い方は…」などエネルギーや資源や環境にふれる内容の感想も多く見られました。

(4) 本研究では、プラスチックと発電モデルを中心に2つの実践を行った。この事例を通じて、必修理科で学習した内容を発展させて、選択や総合的な学習で調査・体験・発表という形式のカリキュラムは大変有効であることがわかった。

(5) 本研究では、必修理科の授業で学習した内容が環境・エネルギー学習にどのようにアプローチできるかが課題であった。そのような視点に立つと研究の意義は大きく、実践事例の少なさから本研究の未熟さを感じる。ただし、環境・エネルギーの学習は各教科の中の学習内容を基礎・基本として進めることによって選択・総合的な学習で生かされることを実感した。