

# 目次

1	研究主題に関する理科の基本的な考え方	1
2	授業研究	2
	【授業研究1】小学校第5学年「てことつり合い」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 空き缶つぶし機づくりを通して -	2
	【授業研究2】小学校第5学年「ふりこの動き」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - ものづくりと情報交換の場としての掲示板の活用を通して -	8
	【授業研究3】中学校第3学年「四季の星座と季節の変化」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 操作的・体験的な活動を通して -	14
	【授業研究4】中学校第2学年「電気の利用」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 電気器具を教材とした説明活動を通して -	20
	【授業研究5】高等学校物理 「運動の法則」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 摩擦力の測定結果を考察する活動を通して -	26
	【授業研究6】高等学校物理 「電流」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - シリカ電球を教材とした実験の工夫を通して -	31
	【授業研究7】高等学校理科総合B「生命の移り変わり」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 古生物化石を教材とした説明活動を通して -	36
	【授業研究8】高等学校地学 「太陽と太陽系」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 衛星写真を用いた教材の工夫を通して -	41
3	研究のまとめ	46

## 1 研究主題に関する理科の基本的な考え方

### (1) 理科における豊かな学びについて

前回（平成17，18年度）の教科に関する研究より

児童生徒が自然にかかわりながら自らの内に問いをもち，目的意識をもった観察，実験などを主体的に行い，知識や技能を習得したり科学的に調べる能力を身に付けたりしながら，理科の学習と体験活動や日常生活との関連を図ることにより，学習した内容を実感を伴って納得し，「なるほど」，「そうだったのか」と知的な達成感を得ることができる学びであるととらえた。

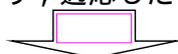
### (2) 理科における「児童生徒の豊かな学びをはぐくむための授業の創造」について

理科の学習で重要なこと

理科の学習では，児童生徒が知的好奇心や探究心をもって，自然の事物・現象に進んでかかわり，自ら問題を見だし，目的意識をもった観察，実験を行い，観察・実験技能を習得し，観察，実験の結果を考察して，結論を導き出し表現する一連の過程を通して，科学的に調べる能力や態度を育てるとともに，科学的な認識を図り，科学的な見方や考え方を養うことが重要である。

今回（平成19年9月）の「研究主題に関する実態調査」の結果より

校種間に差はあるものの「実験や観察，実習などの体験的な学習をしたとき」，「友達と話し合いながら学習したとき」，「学習したことを生かして，別の問題を解いたとき」に「わかった，できた」と感じる児童生徒の割合が高かった。これらのことから，児童生徒にとって「わかる授業」にするためには，観察，実験，栽培，飼育，ものづくりなどの体験を重視し，知識や考えを言葉によって表現し，グループや学級全体での話し合いの中で，考えを深めたり，見つめ直すことができるようにする。そして，習得した知識や技能を使って，別の問題について考えたり，適応したりすることが大切である。



豊かな学びをはぐくむためには，観察，実験や自然体験，科学的な体験を一層充実させ，これらの体験から得られた結果について科学的な言葉や概念を適切に使って考えたり，説明したり，検討したりすることにより，基礎的な知識・技能を習得させたり，科学的な思考力や表現力を育成したりすることが大切である。

また，学習した原理や法則などが日常生活や社会の中でどのように使われているか調べたり，日常生活や社会に適用したりして，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ることも大切である。

そして，このような学びが，理科における「児童生徒の豊かな学びをはぐくむための授業の創造」につながると考える。

### (3) 主題に迫るための手立て

ア 言葉を重視し，自分の考えを表現する学習指導の工夫

イ 体験を充実し，原理や法則の理解を深める学習指導の工夫

ウ 実社会や実生活との関連を図り，学ぶ意義や有用性を実感する教材の開発

理科では，研究主題に迫るために，上記のア～ウを主な手立てとして，授業研究を行った。授業実践にあたっては，研究主題に基づき，指導方法の改善や教材・教具などの手立てを講じ，小学校2校・中学校2校・高等学校4校（物理・地学）で授業研究を行った。

## 2 授業研究

【授業研究1】小学校第5学年「てことつり合い」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 空き缶つぶし機づくりを通して -

### (1) 授業研究のねらい

児童は、日常生活との関連を意識した学習活動を行うことにより、興味・関心が高まるだけでなく、さらに基礎的な科学概念や知識、技能等の定着、科学的な思考力の育成にもつながっていくものと考えられる。そこで、児童の日常生活との関連を重視し、既習の知識や技能を活用できるような指導の充実を図ることが重要である。

理科学習に関する実態調査（平成19年10月9日実施，小学校第5学年34人）によると、「理科の学習は、生活の中で役立っていますか。」という質問に対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた児童は、合わせて17人であった。また、「自分の考えを、他の人に言葉で伝えることができますか。」という質問に対して、「はい」と答えた児童は6人おり、「学習した内容を、言葉を使って表現することができますか。」という質問に対して、「はい」と答えた児童はいなかった。このことから理科の学習が生活に役立つと思っている児童は半数であり、言葉を積極的に使っていると認識している児童は少ないことが分かった。

そこで、授業研究では、児童が「わかった，できた」と感じることでできる豊かな学びを実現するために、小学校第5学年「てことつり合い」の学習において、日常生活との関連を理解しやすい器具をつくるというものづくりを取り上げ、児童がてこの原理を実感できるようにするとともに、ワークショップによる話し合い活動を通して、支点，力点，作用点など，力学的な認識を高めていくこととする。

### (2) ねらいに迫るための具体の手立て

#### ア ものづくりの工夫

児童が、見通しをもって学習に取り組めるようにするために、単元のまとめにものづくりを位置付ける。大型のてこや実験用てこを使って、てこの仕組みや働きについて学習した後に、その知識を利用する場面としてもものづくりを設定する。

てこの働きを身近なものとして感じられるように、学校や家庭で資源ゴミとして集められている空き缶を、小さな力でつぶすことのできる「空き缶つぶし機」の製作を取り入れる。材料には木材と金具のみを利用し、空き缶を硬いものや重いものでもつぶすのではなく、てこの仕組みを活用してつぶすということを意識できるようにする。あらかじめスチール缶を手で押してみる体験をさせることで、てこの仕組みを利用したときに必要な力の大きさと比較させ、てこの働きの実感できるようにする。

#### イ ワークシートを活用したワークショップの工夫

自分の思いや考えを整理し、他の人との相違点・共通点を記録し、それらを基に意見を交換することで学習内容への理解を深めるために、ワークシートを活用したワークショップを取り入れる。ワークシートにはあらかじめ接続詞を記入しておき、図や言葉で自分の考えをまとめるとともに、そのまま他の人への説明に活用できるようにする。話を聞く際にもメモも取り、共通点や相違点を見いだしてその後の話し合いにも活用できるようにする。

ワークショップでは、実感を伴った理解ができるように、製作した「空き缶つぶし機」の使い方や仕組みを実演したり、友達の「空き缶つぶし機」を体験したりして学び合うようにする。

### (3) 授業の実践

ア 単元名 てことつり合い

イ 目標

てこを使い，その仕組みや働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べ，見いだした問題を計画的に追究したり，ものづくりをしたりする活動を通して，てこの規則性についての見方や考え方を深めることができるようにする。

ウ 指導と評価の計画（12時間扱い）

次時	学 習 活 動	評価の観点				評 価 規 準
		関	思	技	知	
第一次 てこの働き	1 棒を使って砂袋を持ち上げよう。					棒を使って小さな力で重いものを持ち上げることに興味・関心を持ち，てこの仕組みを調べようとする。 てこには，支点，力点，作用点の三つがあることを理解している。
	2 おもりの位置や手で押す場所を変えて，手ごたえを比べよう。					てこを使ってものを持ち上げたときの力の大きさの違いを，支点から作用点や力点までの距離と関係付けて考えることができる。 てこの働きを調べるために，支点から作用点や力点までの距離を変えて行った実験結果を正しく記録することができる。
第二次 てこのつり合いとものの重さ	3 てこにつるした荷物を 4 おもりを使って持ち上げよう。					てこにつるした荷物を持ち上げるために，おもりの位置や重さを変えて，てこの傾きの変化を定量的に記録することができる。 実験用てこを使って，てこがつり合うときのおもりの重さや支点からの距離を関係付けて考えることができる。
	5 実験用てこで左右のう 6 でにつけるおもりを 変えてうでの傾きを調べよう。					てこを傾ける働きに関心を持ち，実験を通して，そのきまりを進んで調べようとする。 てこの働きや規則性について調べる実験を計画し，結果を考察することができる。 てこを傾ける働きは，おもりの重さと力を加える位置に関係することを理解している。
	7 てこの棒が傾くときの 決まりを考えよう。					てこの働きや規則性について進んで発表しようとする。 棒が水平につり合っているとき，棒の支点から等しい距離に下げられたおもりの重さは，等しいことを理解している。
第三次 てこを使った道具づくり (本時)	8 「空き缶つぶし機」を 作る計画を立てよう。					てこの働きを利用して，「空き缶つぶし機」を作る計画を進んで立てようとする。
	9 「空き缶つぶし機」を 10 作ろう。					てこの働きをどのように利用すれば，大きな力を得ることができるのかを考えながら，「空き缶つぶし機」を作ることができる。
	てこの働きについて話し合おう。					自作の「空き缶つぶし機」に力を加えたときの力の大きさの変化は，支点から作用点や力点までの距離と関係していることを理解している。 自作の「空き缶つぶし機」が，てこの働きをどのように利用しているのかを，自分の言葉で説明することができる。

### エ 本時の指導

(ア) 目標

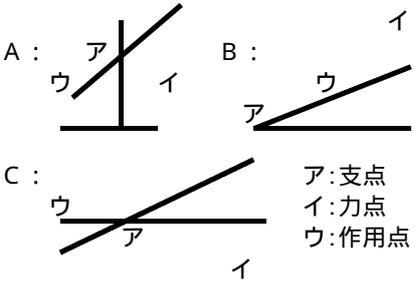
自作の「空き缶つぶし機」に力を加えたときの力の大きさの変化は，支点から作用点や力点までの距離と関係していることを理解している。(知識・理解)

自作の「空き缶つぶし機」が，てこの働きをどのように利用しているのかを，自分の言葉で説明することができる。(科学的思考)

(イ) 準備物

自作の「空き缶つぶし機」，ワークシート，画用紙，マジックペン，ホワイトボード

(ウ) 展開

学習内容及び活動	指導上の留意点 ( 評は評価)
<p>1 学習課題を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>自作の「空き缶つぶし機」を使って、てこの働きについて話し合おう。</p> </div> <p>2 自分たちで考えた方法で、空き缶をつぶし、ワークシートに結果をまとめる。</p> <p>&lt; 予想される実験方法 &gt;</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(1) 「空き缶つぶし機」の効果的な使い方  (2) 空き缶がつぶれる仕組み (理由)</p> <p>3 ワークショップで説明の際に使用する資料を作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分担して資料を作成する。</li> <li>・説明者と実験演示者を役割分担し、説明の練習を行う。</li> </ul> <p>4 ワークショップを行う。</p> <p>(1) グループごとに役割を確認する。  (2) ワークショップを行う。</p> <p>〔説明者〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>使い方の説明</li> <li>つぶれる仕組みの説明</li> <li>実験演示</li> <li>見学者による実験</li> </ul> <p>〔見学者〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他のグループの説明を聞き、てこの働きについて見学、体験をする。</li> </ul> <p>5 自分のグループにもどり、てこの働きについてまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各自がワークショップで体験した結果を、ワークシートにまとめる。</li> <li>・授業を振り返り、自己評価を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前時の学習でいくつかの仕組みの異なる「空き缶つぶし機」ができたことを知らせ、空き缶がつぶれる仕組みを調べ、てこの働きと関係付けて考える学習であることを確認する。</li> <li>・実験を行って、手応えや缶のつぶれ方などからその効果を確かめるよう助言する。</li> <li>・大きな力が加わるため、「空き缶つぶし機」を倒したり、手をはさんだりすることがないように、周囲を確認してから実験するよう指示する。</li> <li>・実験に際して、力を加える場所、缶を置く場所をどうするかを確認させ、シールを使って示すように指示する。</li> <li>・実験の手順が整理しやすいように、「まず」、「次に」、「そして」等の接続詞をワークシートに記入しておく。</li> <li>・てこの働きと関連付けられないでいる児童には、「支点から力点までの長さ」、「支点から作用点までの長さ」をキーワードとして知らせる。</li> </ul> <p>評 自作の「空き缶つぶし機」に力を加えたときの力の大きさの変化は、支点から作用点や力点までの距離と関係していることを理解している。(ワークシート)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験するとともに、仕組みについて言葉で伝え合うことを確認する。</li> <li>・見学者と説明者を交代で分担し、すべてのタイプの「空き缶つぶし機」について見学、体験できるようにする。</li> <li>・全員が説明にかかわれるように、1つのグループが2回ずつ、4か所に分かれて説明を行う。</li> <li>・他のグループを見て分かったことを記録し、自分のグループと比較するよう助言する。</li> </ul> <p>評 自作の「空き缶つぶし機」が、てこの働きをどのように利用しているのかを、自分の言葉で説明することができる。(観察)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他のグループとの共通点に注目してまとめるよう助言する。</li> <li>・人が乗れる大きなてこを使って演示実験を行い、てこの働きについて全員で確認する。</li> </ul>

#### (4) 授業の分析と考察

##### ア ものづくりの工夫について

「空き缶つぶし機」の製作に当たって、児童は、支点を変えたり、力点や作用点を変えたりして、てこの働きを活用しながら、より小さい力でつぶせるよう工夫していた。図1の振り返りカードの記述内容にあるように、30人の児童が、てこの働きをものづくりに利用することができたととらえられる。

支点を端にするタイプのを考えたグループでは、力点を支点の近くに、作用点を支点から遠くに設定してピンセットのように使うことを考え、空き缶をつぶすことができないでいた。しかし、試行錯誤を繰り返す中で、力点や作用点を逆にするとよいことに気付き、ものづくりを通して、てこの働きを実感することができた。

児童の感想に、「支点、力点、作用点の働きで、スチール缶がつぶれることにとても驚いた。」「おもりがないとつぶれないと思ったけれど、木に自分の力を加えるだけでできてよかった。」とあるように、見るだけでなく、自分で作って試すことによって学習内容を実感できた。「実際にてこを生活に役立ててみたい。」「家に持ち帰って使いたい。」と話していた児童もあり、学習したことが日常生活の中で役立つことが分かったとうかがえる。

今回のものづくりでは、木材を使って目盛りの数字を書いていない「空き缶つぶし機」を作ったが、児童は、自分たちで缶を置く場所や力を加える場所を「番目」や「cm」と説明していた。実験の結果を数値化して処理し、定量的に表現することができた。

記述内容	人数
てこの仕組みで、小さな力でつぶせた。	30人
缶をつぶせてうれしかった。楽しかった。	14人
つぶすには、ちょうどよい場所がある。	14人
各班の「空き缶つぶし機」には共通点がある。	10人
各班の「空き缶つぶし機」には相違点がある。	3人
生活の中で使ってみたい。	1人

図1 「振り返りカード」の記述内容



「空き缶つぶし機」を使った実験の様子

##### イ ワークシートを活用したワークショップの工夫について

図2で示したワークシートを活用することにより、児童は、自分の考えた「空き缶つぶし機」のアイデアを明確にし、支点、力点、作用点の位置について、図を使って的確に表現することができた。また、「まず」、「次に」、「そして」という接続詞の入ったワークシートを使うことによって、全員の児童が「空き缶つぶし機」の使い方を書き、そのまま発表に活用することができた。発表内容についても、「支点から10cmの作用点に空き缶を置

き、支点から1mの力点に力を加えると、簡単につぶせます。」というように、学んだ知識を生かして無駄なく説明することができた。他のグループの発表を聞く際には、自分たちのものと比較しながらメモを取ることができた。

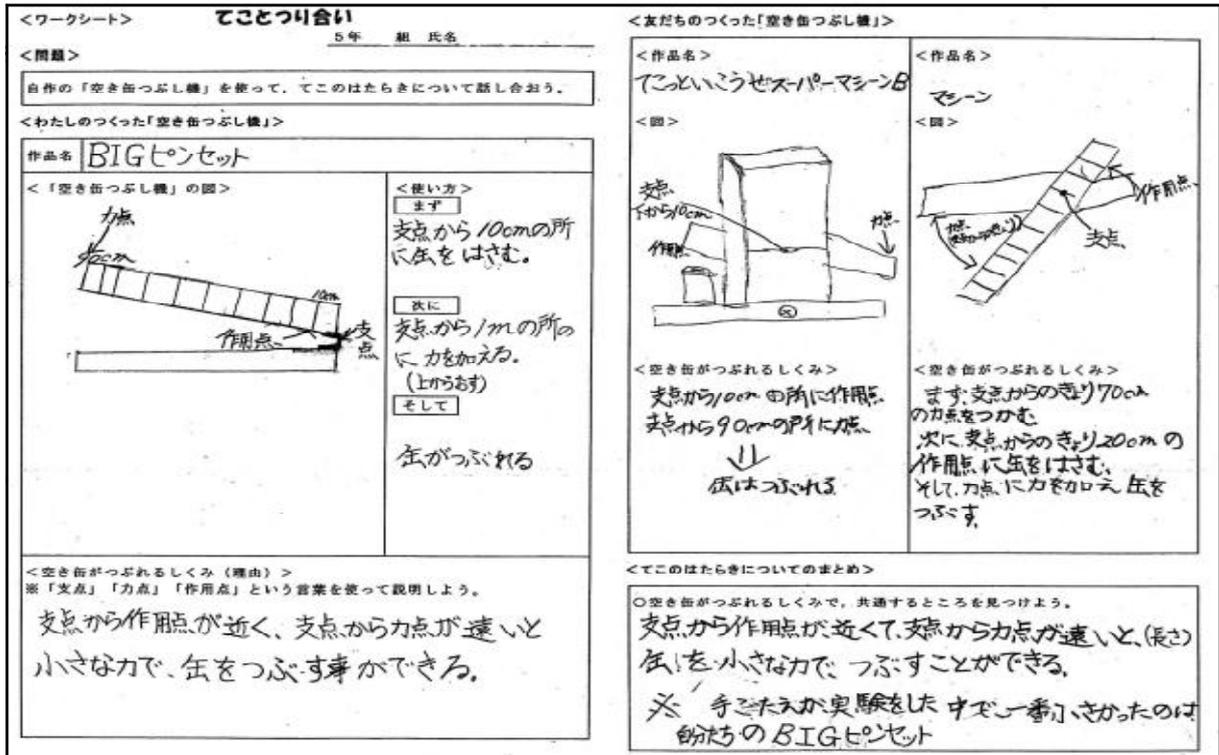


図2 ワークショップに活用したワークシート

ワークショップでは、全員が説明や実験演示を行うため、一人一人がよりよい「空き缶つぶし機」の製作や説明の準備に進んで取り組むことができた。他のグループの「空き缶つぶし機」を体験することにより、どのタイプにも、缶をつぶすのにちょうどよい場所があることに気付くことができた。児童は、各グループに共通するてこの働きについての理解を深めることができたと考えられる。

ワークショップの中で、「うまくいなくて苦労したのはどんなときですか。」という質問があり、それぞれのグループにおける体験を基に活発に話し合うことができた。児童は、手応えによって違いを比較し、てこの働きを実感することができたと考えられる。



ワークショップの様子

「空き缶つぶし機」を製作したときに、「自分の手ではつぶせないのに、てこをはさみのようにしたらつぶせるのが不思議に思った。」という児童は、ワークショップの後、「支点から力点までの距離を近く、支点から作用点までの距離を遠くするとつぶれた。」とまとめた。この児童は、いろいろな「空き缶つぶし機」を体験することで、てこの仕組みを再認識することができたと考えられる。

#### ウ 実態調査から

「理科の学習は、生活の中で役立っていますか。」という問いに対して、「はい」及び「どちらかといえばはい」と答えた児童は、学習前の17人から学習後は26人に増えている。「てこ」、「天気」、「植物」に関する内容を挙げた児童が増えていた。このことから、ものづくりは、学習内容と実生活との関連を考えることに役立ち、他の内容でもその意識が広がっていると考えられる。

また、「自分の考えを、他の人に言葉で伝えることができますか。」、「学習した内容を、言葉を使って表現することができますか。」という問いに対して、「はい」と答えた児童は、学習後に増えている。ワークショップにおいて、積極的に発言していた児童にこの回答が見られた。このことから、ワークショップを行い、自分の考えや学習した内容を話す機会を設けることで、進んで話すことのできた児童は、言葉をたくさん使っているという認識をもつことができたと考えられる。

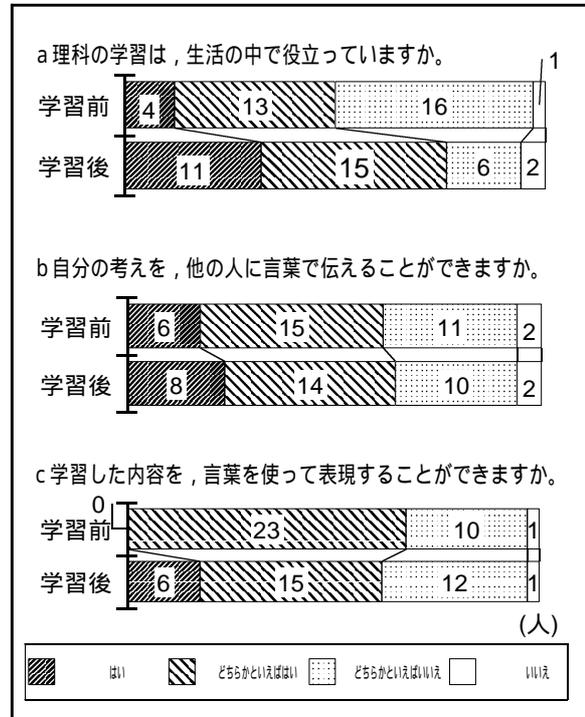


図3 学習前後の児童の実態調査の結果  
(学習前:平成19.10.9実施 学習後:平成19.11.7実施  
小学校第5学年34人)

#### (5) 授業研究の成果と課題

##### ア 成果

- (ア) 実生活との関連を理解しやすい器具をつくるというものづくりを取り入れたことで、児童は、学習内容を実感することができたと考えられる。
- (イ) ワークシートを活用したワークショップを取り入れたことで、児童は主体的に活動し、学習内容に対する理解を深めることができたと考えられる。

##### イ 今後の課題

- (ア) 日常生活との関連を図りながら、児童が進んで取り組むことのできる体験活動を、他の単元で実施することができないかを探りたい。
- (イ) より多くの児童が、学習した内容を言葉を使って表現できるようにするためには、どうしたらよいかをさらに研究していきたい。

【授業研究2】小学校第5学年「ふりこの動き」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方-ものづくりと情報交換の場としての掲示板の活用を通して-

(1) 授業研究のねらい

理科の学習では、さまざまな事象について、予想や仮説を立てて観察、実験を行い、結果をまとめるだけでなく、観察、実験の結果について検討する活動を充実させることによって、子どもたちは考察し、自らの知識を構築することができると思われる。また、このような活動を通して、実験データを整理したり、科学的な言葉や概念を使って、考えたり説明したりすることで、子どもたちの科学的な思考力や表現力の育成を図ることができる。さらに、学習内容と自分たちの生活とのかかわりを理解することで、理科学習の有用性を感じ、学習に対する意欲も増進させられると思われる。そのため、児童が自らの学習内容と生活とのかかわりについて実感を伴った理解ができるようにすることも重要であると考える。

理科学習に関する実態調査(平成20年6月26日実施,小学校第5学年30人)によると、「理科の学習は、あなたの生活に結びついたり、役立ったりしていますか。」という質問に対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた児童は、合わせて22人であった。「実験や観察などで学習した内容を自分の言葉でまとめることができますか。」という質問に対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた児童は、合わせて11人であった。また、「自分の考えを、他の人に言葉で伝えることができますか。」という質問に対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた児童は、合わせて11人であった。このことから理科の学習が生活に役立つと思っている児童は半数以上であり、言葉を積極的に使っていると認識している児童は少ないことが分かる。

そこで、児童の豊かな学びを実現するために、小学校第5学年「ふりこの動き」の学習において、実験結果について掲示板を活用した情報交換を行い、科学的な言葉や概念を使って考えたり説明したりすることで、振り子の運動の規則性についての考察を深めるとともに、振り子のおもちゃづくりを通して、児童が振り子の運動の規則性について実感を伴った理解ができるようにする。

(2) ねらいに迫るための具体の手立て

ア 情報交換の場としての掲示板の活用

児童が見通しをもって実験に取り組めるようにするためには、課題に対する予想を立て主体的に取り組むことが重要である。実験結果が確証であった場合でも反証であった場合でも、予想を立てたことがその後の考察の根拠となる。豊かな学びをはぐくむためには、それらの予想や結果がどのようなものであろうと、吟味をして自分なりに解釈する過程が大切である。この過程で児童は考えを深めることになる。本単元の学習で行う実験において掲示板を活用することで、自分たちの予想や結果だけでなく、他の児童の予想や結果について知り、自分たちの実験についての考え方を吟味できるようにする。また、掲示板に自分たちの考えについて記入させることによって、科学的な言葉や概念を理解して、まとめができるようにする。

イ ワークシートの工夫

掲示板に記入する予想や結果について、理由や根拠が分かりやすくまとめられるようにするために、予想を記入する欄と結果を記入する欄に接続詞や基本となる言葉を記入した

穴埋め形式のワークシートを作成する。このワークシートは、自由記述形式では自分たちの予想や結果についての理由や根拠を明確にした説明ができないグループに対して配付し考えをまとめるための手助けとする。

ウ ものづくりの工夫

児童が学習した内容と自分たちの生活とのかかわりを理解し、児童の意欲を増進させて主体的な活動に取り組めるようにするために、単元のまとめにものづくりを位置付ける。この場面では、児童が学習した知識を活用してものづくりをすることを目的とする。

振り子時計など機械で時間を正確に測るための道具として利用される振り子であるが、現在の時計は、この原理を利用していないものが多い。また、利用している機械式の時計でも、内部構造の一部とされるため実際に確認しにくい。そこで、振り子をより身近に感じさせるために、振り子の原理を利用したおもちゃの製作を取り入れる。振り子部分の基本的な作り方について提示し、長さや重さのバランスを調整したおもちゃを工夫させることで振り子の原理を実感させるようにする。

(3) 授業の実践

ア 単元名 ふりこの動き

イ 目標

振り子の振れ方や動きのきまりに関心をもち、振り子の1往復する時間が変わるための条件を見いだすために、自分たちで計画的に追究できるようにする。そして、それらの結果をもとにして、振り子の特性を利用した「ものづくり」を行い、振り子が日常生活とかかわりをもつことを実感できるようにする。

ウ 指導と評価の計画（8時間扱い）

次	時	学 習 活 動	評価の観点				評 価 規 準
			関	思	技	知	
第一 次	1	ふりこは、どのように動くのだろう。					時計やメトロノームなどを見て、それぞれの振り子の動きが違うことに興味や関心をもつ。 振り子は、一定な往復運動であることに気付くことができる。
第二 次	2	ふりこが1往復する時間はどのように変わるか調べる計画を立てよう。					振り子の振れ方に関心をもち、おもりの重さや振れ幅、糸の長さなどを変えて調べようとする。 振り子が1往復する時間を正確に測るための方法が分かる。
	(本時)	ふりこが1往復する時間はどのように変わるか調べよう。					振り子が1往復する時間が変わる条件を推測できる。 振り子の長さやおもりの重さ、振れ幅を変えて、条件を整えた実験をすることができる。
第三 次	5	ふりこが1往復する時間はどのように変わるかまとめよう。					振り子が1往復する時間の変化をふりこの長さやおもりの重さや振れ幅と関連付けて考えることができる。 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることが理解できる。

6	ふりこの動きを利用したおもちゃを考えよう。				振り子の動きをおもちゃに利用する方法を考えることができる。 おもちゃのイメージ図を書くことができる。
7	ふりこの動きを利用したおもちゃを作ろう。				振り子の動きを利用したおもちゃを作ろうとする。 自作したおもちゃについて、ワークシートにまとめることができる。
8	自作のおもちゃを使ってふりこの動きについて話し合おう。				自作したおもちゃのふりこの動きについて進んで発表しようとする。 自作したおもちゃについて、どこに振り子の動きを利用したかを伝えることができる。

## エ 本時の指導（第二次 第3時）

### (ア) 目標

振り子が1往復する時間が変わる条件を推測することができる。 (科学的思考)

振り子の長さやおもりの重さ, 振れ幅を変えて, 条件を整えた実験をすることができる。

(実験観察の技能・表現)

### (イ) 準備物

鉄製スタンド, 糸, 実験用分銅, クリップ, ストップウォッチ, ワークシート

### (ウ) 展開

学習内容及び活動	指導上の留意点 (評は評価)
<p>1 学習課題を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">           ふりが1往復する時間はどのように変わるか調べよう。         </div> <p>2 グループ毎に実験結果を予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・おもりが重いほど1往復する時間は長くなる。</li> <li>・ふりこの長さが長いほど1往復する時間は長くなる。</li> <li>・ふれ幅が大きいほど1往復する時間は長くなる。</li> </ul> <p>3 ふりが1往復する時間はどのように変わるか実験する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">左上：実験のようす 右上：掲示板に予想をはる児童 左下：掲示板を読む児童</p> <p>4 実験結果をワークシートにまとめ、掲示板に分かったことを書き込む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・おもりの重さが変わっても1往復する時間は変わらない。</li> <li>・ふりこの長さが長いほど1往復する時間は長くなる。</li> <li>・振れ幅が変わっても1往復する時間は変わらない。</li> </ul> <p>5 グループで話し合った実験結果のまとめを発表する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前時に、振り子の長さやおもりの重さ, 振れ幅を変えて実験する計画を立てたことを確認する。</li> <li>・各班の予想を掲示板にはらせてから実験に取りかかるように指示する。</li> <li>・3種類の実験を実施する順番は, 各班ごとに指示し, 次の実験に取りかかる前に先行する班との情報交換ができるようにする。</li> <li>・予想がうまく書けない班には, 書き方のヒントが書かれたワークシートを配る。</li> </ul> <p>・実験は, 10往復分を10分の1秒まで計測し, 計算で1往復の時間を求める時には, 四捨五入して10分の1秒まで求めるようにように指導する。</p> <p>・実験の信頼性を上げるため, 同じ実験を3回程度計測するように助言する。</p> <p>・必要な班には, 計算用に電卓を貸し出す。</p> <p>・おもりの重さを変える場合に分銅を長くつなげないように注意させる。</p> <p>・掲示板を見て同じ実験を行った班の結果と自分たちの結果を比べるように助言する。</p> <p>評 振り子の長さやおもりの重さ, 振れ幅を変えて, 条件を整えた実験をすることができる。 (ワークシート)</p> <p>・実験結果をうまく言葉でまとめられない班には, まとめ方のヒントになるワークシートを配る。</p> <p>評 実験結果から, ふりが1往復する時間が変わる条件を推測することができる。(掲示板, ワークシート)</p> <p>・次時では, 本時で終わらなかった実験を続けてグループごとに行うように指示する。</p>

(4) 授業の分析と考察

ア 情報交換の場としての掲示板の活用について

実験で掲示板を活用することによって、振り子の「長さ」、「重さ」、「振れ幅」のそれぞれを変えた場合について、すべての班がどのような予想を立てて取り組むかを容易に読み取ることができた。表1に示すように、児童も先行する班の予想を見て、予想を書き直す班も見られた。その内容は、予想内容を変更したものより詳しい予想内容に書き換えたものが見られた。実験結果については、多くの班が再実験を行ったり、まとめ方を変更した内容に変えていた。振り子の「長さ」を変える実験では、8班中二つの班が結果をまとめ直した。その内容は、予想と違っていたことを記入した

表1 掲示板に見られた記入内容の変化

(1)ある班の予想の変化 (おもりの重さを変える実験)	
は	おもりの数をふやしてゆらすと、1往復の時間は2秒で、10往復で20秒になる。
修	おもりが重い方が1往復の時間が遅く、軽い方が速くなると思う。
(2)ある班の実験結果の変化 (おもりの重さを変える実験)	
は	2個、3個、4個とおもりをたじして行って、増えれば増えるほど時間が速くなりました。
修	重さを変えた実験では、いくら増やしても、時間は変わりませんでした。

内容から、実験で計測した往復時間を具体的に記入して、振り子の周期の違いに気付いた内容に変更されていた。振り子の「重さ」を変える実験では、五つの班が、結果をまとめ直した。計測した往復時間のほんのわずかの違いから、重い方が速いとする結果の班と重い方が遅いとする結果の班が見られたが、相互に結果を確認し合うことで、再実験や追加実験をして結果を変更し、「どちらも変わらない。」としていた。振り子の「振れ幅」を変える実験では、8班中二つの班が結果を正しい内容にまとめ直すことができた。授業の様子からも、実験を開始する前、予想の記入後、実験結果の記入後のそれぞれの時点で掲示板に書かれた他の班の内容を確認する児童の姿が多く見られた。中には、他の班の予想や実験結果が、自分たちと違うことに気付き、実験班のメンバーを連れて行く姿も見られた。

これらのことから、実験の予想や結果を掲示板に掲示することで、児童相互の情報交換が進み、実験班内での話し合い活動が促進されると思われる。学習後の児童のアンケートでは「掲示板でみんなの実験結果や予想が分かってよかった。」「他の班の考え方が分かって楽しかった。」などの感想が見られた。このことから、児童は掲示板に書かれた内容に関心をもって学習していたことが考えられる。

イ ワークシートの工夫

児童が、振り子の周期について「長さ」、「重さ」、「振れ幅」のそれぞれを変えることで、どのような違いがあるかを調べる実験で、予想や結果について理由付けをしたまとめ方ができるようにするために、図1のようにワークシートを工夫した。予想とまとめの記入欄が自由記述欄になっているワークシートでは、自分の

実験ワークシート①  
5年 組 番 名前

実験の課題  
「糸の長さ」を変えると、ふりが1往復する時間はどうか。

予 想  
わたしは、糸の長さを 変えて長くすると、ふりが - おうぶくする時間がかかると、思っています。

変える条件	変えない条件1	変えない条件2
糸の長さ(糸の長さ)	おもりの重さ	ふいのふれはば

実験条件	10往復する時間を計った時間			1回当たりの時間	1往復する時間
	1回目 ①	2回目 ②	3回目 ③	(①+②+③)÷3 (秒)	1回当たりの時間÷10 (秒)
短い	8.47 <sub>秒</sub>	8.35 <sub>秒</sub>	8.21 <sub>秒</sub>	8.32 <sub>秒</sub>	0.832 <sub>秒</sub>
長い	12.37 <sub>秒</sub>	12.37 <sub>秒</sub>	12.81 <sub>秒</sub>	12.51 <sub>秒</sub>	1.251 <sub>秒</sub>

分かったこと(まとめ)  
糸が長い方が 往復する時間がかかると分かった。

図1 穴埋め式ワークシートを参考にして児童が記入したワークシート

考えがうまく書き表せないとき、児童に対して、「わたしは、( )を変えて( )すると、振り子が1往復する時間は、( )と思います。その理由は、( )。」と穴埋め式で記入できるワークシートを提示することで、児童が予想してから実験に取り組み、予想と実験結果を比べてまとめを書くことができた。実験の予想や結果のまとめが苦手な児童でも、自分の考えを書き表すことで、積極的に話し合うことができた。また、ワークシートを活用することで、それぞれの児童が変える条件と変えない条件が明確になり、どんな違いを調べるかをつかむことができた。このことによって、前項「ア」の掲示板において、実験課題と関連しない予想や結果の記入が見られなくなったと思われる。また、児童一人一人が目的意識をもって実験に取り組むことができたため、グループ内での話し合いが活発になった。

#### ウ ものづくりの工夫について

単元の導入時から学習の最後におもちゃづくりを行うことを知らせてきたため、児童は「振り子の原理を利用したおもちゃ」を作ることを楽しみに学習を進めてきた。製作にあたっては、振り子部分の基本的な作り方について見本を提示し、ストローや竹ひごなどの身近な素材を使ってふりこ部分を製作した。おもちゃの本体となる部分は、ペットボトルや牛乳パックを利用した。児童は、自分が意図した動きに近づくように、振り子部分の長さを調節していた。このことから、児童は振り子の長さや周期の関係を理解して利用することができたと考えられる。図に示すように、この活動で児童が製作したおもちゃは四つのタイプに分かれた。そのタイプ別人数は次のようになった。「一つの振り子を利用して、それを意図した周期で動くように調整したもの(タイプ1)」13人、「複数の振り子を利用し、それらが同時に動く様子を利用したもの(タイプ2)」8人、「複数の振り子を利用し、その周期の違いを利用したもの(タイプ3)」6人、「振り子の動きとその他の動きを組み合わせたもの(タイプ4)」3人である。実際の製作では、児童は調整を繰り返しながら試行錯誤して完成させていた。第8時では、製作した児童が使い方を説明し、参観する児童がそれらを試すことができた。児童は、振り子の原理を自分と違うかたちで利用しているさまざまなおもちゃを知り、互いに驚きと関心をもつことができた。



図2 児童が製作したふりこのおもちゃ

#### エ 実態調査から

学習後に学習前と同様なアンケート(平成20年7月17日実施, 小学校第5学年30人)を行った。図3に示すように、「理科の学習は、生活に結び付いたり、役立ったりしているか。」という問いに対して、「はい」及び「どちらかといえばはい」と答えた児童は、学習前の22人から学習後は29人に増えていた。体験的な活動としてものづくりを行ったことで、学習内容と実生活を関連させることができたと考える。単元の学習進度と意識の変化を検討してみると、学習が進むごとにこれらの意識が高まっていた。このことから、学習の仕上げとしてのものづくりが有効で

あると思われる。また、「自分の考えを、他の人に言葉で伝えることができますか。」という問いに対して、「はい」及び「どちらかといえばはい」と答えた児童は、学習前の11人から学習後は、28人に増えていた。「学習した内容を自分の言葉でまとめることができますか。」という問いに対して、「はい」及び「どちらかといえばはい」と答えた児童は、学習前の11人から学習後は、27人に増えていた。これらの質問についても、同様に検討してみると、第2次の掲示板を利用した実験後に大きく変化が見られた。このことから、児童が予想をもち、実験結果をまとめることや掲示板を利用して他の班との比較検討をすることにより、多くの話し合いがされたと考えられる。また、振り子のおもちゃ作りでも設計図を考える時間で児童が積極的に話し合いながらイメージ画を描く姿が見られた。このように、児童が互いの意見や考えを伝えるために積極的に話し合うことによって、「考えをまとめることができた。」「うまく説明ができた。」などという意識が向上したためと考えられる。

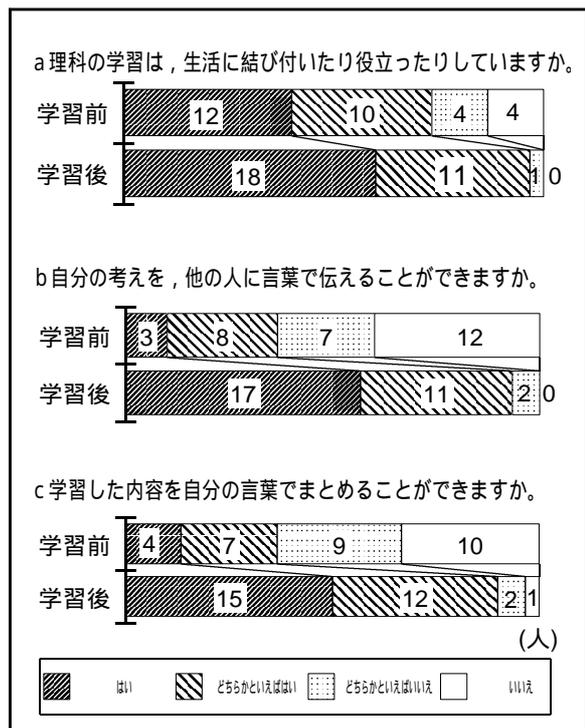


図3 学習前後の児童の実態調査の結果

(学習前:平成20.6.26実施)

学習後:平成20.7.17実施小学校第5学年30人)

#### (5) 授業研究の成果と課題

##### ア 成果

- (ア) ものづくり活動を取り入れることによって、学習内容と日常生活との関連を体験的に理解することができたと考えられる。
- (イ) 実験について児童相互の意見や情報の交換ができる場を活用することによって、児童が積極的に話し合いを行い、言葉を使って考えをまとめることができるようになったと考える。

##### イ 今後の課題

日常生活と科学の関連を意識できるような体験活動の工夫を取り入れた単元の指導方法について検討したい。

#### 参考文献

日置光久・矢野英明.2007.理科でどんな「力」が育つか；p179 東洋館出版社

【授業研究3】中学校第3学年「四季の星座と季節の変化」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 操作的・体験的な活動を通して -

(1) 授業研究のねらい

これまでの生活経験や授業での学習体験を通して、生徒が身近に起こる自然現象の仕組みに気付き、それを言葉で他人に伝えていくことは、教科のねらいを達成することにもつながり、重要である。また、それが同時に分かる授業の展開につながると考える。そのためには、学習過程において、生徒が主体的に取り組みながら多くのことに気付き、学びの喜びや楽しさを味わい、学びの意義を実感しながら確かな学力を身に付けていく必要がある。そこで、学習内容の理解を図る教具や教材の開発を行い、それらを用いた操作的・体験的な活動で、生徒に主体性をもたせるとともに、学習で得た情報を他人に伝えたり、自分の言葉でまとめたりする表現活動を充実させることが重要であると考えた。

理科に関する実態調査（平成19年8月30日実施，中学校第3学年31人）によると、「普段の生活で自然や理科に関係することで不思議に思ったり，興味をもったりすることがありますか。」という質問に対して、「はい」，「どちらかといえばはい」と答えた生徒は，合わせて16人だった。「実験や観察した内容から，考察をすることができますか。」の質問に「はい」と答えた生徒は7人で，「実験や観察などの学習の結果を自分の言葉でまとめることができますか。」の質問に「はい」と答えた生徒は5人だった。「学校で学習する実験や観察は，あなたの生活に結びついていますか。」の質問に「はい」と答えた生徒は7人だった。

このことから，半数近くの生徒は，身近な自然現象について興味や関心をもつことが少なく，実験や観察した内容を考察し，自分の言葉でまとめることに自信がもてない生徒も少なくない。また，理科の学習と日常生活との結びつきを感じていない生徒も多い。

そこで，本授業研究では，中学校第3学年「四季の星座と季節の変化」の学習において，グループでの話し合い活動や自らの学びが実感できるような教具や教材を活用した操作的・体験的な学習を行い，地球とその他の天体の動きへの興味や関心を高め，その知識や科学的思考などの学習目標の定着を図るとともに，理科と日常生活との関連を考え深められるように，学習指導の工夫を行うこととする。

(2) ねらいに迫るための具体の手立て

「四季の星座と季節の変化」では，地球の自転と公転の動きについて同時に考える内容であり，「地球と宇宙」の単元では，特に難易度が高い。しかし，学習内容は，季節による星座の見え方や自分の誕生星座などにつながり，生徒にとって日常生活に関連する単元でもある。そのため，地球と他の天体の位置関係を想像する巨視的な考え方を養うことが重要である。また，地球の自転と公転の動きは混同しやすく，理解のつまずきの原因でもあるので，分けて学習する計画を立てて実践を行う。

ア 操作的な活動

一人一人が星座早見板の操作方法を身に付けて，季節ごとの有名な星座やその日の夜空の星座を調べる活動を行う。また，地球の動きを理解するために各自が製作した自転モデルをワークシート上で操作して，地球の自転方向と各位置での時間帯と，星座や太陽の見える方角について考えを深める活動を設定する。その後，グループごとに公転モデルを操作して自転と公転の違いを明らかにし，宇宙空間での地球の動きについて想像できるよう

にする。

イ 体験的な活動

地球の自転運動を、自らの体で表現する活動を行い、太陽の見える方角や時間帯について考え深めた後、黒板用自転モデルを用いて再度確認する。また、自らの体を使い地球の自転運動を表現しながら星座カードを周囲において、太陽のまわりを公転する実習を行い宇宙空間での地球の公転運動について想像を深められるようにする。

ウ 話し合い活動

季節によって見える星座が違う原因を各グループで話し合いを行い、予想した後に操作的・体験的活動を入れて、季節ごとの地球の動きと星座の見え方を確認する。その後、地球の動きと星座の見え方の関係について、互いに言葉で説明する活動を取り入れる。

(3) 授業の実践

ア 単元名 四季の星座と季節の変化

イ 目標

- (ア) 宇宙における、地球や太陽の動きに関心をもち、他の星座や惑星の位置と関連付けながら、進んで探究しようとする。 (自然事象への関心・意欲・態度)
- (イ) 四季の星座の移り変わりや太陽の1年の動き、季節による太陽高度や昼夜の長さの変化を調べ、それらを地軸の傾きや地球の公転と関連付けてとらえ、考えを深めることができる。 (科学的な思考)
- (ウ) 身近な天体の観察や天体望遠鏡やコンピュータなどで必要な情報を入手したりするとともに器具を正しく取り扱い、目的に応じて安全に観察を進めて事後処理も正しくできる。 (実験観察の技能・表現)
- (エ) 身近な天体の特徴や地球の動きの特性を見いだすことができる。 (知識・理解)

ウ 指導と評価の計画 (5時間扱い)

次時	学 習 活 動	評価の観点				評 価 規 準
		関	思	技	知	
1 四季 (本 時 の 星 座 の 移 り 変 わ り)	四季の星座は、なぜ移り変わるのか、実習を行い考える。 実習1 「四季の星座の移り変わりを調べる。」					宇宙における地球や太陽の動きに関心をもち、他の星座や惑星の位置と関連付けて考えようとする。 季節によって見える星座が変わることを地球の公転と関連付けて考え、まとめることができる。
2	四季の星座の移り変わりや太陽の1年の動きを調べ、それらを関連付けてとらえる。					地球の公転から、太陽が1年間に天球上の星座間を西～東に動くことを見いだすことができる。
2 3 4 5 季節 の 変 化	季節の変化は、なぜ起こるのか、モデルを通して考える。 季節による太陽高度や昼夜の長さの変化について調べ、それらを地軸の傾きと関連付けてとらえる。					季節による昼夜の長さや太陽の南中高度の変化を地軸の傾きと関連付けて考えることができる。 身近な天体を継続して観察したり、天体望遠鏡やコンピュータの操作などを通して、必要な情報を入手したりするとともに、器具を正しく取り扱い、目的に応じて安全に観察を進めて、事後処理も正しくできる。 身近な天体の特徴や地球の動きの特性を見いだすことができる。

## エ 本時の指導

### (ア) 目標

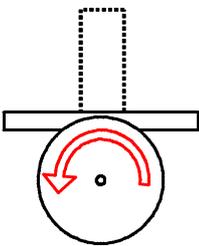
操作活動を通して、四季の星座の見え方の特徴に気付き、その理由を自分の言葉でまとめて、意見の交換ができる。

四季の星座の見え方の特徴は、地球の自転や公転が関係していることに気付き、その動きを自らの体を用いて表現したり、動き方のモデルを利用したりしながら、太陽の見え方も関連付けてとらえようとする事ができる。

### (イ) 準備・資料

地球儀，星座カード，地球自転モデル（生徒），地球自転モデル（教師），地球公転モデル，照明，ワークシート，自己評価カード

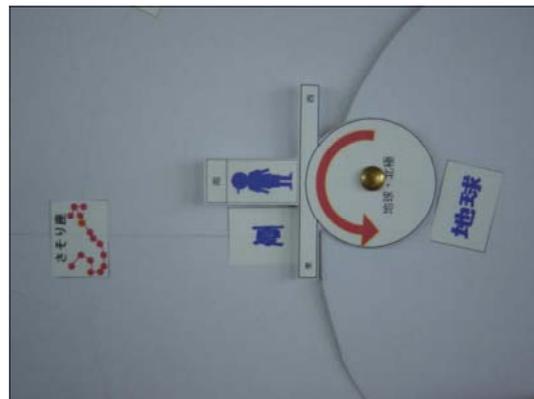
### (ウ) 展開

学習内容及び活動	指導上の留意点（ は評価）
1 今の季節に観察できる星座をあげてみよう。 ・オリオン座，カシオペア座	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒の発表を聞いた後に、今の時期に観察できるものについてふれる。</li> <li>星座早見板を準備して、天体が苦手な生徒も、自分で操作してから発表できるよう配慮する。</li> </ul>
2 本時の学習課題をつかむ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">             季節によって見える星座が違うのはなぜだろうか。           </div> (1) ワークシートの図で考える。 (2) 自転モデルを使って考える。 (3) 自分の言葉でまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時の学習における、評価の観点を伝え、活動意欲を高める。</li> <li>各グループをまわり、生徒それぞれが作成した自作自転モデルを使いながら、ワークシートの図をヒントにして、考えてみるように助言する。</li> <li>季節によって見える星座が変化する理由をワークシートに記入させる。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>自転モデル</p> </div>
3 話し合い活動を行う。 (1) グループで理由を話し合う。 (2) グループで意見をまとめる。 (3) 各グループが発表する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分の意見を発表した後、グループで話し合い、他の人の意見を記入させる。</li> <li>代表者が意見をまとめて発表させる。</li> <li>各グループの考えを全体で確認し、賞賛する。</li> <li>「公転」について、確認の解説をする。</li> </ul>
4 実習1を行い確認する。 (1) 星座カードをもって太陽を中心とした宇宙空間を表現した活動を行う。 (2) 公転モデルから宇宙空間での地球の運動のようすを知る。 (3) 地球の動きと星座の見え方、1年間の太陽の見え方と動きについて考えを深め、発表する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>星座カードを配布して太陽を中心に円をつくり、地球役の生徒が回転しながら、太陽(電球)のまわりを移動し、季節によって見える星座を確認する。</li> <li>自作公転モデルを準備して、自由に操作させて、季節ごとに見える星座はどのように変化するか、太陽の見え位置がどのように変わってくるのか、操作を支援しながら助言する。</li> <li>自作公転モデルは、地球を北から見た図であることを注意するよう伝える。</li> <li>地球の公転によって季節ごとに見える星座が違う理由とどのように変化していくのかを話し合い、考えをそれぞれ板書する。</li> <li>宇宙における地球や太陽の動きに関心を持ち、他の星座や惑星の位置と関連付けて考えようとする。（発表・ノート）</li> </ul>
5 本時のまとめをする。 (1) 学習したことを全体で確認する。 (2) 自己評価カードを記入する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>重要語句の意味を確認する。「公転，黄道」</li> <li>ワークシートに季節ごとに見える星座が違うのはなぜか自分の言葉でまとめる。</li> <li>季節によって見える星座が変わることを地球の公転と関連付けて考え、まとめることができる。（発表・ノート）</li> </ul>
6 次時の予告を聞く。	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽に動きについては、次時に学習することを伝える。</li> <li>学習の評価と感想を記入する。</li> </ul>

#### (4) 授業の分析と考察

##### ア 操作的な活動の導入について

星座早見板を使って、目的とする日時 of 星座を自ら操作して探し出し、その過程で季節によって見える星座が違うことに気付くことができた。「すごく分かりやすい。便利なものだ。」「何月何日の何時頃にどんな星が見えるか分かってよかった。自分で観察したい。」という感想の生徒もあり、操作技能の習得とともに興味や関心を高めるのに効果があった。また、ワークシート上の自転モデルや、公転モデルの操作活動を通して、地球の自転と公転の違いを認識し、宇宙空間での地球の動き方を想像することができた。



自作公転モデル

また、「地球は自転しながら公転しているなど、とても複雑な動きをしていることが分かった。」「地球が回り、かつ太陽のまわりを回っているのは不思議だな。」「地球の公転は、1か月に30度ずつ動き、地球の自転は、1時間に15度動いていることが分かった。」と、自転と公転を分けて考えている感想や地球の動き方を時間と角度から考える生徒もあり、地球の動きのモデル化により、宇宙空間を考える巨視感が養われたと考えられる。

##### イ 体験的な活動の導入について

体を使った地球の自転の表現活動によって、太陽の見える方角と時間帯について理解を深め、星座カードを使いながら太陽のまわりを公転する実習を行うことで、宇宙空間での地球の運動のようすについて、想像を深めることができた。「今日の学習は、実際に太陽と地球の位置関係を体を使って分かりやすく勉強できて面白かった。」「カードが分かりやすかった。」「季節によって見える星座の違いが実習によってよく分かった。」とする感想



体で表現する公転

もあり、体験的な活動で地球の動き方についての理解を深めることができたと考えている。

##### ウ 話し合い活動について

図1のワークシートに示すように、季節によって見える星座が違う理由について、予想の段階では、「地球が回っているから」、「地球のいる位置で変わるから」など、これまでの経験から漠然と地球が動いているからと書いているものが多かった。しかし、「地球が太陽のまわりを一年かけて一回転しているから。」と公転を認識していた生徒もあり、予想の話し合い活動で互いの知識を教え合うことになり、その結果、見通しをもった学習活動を行うことができた。また、操作的・体験的な活動を終えた後の学習のまとめの段階で、理由を「地球が自転しながら公転しているから」と両方の語彙を使い記入した生徒が多く、他人に説明する活動が知識の定着に効果があったことが分かった。

2 四季の星座と季節の変化 1 四季の星座はなぜ移り変わるのか。

11月16日 3年 組 名前

◎ 地球の公転によって季節ごとに見える星座はどのように変化するか

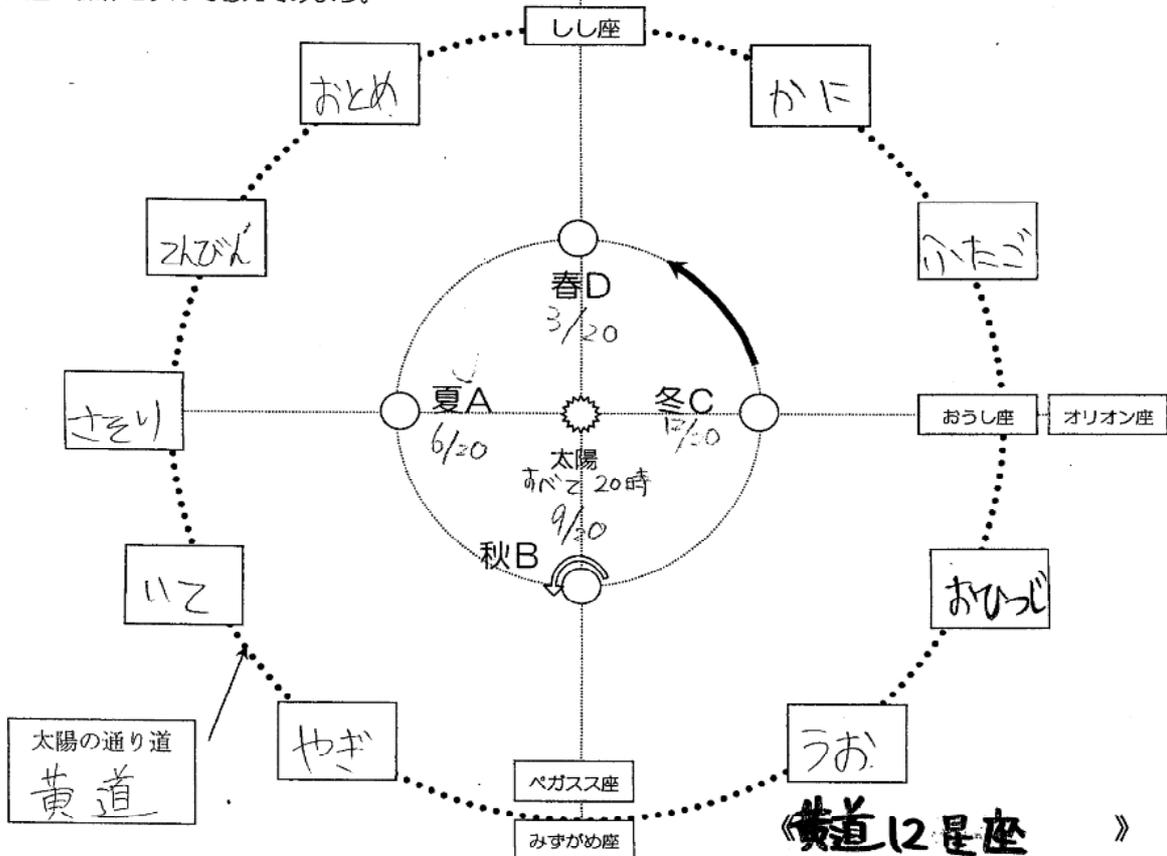
? 季節を代表する星座をあげてみよう。

春に見られる星座	夏に見られる星座	秋に見られる星座	冬に見られる星座
かに、おし、ふたご、しし、おとめ、さそり、いて、せき、みずがめ、うお、おひし	おし、ふたご、しし、おとめ、さそり、いて、せき、みずがめ、うお、おひし	おし、ふたご、しし、おとめ、さそり、いて、せき、みずがめ、うお、おひし	おし、ふたご、しし、おとめ、さそり、いて、せき、みずがめ、うお、おひし

季節によって見える星座が違うのはなぜだろうか。

自分の考え→発表	友達の考え
地球が回っているから。 星がみえるところとみえないところがある	①星が動いているから ②地球が自転しているから

実習・操作モデルで考えてみよう。



季節によって見える星座が違うのはなぜか。(地球が自転しながら公転しているから。)

地球の公転によって、季節ごとに見える星座はどのように変化するのだろうか。

(同じ時刻に観察すると東~西へおおよそ、日約1°ずつずれる(360÷365))

【重要語句】

公転	こうてん	地球が太陽を中心として1年周期で回ること
黄道	こうどう	地球公転に伴って太陽が星の間を動いてく行に見える。その軌跡の道のこと

- Q 地球がDの位置の時、真夜中、南の空に何という星座が観察できるか。(しし座)
- Q 地球がCの位置の時、真夜中、南の空に何という星座が観察できるか。(おうし座)
- Q 地球がAの位置の時、夕方6時ごろ太陽はどの方向に見えるか。(西)

学習の感想  
初めて星座早見板を使ってすごく分かりやすかったです。最初は全然使えなかったけど、よくよく見ると分かるようになっておもしろい。

図1 ワークシート

## エ 実態調査から

図2の「普段の生活で自然や理科に関係することで不思議に思ったり、興味をもったりすることがあるか。」の質問に、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた生徒が16人から26人に増えた。感想にも、「これからもっと星座について調べてみたい。」との記述があった。このことから、これまで、身近の自然現象にあまり関心がなかった生徒の興味や関心が高まったと考えられる。

では、「はい」、「どちらかといえばはい」を合わせると学習前と比べて増えている。お互いの学びを説明し合うことで地球の動きに関する知識が定着し、考察やまとめがやりやすくなったと考えられる。

の「学校で学習する実験や観察は、あなたの生活に結びついているか。」の質問に「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた生徒が18人から27人に増えている。感想にも、「いつでも、見たい星座が見られるわけではないことが分かった。」、「普段あまり気にしていない星でしたが、少し興味をもって見たら、とても深くおもしろいと感じることができました。」とあり、学習内容と日常生活の結び付きを考えている感想も見られた。

## (5) 授業研究の成果と課題

### ア 成果

- (ア) 操作的・体験的な学習は、身近な自然現象について興味や関心を高め、学習内容と日常生活との結び付きを考え深めるのに効果大きい。また、宇宙空間での地球の動きのように、生徒の「想像」を伴う学習内容では、自らの手で操作したり、体を使って表現したりする活動で思考力が高まり、理解を深めるのに役に立った。
- (イ) 予想についての話し合い活動からは「知識」を、操作的・体験的な活動からは「経験」を、他人への説明活動からは「思考」をそれぞれ共有化することができた。すなわち、言葉で説明する活動によって断片的な知識や経験がまとまり、学習のまとめがスムーズに進み、学習内容を実感することができたと思われる。このような生徒の主体的な活動は、「個」を大切にしている指導にもつながり、確かな学力の定着にも効果があると考えられる。

### イ 今後の課題

- (ア) 身近な自然現象の観察や実験から、しくみや規則性などを見いだす考察の過程で、生徒の主体性を大切にしながら、豊かな発想を引き出す方法を考えたい。
- (イ) 学習に対する内発的な動機付けにもつながる「目的意識」は、重要であるので、日常生活における生徒の知的好奇心を学習の目的意識までに高める手立てを考えたい。

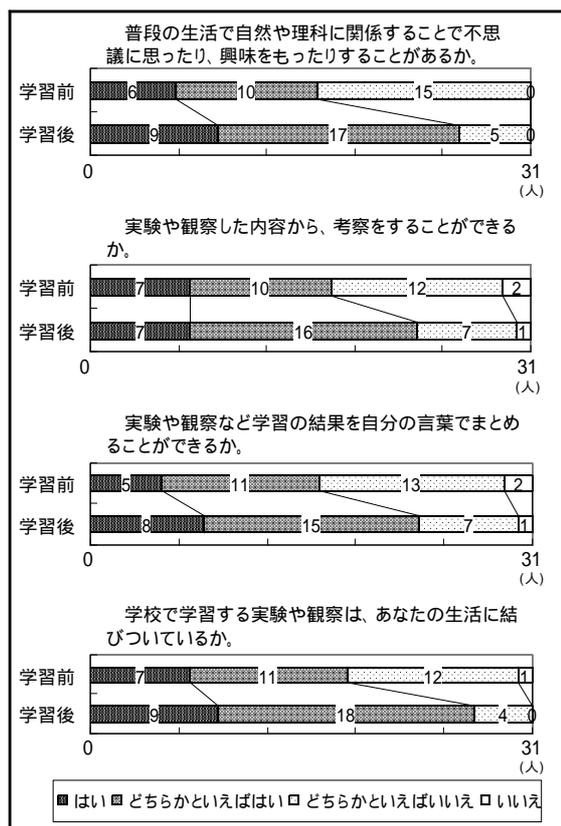


図2 本単元に関する学習前後の生徒の実態調査  
(学習前：平成19.8.30 学習後：平成19.11.30  
第3学年31人)

【授業研究4】中学校第2学年「電気の利用」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 電気器具を教材とした説明活動を通して -

(1) 授業研究のねらい

「わかる授業」とは、身の回りの現象を、学習した概念を用いて思考、判断できる力を身に付けさせることができる授業であると考え。生徒に学習した概念を用いて思考、判断する力を身に付けさせるためには、科学的な「体験」を充実させ、「言葉」を適切に使い説明したり、検討したりする活動を工夫する必要がある。つまり、学ぶ意義や有用性を実感させる教材として身の回りのものなどを用いることにより、学習した原理や法則などが実生活や実社会において、どのように活用することができるのかを考えさせ、学習した概念をもとに自分の考えを発信できるような活動の工夫が、「わかる授業」につながると考えた。

理科に関する実態調査（平成20年6月9日実施，中学校第2学年39人）によると、「あなたは、理科の学習でどんなときが楽しい（うれしい）ですか」という質問に対して、4分の3の生徒が「学習している内容が分かったとき」と答えた。これは、「観察、実験をしているとき」に次いで多かった。生徒は、体験活動はもちろん学習内容が理解できたときに学ぶ楽しさを感じていることがうかがえる。「学校で学習する観察、実験は、あなたの生活に役立っていますか。」という質問に対して、「はい」と答えた生徒は、7人であった。「観察、実験の結果や考察を友達に説明することができますか。」という質問に対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と、「いいえ」、「どちらかといえばいいえ」が半々であった。理科の学習に有用性を感じている生徒が少ないのは、理科の授業で学習した内容と実生活との結び付きを感じていない生徒が多いためであると考え。また半数の生徒は、学習内容を「言葉」を適切に使って説明することができないことから、学習内容の理解も不十分なのではないかと考えられる。

そこで、本授業研究では、中学校第2学年「電気の利用」の学習において、身の回りの現象を、学習した概念を用いて思考、判断できる力を身に付けさせるために、身近な電気器具を教材として、既習内容をもとに電気器具のよりよい利用の仕方を提案するという説明活動を行い、実社会や実生活との関連を図る工夫をする。

(2) ねらいに迫るための具体の手立て

ア 実社会や実生活との関連を図る工夫

身の回りで電気が光、音、熱、運動などに利用されている例を導入として電流から熱や光を取り出せることや電熱線を使った実験を通して、電力の違いによって発生する熱の量に違いがあることを学習した後、実際に電気器具を使ってその違いを体験する場を設定する。身近な電気器具に表示されている消費電力（ワット数）とその器具の働きについて、五感を使って調べさせ、消費電力が大きいものの方がその働きが大きいことを実感させるようにする。さらに、電気器具のカタログも用意し、カタログには必ず消費電力の大きさが表示されていることに目を向けさせ、生徒がその活用方法を見だし、学習したことの有用性を感じられるようにする。

また、インターネットを活用し、電力会社からの節電についてのお知らせを提示することで目的意識をもたせるとともに、節電のためのよりよい電気器具の利用の仕方を一人一

人に提案させる活動を通して、理科の学習が実社会や実生活と深くかかわっていることを実感できるようにする。

#### イ 説明活動の工夫

身近な電気器具に表示されている消費電力（ワット数）とその器具の働きについて調べた後、グループごとに自分のワークシートをもとに話し合い、担当になっている電気器具について小黒板に記入して掲示し、分かったことを全体に説明する活動を行う。その結果をもとに、電気器具のよりよい利用の仕方を考えさせ、ワークシートにまとめる活動に取り組ませる。

ワークシートは、身近な人への提案という形にして裏面に書き方の例を示したものを用意し、考察やまとめを自分の力では書くことが難しい生徒でも取り組みやすいように工夫する。提案する内容のほかに、提案した理由について学習した内容や言葉を使って説明させることにより、より確かな知識の定着が図れるようにする。

### (3) 授業の実践

#### ア 単元名 電気の利用

#### イ 目標

- (ア) 電流による熱や光の発生などに関する観察、実験を進んで行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。（自然事象への関心・意欲・態度）
- (イ) 電流による熱や光の発生などを調べる方法を考え、観察、実験などを行い規則性を見いだすことができる。（科学的な思考）
- (ウ) 電流による熱や光の発生の観察、実験などを行い、自らの考えを導き出した観察・実験報告書を作成したり発表したりすることができる。（観察、実験の技能・表現）
- (エ) 電流による熱や光の発生などの基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。（自然事象についての知識・理解）

#### ウ 指導と評価の計画（4時間扱い）

次	時	学 習 活 動	評価の観点				評 価 規 準
			関	思	技	知	
1 電気の量を調べよう	1	電流の利用の例を日常生活の中から見つける。 使用する電気の量を電力で表すことを知る。					さまざまな電流の利用の例を見つけようとする。 電力や熱量について理解し、それらの単位の知識を身に付けている。
2 電気器具の働きを調べよう (本時)	2	電流によって熱を発生する実験を行い、電力と発生する熱との関係を調べる。					電流によって熱を発生させる実験を行い、電力と発生する熱の関係を調べることができる。 電力が大きいほど発熱量が大きいことを見いだすことができる。
	3	電力と発生する熱との関係をとらえる。  電力による熱や光などの発生のちがいを調べ、観察、実験報告書を作成したり説明したりする。					電力の大きさと発熱の関係を理解し、知識を身に付けている。  電力の大きさと、熱や音、光、運動などに利用する電気器具の働きとの関係を調べる実験を行い、説明することができる。 省エネルギーを考えながら電気を適切に利用していこうとする。

エ 本時の指導

(ア) 目標

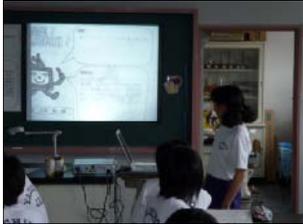
電力の大きさと、熱や音、光、運動などに利用する電気器具の働きとの関係を調べる観察、実験を行い、自らの考えを導き出した観察・実験報告書を作成したり説明したりすることができる。

省エネルギーを考えながら電気を適切に利用していこうとする。

(イ) 準備・資料

電球 (30W・60W・100W), 扇風機, ドライヤー, トースター, ハロゲンヒーター, アイロン, ラジカセ, 電化製品のカタログ, ワークシート (実験用・報告書), 学習カード, 小黒板, PC, プロジェクタ, スクリーン

オ 展開

学習内容及び活動	指導上の留意点 ( は評価)	
	T 1	T 2
<p>1 学習課題をつかむ。</p> <p>(1)電力会社からのお願いを知る。</p> <p>(2)学習課題を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>身近な電気器具をどのように利用していったらよいだろうか。</p> </div> <p>2 身近な電気器具の電力の大きさとその働きとの関係を調べる。</p> <p>(1)予想を立てる。</p> <p>(2)各班で選んだ電気器具を使って調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電球</li> <li>・扇風機</li> <li>・ドライヤー</li> <li>・アイロン</li> <li>・ラジカセ</li> <li>・カタログ</li> <li>・ハロゲンヒーター</li> <li>・トースター</li> <li>・ポット</li> </ul> <p>(3)グループで話し合う。</p> <p>(4)結果を小黒板に記入し、発表する。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>表示されているワット数が大きいほど、電気器具の働きは大きい。</p> <p>電力が大きいほど、光、音、熱、運動などの働きが大きい。</p> </div> <p>3 報告書 (節電のメッセージ) を作成し、発表する。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>4 本時のまとめをする。</p> <p>5 本時の学習を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・学習カードを記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力会社のホームページにある「でんき予報」「節電のお願い」などを提示し、電気器具の働きと電力表示との関係を意識させるようにする。</li> <li>・前時に学習した電力の大きさと発熱の関係を振り返り、予想を立てさせるようにする。</li> <li>・電気器具の電力表示を確認してから、明るさや音の大きさの違いなどを体感するようにさせる。</li> <li>・2～3種類の電気器具について調べさせるようにする。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・音や光も電力が大きければ働きが大きくなることをおさえない。</li> <li>・学んだことをもとに、節電を呼びかけるような報告書をまとめさせるようにする。 省エネルギーを考えながら電気を適切に利用していこうとする。 (発表・ワークシート)</li> <li>・電力会社の提案を紹介する。</li> <li>・学習カードに本時の反省と節のまとめ、感想を記入させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力会社のホームページをスクリーンに映す。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒が発表した予想を板書する。</li> <li>・傍観者になりがちな生徒やワークシートに実験結果を書けない生徒の個別支援にあたる。</li> <li>・実験器具に不備があった場合に対応する。 電力の大きさと、熱や音、光、運動などに利用する電気器具の働きとの関係を調べる実験を行い、説明することができる。 (発表・ワークシート)</li> <li>・実験のまとめを板書する。</li> <li>・報告書をまとめられない生徒に個別に支援する。</li> <li>・生徒の提案書をスクリーンに映す。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p>省エネルギーを考えながら電気を適切に利用していこうとする。(発表・ワークシート)</p>

#### (4) 授業の分析と考察

##### ア 実社会や実生活との関連を図る工夫について



扇風機を調べる生徒

ハロゲンヒーターの強と弱，W数が大きく違う2台の扇風機など，生徒たちは数値の違いによる器具の働きの違いを五感でとらえて理解し，記録することができた。

図1のワークシートからは，電気を熱に変える働きをする電気器具は電気を光や音，運動などに変える働きをする電気器具に比べて大きな電力を使うことに気付いたり，省エネタイプの電球は，小さな電力で大きな働きをすることに目を向けたりしていることが分かる。このこと

電気製品	ワット数	気づいたこと
光 スタンドライト	10W ) 同じ 60W ) 417 ① 12W	・60Wの方が明るかった。 ・省エネの電球は，12Wでも60Wと同じくらい明るかった。
音 ラジオ (大) (小)	13W 0.9W	・13Wの方が音が大きかった。 ・W数が小さい方は，最大にしてもそんなに大きくならない。
熱 アイロン ハロゲンヒーター	830W ) 1000W ) 400W ) 800W ) 200W )	・大きい方が強い。 ・ハロゲンヒーターは，800W→200とかわると，とんどん熱くよつた。 ・W数が大きい方が熱が出る
運動 せんぷうき (大) (小)	135W 10W	・W数が大きい方が風が強い。

3 わかったこと  
・W数が大きいほど，「音が大きい」「熱い」などということがわかった。  
・熱を出すものは，たくさん電気を使うと思った。

図1 実験用ワークシート

から，導入で提示した「電力会社からの節電のお願い」が，実験の目的意識をもつという点で有効にはたらいたと考えられる。また，電気器具の表示の中に「W」のほかに「A」や「V」の単位を見つけてうれしそうに友達に教えている生徒も見られた。理科で学習したことが日常生活の中で使われていることを知ったり，表示されている内容の意味が分かったりすることが，学ぶ喜びや満足感につながったと考えられる。テレビとエアコンのカタログからは，液晶テレビとプラズマテレビの特徴と消費電力との関係から，どちらのテレビを選んだ方がよいかという意見交換にまで発展していたグループがあった。また，扇風機を調べたあと，エアコンの消費電力をみて，その大きさに驚いていたグループもあった。それらを説明活動用ワークシート（提案書）に書いた生徒もあり，身近な電気器具を教材としたことにより，学習したことが実社会や実生活に結び付いたことがうかがえる。

##### イ 説明活動の工夫について

グループごとに，担当した電気器具について調べて分かったことを小黒板に記入させ，掲示して確認したことや，図2のように説明活動用ワークシート（提案書）の裏面に書き方の例を示したことは，全員が自分なりの提案を書くうえで役立ったようである。また，W数の違いによる電気器具の働きの違いを体感した結果を記入した実験用ワークシートをもとにして，ほとんどの生徒が説明活動用のワークシートに，学



小黒板に記入する生徒



た。これらのことから、生徒は、理科で学習したことと実生活とのかかわりや学ぶことの有用性を実感し、さらに、学んだことを実生活の中で活用しようとする意識が高まってきたのではないかと考えられる。

の「観察、実験の結果や考察を友達に説明することができですか。」という質問に「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた生徒が20人から27人に増えた。自信をもって発表することができた生徒が多かったことから、直接体験したことを基に、自分の言葉でワークシートに提案を作成したことが有効に働いたと考える。「いいえ」と答えた生徒は学習前、学習後とも同じ生徒であった。3人とも、自分でまとめや考察を書くことが難しかったが、ワークシートに提案と理由を簡単に書く

1分野 3章 電流とその利用			
4節 電気の利用 学習カード			
2年 組 番 名前 ( )			
時	学習のポイント	自己評価	わかったこと
7/1	① ・さまざまな電流の利用の例を見つけることができる。(関) ・電力や熱量について説明できる。(知)	 教科書 問題集 発表 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	1秒間に使う電気の量を「W(ワット)」という熱量はJ(ジュール)やcal(カロリー)で表す
7/3	② ・電流によって熱を発生させる実験を行い、電力と発生する熱の関係を調べることができる。(技)	 教科書 問題集 発表 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	W数が大きい電熱線ほど、水の温度上昇が大きかったこと。
7/4	③ ・電気器具のはたらきの大きさと電力の関係を説明することができる。(知)	 教科書 問題集 発表 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	電力(W数)が大きいほど電熱線が熱を出すはたらきが大きかったこと。
7/9	④ ・電力の大きさと熱や音、光、運動などに利用する電気器具のはたらきの関係を説明することができる。(思) ・むだな電気を使わないために心がけるべきことを学習の結果から考えることができる。(関)	 教科書 問題集 発表 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	W数(電力)が大きいほど電気器具のはたらきが大きかったこと。
節のまとめ・感想	<p>1秒間に使う電気の量 = 発生する熱量</p> <p>電力単位 W(ワット) J(ジュール)や cal(カロリー)</p> <p>電力が大きいと熱量が大きい(比列)</p> <p>W数が大きい電気製品は はたらきも大きい。</p> <p>100W 60W</p> <p>感想 AやVとちがうWを知っているような電気製品のW数を見るようになりました。W数を比べてみることが楽しいと思います。</p>		合計点 (教科書・問題集・発表の○の数)  12

図4 学習カード

ことができたことから、自分なりの考えをもつことができたと考えられる。結果や考察を説明できたということは、生徒が学習内容について十分に理解したと考えることができる。

(5) 授業研究の成果と課題

ア 成果

- (ア) 身近な電気器具やテレビやエアコンなどのカタログなどを教材としたことにより、生徒は理科の学習内容と実生活とのかかわりや、学ぶことの有用性を実感できるようになったと考える。また、電気会社からのお願いのメッセージを提示したことによって、理科の学習をもとに、実社会におけるエネルギー問題に目を向けさせることができたと考える。
- (イ) 学習したことをもとに、身近な人たちへ自分の考えを発信するような説明活動を通して、生徒は学習内容をより確かに理解し、学習した内容を自分なりの知識として定着することができたと考える。

イ 今後の課題

- (ア) 他の単元においても、実社会や実生活との関連を図ることができる教材の開発を進めたい。
- (イ) 生徒が科学的な概念をもち、科学的な言葉を用いて説明できるようにするための指導法についてさらに研究を進めたい。

【授業研究5】高等学校物理 「運動の法則」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 摩擦力の測定結果を考察する活動を通して -

(1) 授業研究のねらい

観察、実験は理科における重要な体験である。しかし、観察、実験を行っただけでは、生徒は「面白かった」という感想だけで終わってしまう傾向がある。体験したことを表現することで理解が深められ、他者と体験を共有し交流することで内容の定着が図られると考える。

そこで本授業研究では、実験結果をグラフ化したり言葉を適切に使い説明したりするなどの活動を通して科学的な体験を充実させるとともに、学習した法則性を実生活に適用して学びの有効性を実感させることをねらいとする。

(2) ねらいに迫るための具体的手立て

ア 実生活とのかかわりを大切にし、学んだことの有用性を実感する教材の開発

普通の静止摩擦の実験だけでは、生徒には実生活との関連性や理科の有用性は伝わらない。身近な例を具体的に示すことが必要であると考え。そこで、日常的なものであること、先の実験の結果から予想できるような内容のものであること、実験により検証可能なものであることなどを考慮し、教材を開発した。まずはじめに、木片とばねはかりを利用して、垂直抗力と最大摩擦力の関係を調べ、次に身近な例として、台車を上から斜めに力を加えて動かすとき、斜め上から押すのと斜め上から引くのと、どちらが力が小さくてすむか、について先の実験から予想し、さらに木片とばねはかりを用いて検証実験を行うというものである。そして、いくつかの発展的、日常的な内容について考察させることで、学んだことの有用性を実感させる。

イ 言葉を適切に使用し、科学的な体験を充実させる学習指導の工夫

最大摩擦力の大きさと垂直抗力の関係についての実験では、木片とばねはかりを使って負荷を加えたり取り除いたりして垂直抗力を多様に変化させる。得ら

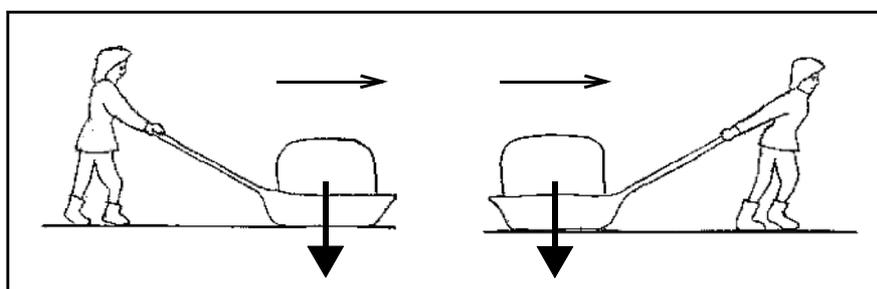


図1 予想を記入するワークシートの一部

れたデータをグラフ化させ、グラフから読み取れることを、自分の言葉で表現させる。

また、日常生活で台車を動かす場合、どのようにすると楽に動かせるかを先の実験の考察から予測し、その理由を図1のようなワークシートに言葉や矢印などを使って記入した後、実験により検証させる。これらの活動を通して科学的な体験を充実させることを試みる。

(3) 授業の実践

ア 単元名 運動の法則

イ 単元の目標

日常に起こる様々な運動に関心をもち、運動と力について意欲的に探究しようとする。  
【関心・意欲・態度】

日常に起こる様々な運動を，運動の法則と関連付けながら考察する。 【思考・判断】  
 運動の法則や摩擦に関する観察や実験などを行い，そこから得られた結果を的確に表現する。 【技能・表現】  
 運動の表し方や重力，浮力など様々な力についての知識を身に付け，日常に起こる様々な運動を力と関連付けて理解する。 【知識・理解】

ウ 単元計画及び評価計画（19時間扱い）

- (ア) いろいろな力 2 時間  
 (イ) 力のつりあい 3 時間  
 (ウ) 運動の法則 5 時間  
 (エ) 摩擦や空気の抵抗を受ける運動 3 時間

時間	学習内容	評価の観点				評価方法等
		関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解	
	静止摩擦力1（本時）					行動観察・ワークシート
	静止摩擦力2（本時）					ワークシート
13	動摩擦力，空気の抵抗と終端速度					行動観察・ワークシート

- (オ) 剛体にはたらく力のつりあい，まとめ 6 時間

エ 本時の指導

(ア) 目標

水平面上の物体にはたらく摩擦力と垂直抗力の関係について関心をもち，意欲的に実験を行おうとするとともに，得られたデータを適切に処理してグラフ化し，結果を的確に表現できる。（第11時）また，日常生活と摩擦力との関係について考察する。（第12時）

(イ) 準備・資料

ワークシート，ばねはかり，木片，摩擦台，分度器

(ウ) 展開

	過程	学習内容及び活動	形態・時間	指導上の留意点と評価
第11時	導入	<p>本時の学習内容を確認する。</p> <p><b>最大摩擦力と垂直抗力の大きさを測定し，その関係を考察して表現する。</b></p> <p>実験の目的，方法，注意事項を把握する。</p>	一斉 10分	<p>実験の目的，方法，注意事項を説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最小メモリの1/10までを読みとる。</li> <li>・間違っって動摩擦力を測定しないように，動き出す瞬間を測定することを注意する。</li> <li>・ばねはかりの0点調整を確認させる。</li> </ul>

第 11 時	展 開	<p>(実験1)</p> <p>垂直抗力を変化させたときの最大摩擦力の大きさを測定する。</p> <p>木片を摩擦台に置き、ばねはかりをかける。摩擦台を水平に引き、木片が動く瞬間のばねはかりの目盛りを読む。(3回)</p> <p>木片を垂直に別のばねはかりで一定の力で引きながらの操作を行う。引く力は2段階で変える。</p> <p>木片を垂直に別のばねはかりで一定の力で押し付けながらの操作を行う。押す力は2段階で変える。</p> <p>データをグラフ化して静止摩擦係数を求め、最大摩擦力と垂直抗力の関係を考察する。結果を黒板に板書する。</p>	グループ 35分	<p>各グループを巡回し、適宜指示する。</p> <p>・ばねはかりが水平になっていることを確認する。</p> <p>安定したデータが得られるよう少し練習させてから記録させる。</p> <p>(評価) 摩擦力と垂直抗力の関係について関心をもち、意欲的に実験を行おうとする。 【関心・意欲・態度】(行動観察)</p> <p>グラフの書き方について適切に指示する。</p> <p>(評価) データを適切に処理してグラフ化し、結果を的確に表現できる。 【技能・表現】(ワークシート)</p>
	ま と め	<p>実験結果を共有化し、摩擦力についてまとめる。</p> <p>片付けを行う。</p>	一斉 10分	<p>次時の学習内容との関連について説明する。</p>
第 12 時	導 入	<p>本時の学習内容を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>摩擦力について学んだことを、実生活との関係で考える。</p> </div> <p>実験の目的、方法、注意事項を把握する。</p>	一斉 10分	<p>前時の学習内容との関連について確認する。</p>
	展 開	<p>(実験2)</p> <p>日常生活で台車を動かす場合、どのようにすると楽に動かせるか考え、実験する。</p> <p>物体を上から斜めに力を加えて動かすとき、引くのと押すのとどちらが力が小さくてすむか、実験1の考察から予測し、その理由をワークシートに記入する。</p> <p>ばねはかりで木片を斜め上から引いたり押ししたりして、木片が動く瞬間のばねはかりの目盛りを読む。</p> <p>結果について考察する。</p> <p>結果を黒板に板書する。</p> <p>摩擦について発展的に考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活での摩擦力のはたらく場面</li> <li>・摩擦力がなくなったら日常生活はどうなるか</li> <li>・今日学んだことは日常生活でどう役立てられるか</li> </ul>	グループ 35分	<p>予測を立てる際は、必ず理由も考え、ワークシートに記述させる。</p> <p>実験1の結果をふまえて、予想させる。</p> <p>黒板にグループごとに板書させ、結果を共有させる。</p> <p>(評価) 日常生活と摩擦力との関係について考察する。【思考・判断】(ワークシート)</p>
	ま と め	<p>自己評価を行う。</p> <p>片付けを行う。</p>	個別 10分	<p>実験結果、考察及び発表などを総合的に考慮して自己評価させる。</p>

#### (4) 授業の分析と考察

ア 実生活とのかかわりを大切にし、学んだことの有用性を実感する教材の開発について

静止摩擦力の実験1(写真)の後、日常的な題材を想定した実験2(写真)を行うことで、生徒は物理を学ぶ有用性について実感することができたと考えられる。

発展的、日常的内容についての考察においては、「今日学んだことは日常生活でどう役立てられるか」という問いに対して、「コート整備をするときのローラーは引いたほうがいい」、「重い荷物をもつときなど(スーツケース)は、引く方が小さな力で運ぶことができる」など、身近な場面での具体的な記述が数多く見られ、実生活とのかかわりを実感できていた。

イ 言葉を適切に使用し、科学的な体験を充実させる学習指導の工夫について

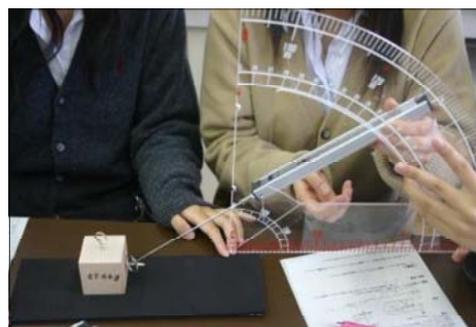
実験1については、写真のように木片にばねばかりを使って負荷を加えたり取り除いたりして垂直抗力を多様に変化させて最大摩擦力を測定した。ほとんどの生徒が図2のようにグラフを正しく書け、グラフから読み取れることを「最大摩擦力と垂直抗力が比例関係にある」と記述することができた。

実験2の予想については、ほとんどの生徒が、「斜め上から引いた方が力が小さくてすむ」という結果を予想できたが、理由の記述には差が見られた。そこで、垂直抗力という言葉を使用しているかどうか、及び意味を正しく認識して使用しているかどうかの二つの観点から分析を行った。

垂直抗力という言葉を使用していたのは、授業参加者29人中19人で、さらにその19名中の17人(89%)が「上に持ち上げる分、垂直抗力が減るので、摩擦力が減るから」などのように、意味を正しく認識して使用していた。一方、垂直抗力という言葉を使用していないのは授業参加者29人中10人で、さらにその10人中の6人(60%)が、「下に押し付けた方が床との摩擦力が大きいから」など、意味を正しく認識して使用していた。また、垂直抗力という言葉を使っているかどうかには差があったが、床に垂直な方向の力に着目するという点では、生徒の記述は共通していた。なかには逆の予想をたてた生徒もいたが、理由の記述を見ると、「垂直抗力が小さいから」というものなどであり、正しい予想を立てた生徒と同様に、最大摩擦力と垂直抗力の大きさの関係については理解していることがうかがえた。予想の検証実験については、写真「実験2の様子」のように、斜め上から押す角度と引く角度を同じにし、どちらが力が小さくてすむかを測定し、多くの生徒が、予想を検証することができた。



実験1の様子



実験2の様子

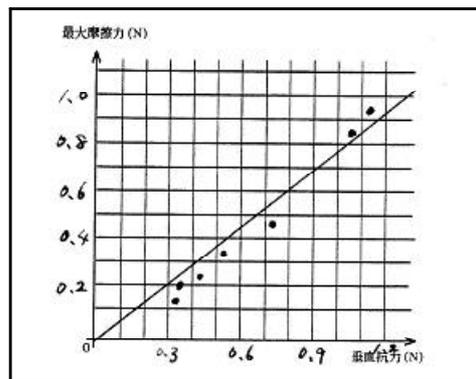


図2 実験1のグラフ記入例

このように、垂直抗力という言葉を使用している方が意味を正しく認識している割合が大きいということから、生徒の活動を適切に表現させることにより、実験という科学的な体験をより充実させ、理解を深めてさせていくことができると考えられる。

#### ウ 事前事後の生徒の実態調査から

図3は、授業研究の事前事後の生徒の意識実態調査の結果である。質問事項の意図は、事項1～3は実生活との関連性に関するもの、事項4、5はグラフや言葉等による表現に関するもの、事項6は興味・関心に関するものである。選択肢はいずれの間も4択とし、「はい」を4点、「どちらかといえばはい」を3点、「どちらかといえばいいえ」を2点、「いいえ」を1点とし4段階の点数で集計を行い、平均点を比較した。事項4では平均点の変化はみられないが、他の問ではいずれも授業後の平均点が伸びていることが分かる。特に、事項

- 1 物理はあなたの身近な生活に、深い関係があると思う。
- 2 物理で学んだことは、あなたの日常の生活に役立つと思う。
- 3 身近な現象を、物理的(科学的)に考えてみたいと思う。
- 4 実験で得たデータを適切に収集、処理し、グラフ等に表すことができる。
- 5 実験して考察したことを整理してまとめ、文章にしたり発表したりすることができる。
- 6 摩擦力について、興味・関心がある。

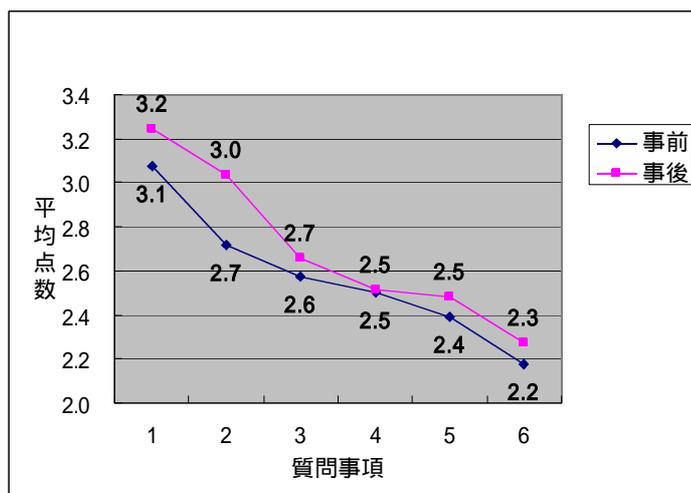


図3 事前事後の生徒の意識実態調査の結果

(学習前：平成19.10.29実施 高等学校第2学年28名  
学習後：平成19.11.2実施 高等学校第2学年29名)

2「物理で学んだことは、あなたの日常の生活に役立つと思う。」の回答が大きく伸びていることから、学んだことの有用性を実感させる効果が大きかったと考えられる。

#### (5) 授業研究の成果と課題

##### ア 成果

- (ア) 実生活とのかかわりを大切にし、身近な例を具体的に示すことで、学んだことの有用性を実感させることができたと考えられる。
- (イ) 言葉を適切に使ったり、検討したりすることで、科学的な体験を充実させることができたと考えられる。

##### イ 今後の課題

今回の授業研究では一定の成果を上げることができたと考えられるが、表現力では生徒間で大きな差が見られ不十分な記述も多かった。今後は、表現力の育成を考えながら実社会や実生活とのかかわりを大切に教材の開発をさらに進めていきたい。

【授業研究6】高等学校物理 「電流」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導  
の在り方 - シリカ電球を教材とした実験の工夫を通して -

(1) 授業研究のねらい

本授業研究では、三つの演示実験と一つの生徒実験を行った。生徒実験はもちろんのこと、演示実験においても、実験方法を考えさせることで、自分の実験という自覚をもたせ、取り組ませた。これにより、予想、結果、考察を自分の言葉で思考させられると考えた。

生徒実験では、実験で使用するフィラメントを白熱電球から取り出したり、加熱や冷却のための器具も身近なものを使用することで、科学と実生活とのかかわりを実感すると考えた。これら実験は、物理 で取り扱う非線形抵抗の学習内容につながり、抵抗率の変化を金属原子の熱運動から考えることで、原子・分子の熱運動のイメージ作りをすることができると考えた。

(2) ねらいに迫るための具体の手立て

ア 身近なものをを用いた科学的な体験の導入について

演示実験の前に、実社会・実生活の中で使われている導線について考えさせる。家庭の電気コードは銅線であるが、輸送用の高圧電線には現在アルミ線が用いられている。同じ太さ・長さの3種の金属棒を各生徒の手に持たせて、重さの違いを体験させる。これらの事実と体験、そして演示実験1、2の結果から、銅線とアルミ線の実用性について考えさせる。

生徒実験では、実生活で用いられる100Wシリカ電球（白熱電球）の内部のフィラメントを用いた。シリカ電球のフィラメントを温度による抵抗率の変化する抵抗として用いることで、授業での学習内容と実生活の関連性をもたせることとした。フィラメントの温度を変化させるためには、生徒が手軽に取り扱うことができるように冷却用としてドライヤーを、加熱用にはガスライターを用いた。また、シリカ電球のガラスを割り、内部構造を探究するという体験をすることで、本授業研究をより生徒の印象深いものとすることができると考えた。なお、前時の最後にシリカ電球のガラスにひびを入れ、穴を開ける作業をさせておき、安全にガラスを取り除くことができるよう配慮した。演示実験と生徒実験を取り入れることによって多くの科学的な体験をすることができると考えた。

これらのことにより、見えない電流（電子の流れ）をより具体的なイメージとしてとらえやすくすることができると考えた。

イ ワークシートの活用について

ワークシートを活用することで、実験の予想、結果、考察の各場面で、生徒に考えさせ、自分の言葉で表現させることができると考える。実験の内容の把握、結果からの考察、知識の習得の程度を知る上でも、生徒自らが、自分の言葉で表現させることが重要になってくる。また、学習内容の定着を確たるものにするために、提出させたワークシートの裏面に実験結果・法則性についての適語補充の「前時のまとめ」を印刷し、次時の導入で配付し、行わせる。これにより、再度言葉で表現し確認することで、学習内容の定着が図られると考える。

このようにして、目に見えない電流・電圧・抵抗をイメージし、実験、結果、考察の各場面において、科学的用語を用いて、それらを表現できると考えた。

(3) 授業の実践

ア 単元名 電流

イ 単元の目標

日常生活の中で起こるさまざまな静電気現象などに興味をもち、その法則性について考えようとする。 【関心・意欲・態度】

抵抗を直列・並列にそれぞれ接続したとき、各抵抗に流れる電流・かかる電圧・合成抵抗がどうなるかを考察し、科学的に判断することができる。 【思考・判断】

電流計・電圧計を正しく接続して使用することができる。オームの法則の実験を行い、グラフを用いて法則性を表現することができる。 【技能・表現】

オームの法則や電流の基本的な原理・法則、金属線の抵抗と断面積・長さの関係、合成抵抗の求め方を理解し、知識を身に付けている。 【知識・理解】

ウ 単元計画及び評価計画（6時間扱い）

時間	学習内容	評価の観点				評価方法等
		関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解	
1	電流と電圧・抵抗					行動観察・ノート
2	オームの法則					行動観察・ノート
	抵抗率とその温度変化(本時)					行動観察・ワークシート
4 5	抵抗の接続					行動観察・ノート
6	電流計・電圧計					行動観察・ノート

エ 本時の指導

(ア) 目標

- ・電気伝導度から大小を判断し、抵抗率は金属の種類によって異なること、さらに抵抗の値は長さに比例し断面積に反比例するという  $R = \frac{\rho L}{S}$  の式の意味を考察することができる。
- ・抵抗率の式  $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$  を理解するために、同一の金属線（フィラメント）において、抵抗率は金属線の温度が上げると増え、温度を下げると減ることを実験で調べることができる。
- ・予想や観察をし、実験結果を自分の言葉で表現し、必要な言葉を用いて法則性を表現したり、考察したりすることができる。

(イ) 準備・資料

直径0.3mm・長さ12mの鉄線、銅線、アルミニウム線を模造紙にU字形にはったもの、30番手と20番手のステンレス線、豆電球&ブザーテスター、実験ワークシート、100Wのシリカ電球（白熱電球）、豆電球、9V乾電池、リード線、ガスライター、ペンチ、ガムテープ、送風機（ドライヤー）

## (ウ) 展開

過程	学習内容及び活動	形態時間	指導上の留意点と評価
導入	抵抗の式 $R = \frac{\rho L}{S}$ の復習 本時の学習内容の確認をする。	一斉 5分	公式の各文字が何の物理量を表すのか確認する。
展開	<p>演示実験1 (長さによるRの違い) ・鉄線が何mまで電球をつけるか実験する。</p> <p>演示実験2 (金属の種類による Rの違い) ・鉄線に比べて銅線・アルミニウム線がより電気を通しやすいか通りが通りにくいか予想を立てて、確認する。 ・3種類の中で抵抗率の大きい金属線を知る。</p> <p>演示実験3 (太さの違いによるRの違い) ・太さの異なるステンレス線どちらが電気を通しやすいか確認する。 ・実験ごとにワークシートに予想を立て、結果・考察を自分の言葉で記入する。</p> <p>抵抗率の温度依存の式 <math>R = R_0(1 + \alpha t)</math> の提示</p> <p>生徒実験 (温度によるRの違い) ・電球のフィラメントを抵抗として用いた回路で、フィラメントの温度をガスライターで熱したり、送風機で冷やすことにより電気の通りやすさがどう変化するか、直列に接続された豆電球の明るさの変化から確認する。 ・フィラメント抵抗率はその温度によってどう変化したかを理解する。</p>	<p>一斉 25分</p> <p>一斉 3分</p> <p>グループ 15分</p>	<p>・鉄線は表面のさびをとることを伝える。 ・どのようにすればこの実験をテスターの短いリード線でできるのかを問う。 ・流れる電流が小さくなると豆電球は暗くなり、ブザー音は小さくなることを確認させる。</p> <p>・3本とも同じ太さ(断面積)であることを伝える。 ・同じ太さ・長さの3種類の金属棒を実際に比較させ、それぞれの金属の違いを確認させる。 ・実生活で使われている導線が銅線であることを知らせる。 ・送電線には、銅線ではなくアルミニウム線が使われていることを知らせ、理由を考えさせる。 (評価) 電気伝導度から大小を判断し、抵抗率は金属の種類によって異なること、さらに抵抗の値は長さに比例し断面積に反比例するという <math>R = \frac{\rho L}{S}</math> の意味を考える。 【思考・判断】</p> <p>・連続的に長さを変えて、ブザー音の大きさの変化を体験させる。</p> <p>(評価) 抵抗率の式 <math>R = R_0(1 + \alpha t)</math> を理解するために、同一の金属線(フィラメント)において、抵抗率は金属線の温度が上がると増え、温度を下げると減るのを実験で調べることができる。 【技能・表現】</p> <p>・電球のガラスを取り除く際、けがをしないように十分注意する。 ・電気の通りやすさから抵抗の大小を判断させる。</p>
まとめ	ワークシートに記入する。 後片づけをする。	一斉 2分	<p>・抵抗率は金属線の温度を上げると増えること、電気抵抗が長さに比例し、断面積の反比例することを確認させる。 ・ワークシートに自分の言葉により本日の実験からわかったことを記述させる。</p> <p>(評価) 予想・観察し、実験結果を自分の言葉で表現し、必要な用語を用いて法則性を表現・考察する。 【技能・表現】</p>

#### (4) 授業の分析と考察

##### ア 身近なものをを用いた体験的な活動の導入について

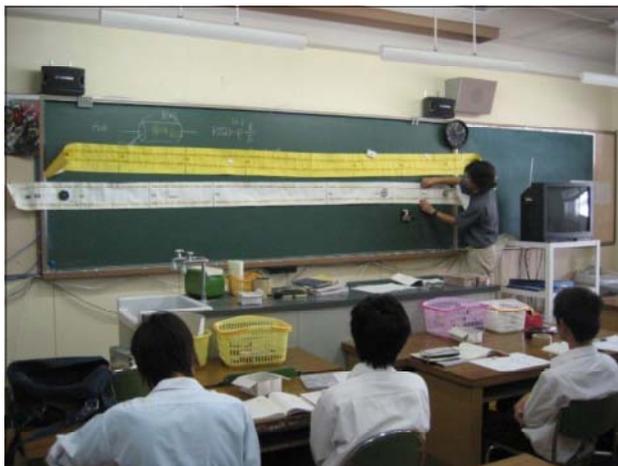
演示実験では、電気コードや送電線で使用している銅線やアルミニウム線、そして金属の代表として鉄線を用いて、実験を行った。生徒は、身近な金属線を用いての実験を課題をもって取り組んでいた。また、シリカ電球のフィラメントを用いて、加熱や冷却の体験をすることで、興味・関心を高め、探究心を高めることにつながったと考える。加熱や冷却には、実生活で使用するガスライターとドライヤーを使用した。不可視の電流をその他の材料を身近なもので体験的な活動により、生徒の中で、より具体的にイメージしやすくなったと考える。

また、普段通常の使い方では割ることができないシリカ電球を、あえて割ることで、電球の内部構造を知り、興味・関心を高め、実感を伴った理解にもつながる体験になったと考える。

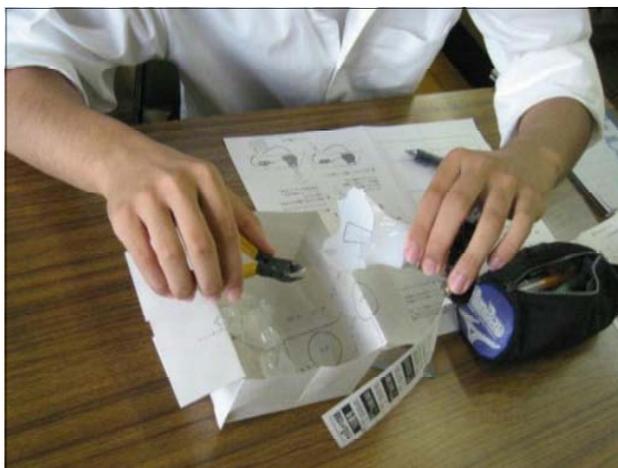
##### イ ワークシートの活用について

実験の結果については、定性的な実験だったにもかかわらず、実験の数値データを詳細に記入し定量的にとらえ、まとめをしている生徒もいた。実験結果・わかったことの欄には、結果から考察し、生徒自身の言葉で、科学的な用語を用いながら表現した記述が多く見られた。

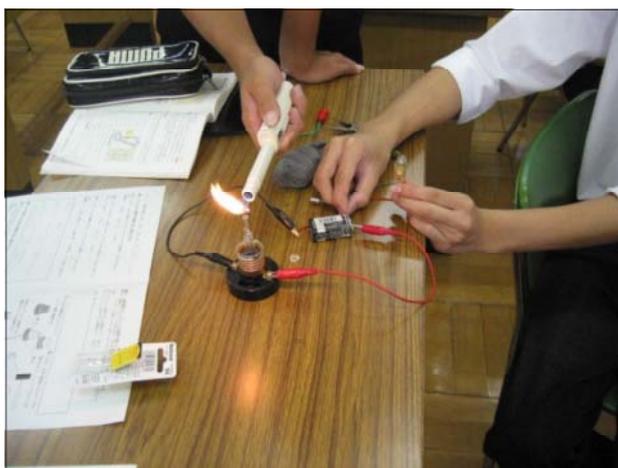
また、学習内容の定着を図るため、提出されたワークシートの裏面に「前時のまとめ」を印刷して配付した。この「前時のまとめ」は、法則性に焦点を絞り、適語補充あるいは二者択一で記述するようにした。再提出されたワークシートには、金属線の抵抗値が、長さに比例し、断面積に反比例すること及び金属線の種類によって抵抗率が異なることをほぼ全員の生徒が正しく表現できていた。できなかった生徒には、添削をすることで、理解を促した。



演示実験 1 , 2 の様子



電球のガラスを取り除く様子



生徒実験の様子

このようにして、生徒は電流をイメージしながら、観察、実験の結果を分析し、考察し、自分の言葉でまとめることができたと考える。

#### ウ 生徒の意識調査から

図1は、授業研究の事前、事後の生徒の意識調査の結果である。ほとんどの質問事項で事後の平均点の上昇が見られた。中でも、質問事項4の上昇が大きい。これは、授業研究後に具体的にどう考察しまとめて記述するかが分かり、生徒が自信をもつことができたからと考える。

質問事項1では平均点数は変わらなかったが、質問事項5では事前には「どちらかといえばいいえ」と答えた生徒も見られたが、事後は否定的

意見は一人もいなくなった。このことから、電流・電圧・抵抗についての学習内容が実社会・実生活にかかわっていると感じ取ることができたと考える。

#### (5) 研究授業の成果と課題

##### ア 成果

(ア) 特別な実験器具や材料ではなく、身近なものをを用いて、体験的な観察、実験を取り入れることで、授業としての物理を身近に感じることができた。さらに、学習の中で、日常生活との深いかかわりや、生活に役立っていることを学び、実感できたと考える。実生活とのかかわりを大切に、身近な例を具体的に示すことで、学んだことの有用性を実感させることができたと考えられる。

(イ) ワークシートの活用は、実験結果を分析し、分かったことを自分の言葉で表現することに役立った。自由記述の時には、電流（電気伝導度）のことしか触れなかった生徒が、「前時のまとめ」の適語補充では、正しく抵抗値や抵抗率について記述し、法則性を理解できていたことが分かる。金属線の抵抗値について、長さや断面積との関係、種類による抵抗率の変化について正しく認識し、表現することができた。

##### イ 今後の課題

(ア) 本時から、金属原子の熱運動によって電子の流れが妨げられるイメージはつかめなかったため、次回に熱エネルギーを取り扱う際には、今回の授業研究の生徒実験の内容を思い出すよう話し、生徒が自分の言葉で表現できるようにさせたい。

(イ) 比熱の学習時に、今回扱った3種類の金属の熱伝導率の違いについても生徒に体験させたい。

(ウ) 物理 で非線形抵抗を学習した時にも、本授業の内容を生かしたい。

- 1 物理はあなたの身近な生活に、深い関係があると思う。
- 2 物理で学習したことは、あなたの日常生活に役立つと思う。
- 3 観察・実験した結果から、考察することができる。
- 4 観察・実験の考察を整理してまとめ、文章にしたり発表したりすることができる。
- 5 電流、電圧、抵抗は、あなたの生活に結びついていると思う。

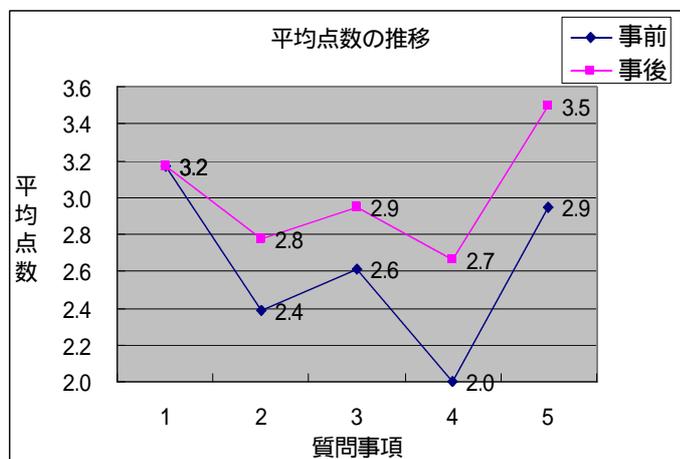


図1 事前事後の生徒の意識調査の結果  
(学習前：H20.9.実施 学習後：H20.10.実施  
高等学校第2学年18名)



ウ 自分の言葉で考えを説明するための工夫

まず、化石の観察とその特徴をまとめ、進化の序列の考察についてはグループ活動とし、それからグループごとの発表時間を設ける。また、話し合いの糸口が見つからないグループに対して「考察ヒントカード」(図3)を用意し、それを参考にしながら話し合いを行えるようにする。生徒同士の学び合いを通して自分の言葉で考えを説明できるようにする。

考察ヒントカード	
これらの化石は現在の動物ではどのような仲間に近いと考えられますか。	
ナウマンゾウ	<input type="text"/>
三葉虫	<input type="text"/>
始祖鳥	<input type="text"/>
アンモナイト	<input type="text"/>
シーラカンス	<input type="text"/>
考察ヒントカード	
次のことに関して、“ヒト”と化石を比べてみよう。	
ほ乳類である？	
陸上で生活している？	
多細胞生物？	
セキツイ(骨格)を持っている？	
目を持っている？	

(3) 授業の実践

ア 単元名 生命の移り変わり

イ 単元の目標

図3 考察ヒントカード

生物界の移り変わりに関心を持ち、地球環境の変化と関連付けながら意欲的に探究しようとする。 【関心・意欲・態度】

生物界の変遷について、生物と地球環境相互の働き合いを軸に考察する。

【思考・判断】

化石標本や顕微鏡による細胞標本の観察の仕方を習得し、生物進化の過程である生物化石ががどのような年代に繁栄していたかを、化石の特徴をとらえながら表現する。

【技能・表現】

生物の進化が、地球環境と密接に結びつき、相互に影響し合いながら、変遷していることを理解し、知識を身に付けている。 【知識・理解】

ウ 単元計画及び評価計画

時間	学習内容	評価の観点				評価方法等
		関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解	
1	化石のレプリカ作り					行動観察・作製したレプリカ
	化石の特徴を知り進化を考える(本時)					行動観察・ワークシート・発表
3	生命の誕生					行動観察・ノート
4	光合成生物と地球環境の変化					行動観察・ノート
5	水中生物の繁栄					行動観察・ノート
6	生物の陸上進出					行動観察・ノート
7	生物界の発展					行動観察・ノート
8	ヒトの出現と進化					行動観察・ノート・発表
9	単元のまとめ					ノート・小テスト



(4) 授業の分析と考察

ア 身近な内容としてとらえるための工夫について

タイムリボンは1メートルを10億年として、地球誕生から現在まで、時代区分や生命誕生などの大きなイベントのみを記入し、授業の中でより細かい内容を記入していった。タイムリボンを授業の中で常に意識させることで、断片的になりがちな事象を一連の流れとして、また、身近な内容としてとらえさせることができたと考える。

イ 化石に触れる体験の充実について

生徒は、実物の化石標本を手にしたことはほとんどないので、前時のアンモナイトの化石レプリカ作りのときには歓声を上げて作業を行っていた。本時でも、三葉虫の化石標本を手にした時は「気色悪い」、「ゴキブリみたい」などの声が上がっていた。事前アンケートで全体像が分かりにくいと生徒が答えた始祖鳥とナウマンゾウについては、プレゼンテーションソフトにより、その標本の全体像を示してから観察を行った。このように化石に触れる体験を充実させたことにより、生徒は化石に対する興味・関心を高め、化石の大きさや形態の違いを実感しながら、それぞれの化石がどのような特徴をもち、進化してきたのかを考えることができたと思われる。

表1 生徒の発表とその理由

5種類の化石をヒトに近い順に並べ、そのように考えた理由も述べなさい。							
		1	2	3	4	5	班の数
並べた順	主な理由	ナウマンゾウ	始祖鳥	シーラカンス	アンモナイト	三葉虫	5
		ほ乳類、陸上生活、肺呼吸、骨のつくり(セキツイを持つ)、四足歩行、体毛がある、目の付き方	骨(セキツイ)を持つ、陸上生活、歯がある、羽毛を持つ、爪を持つ、肺呼吸	骨(セキツイ)を持つ、陸上生活ではない、足のようなひれを持つ、えら呼吸、	水中生活、骨はなさそう(無セキツイ)、	骨はなさそう(無セキツイ)、昆虫に似ている、水中生活、	
並べた順	主な理由	ナウマンゾウ	始祖鳥	シーラカンス	三葉虫	アンモナイト	2
		ほ乳類、体毛がある、四足歩行	陸上生活、羽毛を持つ	陸上生活ではない、骨(セキツイ)を持つ。	昆虫に近い、	固い殻を持っている、	
並べた順	主な理由	ナウマンゾウ	シーラカンス	始祖鳥	三葉虫	アンモナイト	1
		骨のつくり(セキツイを持つ)、目の付き方、足を持つ	肺呼吸をしている、ほ乳類、目を持つ	陸上生活、目を持つ、	昆虫に近い、水中生活、大きさが小さい、	骨はなさそう(無セキツイ)、水中生活	

ウ 自分の言葉で考えを説明するための工夫について

生徒が班ごとに、シーラカンス、三葉虫、アンモナイト、始祖鳥、ナウマンゾウの化石をヒトに近い順に並べ替え、発表を行った。表1は授業における生徒の発表とその理由である。最も合理的な順位付けであるとしたのは8班中5班であった。また順位付けの理由については、観察から類推できる根拠を各班とも記入できていた。また「考察ヒントカード」を使用した班はおよそ半分であった。結果の発表はどの班もスムーズに行うことができた。しかし、後半の班は自分の班の発表が「正しいか、正しくないのか」について捕らわれ過ぎてしまい、周囲を気にしながらの発表になってしまった。このように、グループ活動を取り入れることで、生徒は生徒同士の学び合いを通して、自分の言葉で考えを説明できるようになったと考えられる。



【授業研究 8】高等学校地学 「太陽と太陽系」における実社会や実生活との関連を重視した学習指導の在り方 - 衛星写真を用いた教材の工夫を通して -

(1) 授業研究のねらい

図1は本授業研究にあたり、事前に行った生徒の実態調査の結果である。この結果からは、生徒は天文分野の内容及びその学習に興味・関心や意欲はあるものの、科学的な手法により宇宙の姿を解き明かしたり、またそのようなことについて日常生活の中で話題にしたりすることに対する関心が低いことが分かる。また、図2によると、生徒の多くは、天体観察の学習をしておらず、実体験の乏しさが、少なからず図1の結果に反映されていると考える。いわば、天文分野の学習は、情報としての「知」としては知られていても、生活に密着したなかでの自然体験、あるいは科学的な手法に基づく解明の体験にまでは発展していない様子が見えてくる。

そこで、本研究では、太陽という身近な素材を教材として、科学的な手法に則った自然現象の解明に焦点を当てることとした。情報ソースとしては、インターネットから誰でも簡単にダウンロードして使える生のデータを用いた。学習の展開に当たっては、視覚として直感的にとらえた情報を言葉によって表現したものを組み上げていくことで、現象全体を包括する正しいモデルを見つける体験をねらいとした。

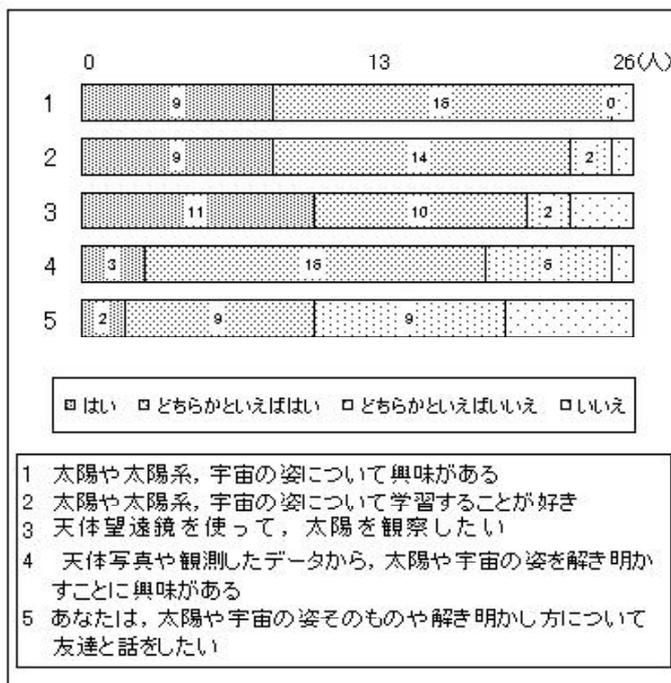


図1 天文分野における生徒の関心度調査結果  
(平成20.9.2調査実施 高等学校第2学年26人)

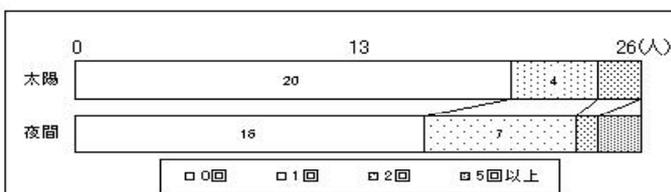


図2 生徒の天体観測体験の有無  
(平成20.9.2調査実施 高等学校第2学年26名)

(2) ねらいに迫るための具体的手立て

ア 身近な存在を教材に利用するための工夫

最も身近な天体は太陽である。授業中に実際に太陽を観察することも可能であり、またタイムスケールの短い変化(日変化, 時間変化)をとらえることも容易である。

欧州宇宙機関(ESA)とアメリカ航空宇宙局(NASA)が共同運用する太陽観測衛星SOHOは、時間ごとの太陽表面の姿を撮影しており、その画像はWebページで公開されている。  
(<http://sohowww.nascom.nasa.gov/home.html>)。この画像は、太陽の自転軸を正立させた図として提供されているので、わずらわしい座標変換の計算やそれに伴う画像処理作業が必要なく、生徒でも容易に扱えるものである。これらの写真から1日1枚10日分の写真をダウンロードし、名刺カード用紙にプリントアウトして、図3のようなパラパラマンガ

を作成した。これにより，静止画像を動画のように，動きとしてとらえることが可能となる。画像の配置やプリント作業は，パソコンプリンタ用紙各社から無料でリリースされている名刺作成ソフトウェアを使うことで，容易に仕上げることができる。

イ 視覚的な情報を言葉に変換し，包括的な理解に進めるための工夫

パラパラマンガから太陽表面の視覚的变化について思いつくままの言葉で表現させた。それらの羅列は一見すると関連しないような事柄でも，変化のタイムスケールに注目して整理することで関連を見いだすことができた。最終的には，太陽が球体であること，太陽の表面を黒点が移動すること，が発見できるよう考察を進めさせた。

ウ なじみ深い方法で自然現象を理解し，科学的な手法により真の自然像を理解させるための工夫

太陽の立体的な動きの定量を写真に投影された二次元の情報から明らかにすることは，三角比など一般的に高等学校レベル以上の数学的知識を使わなければならないが，作図の作業を行うことで簡単に理解を図ることができる。図4のような立体モデルを提示し，作図による測定の原理を理解させることで，比較的簡単な方法だけでも，科学的に正しい数値を導き出す体験をさせることとした。



図3 太陽写真パラパラマンガ

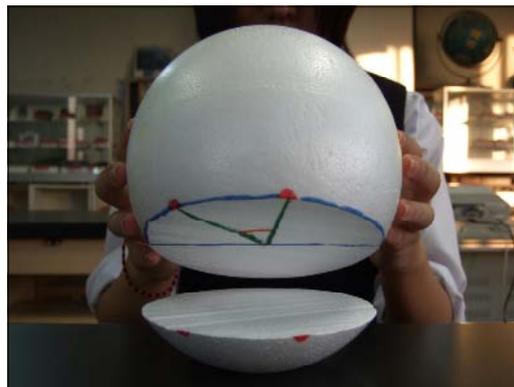


図4 自転速度測定の実験説明

(3) 授業の実践

ア 単元名 太陽と太陽系

イ 単元の目標

太陽や恒星の活動に関心や探究心をもち，意欲的にそれらを探究すると共に，科学的態度を身に付けようとする。 【関心・意欲・態度】

太陽や恒星の活動に疑問をもち，観察，実験を通じての実証的探究，論理的考察，分析的判断を行い総合することで，疑問の解明を図り，事実に基づいた科学的判断を下すことができる。 【思考・判断】

太陽や恒星の活動について，観察，実験の技能を習得するとともに，それらを科学的に探究する方法を身に付け，観察，実験の過程や結果，そこから導き出した自分なりの考えを的確に表現することができる。 【技能・表現】

観察，実験などを通じて，太陽や恒星の活動にあらわれる原理・原則，それを理解するための基本的な概念を理解し，基礎となる知識を身に付けている。 【知識・理解】

ウ 単元計画及び評価計画

時間	学習内容	評価の観点				評価方法等
		関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解	
1	地球の自転					行動観察・ノート・小テスト
2	地球の公転					行動観察・ノート・小テスト
3	惑星の視運動					行動観察・レポート
4	惑星の軌道運動					行動観察・ノート・小テスト
5	惑星のすがた					行動観察・ノート
6	太陽系のいろいろな天体・太陽系の形成					行動観察・ノート
7	太陽の概観					行動観察・ノート・レポート
	太陽活動とエネルギー（本時）					行動観察・発表・ワークシート
9	単元のまとめ					ノート・レポート

## エ 本時の指導

### (ア) 目標

太陽の連続写真から，その表面の変化を見だし，根拠をもって説明できる。また，科学的手法により太陽の物理量を求めることができる。

### (イ) 準備・資料

生徒用：太陽写真カード，クリップ，太陽写真（光球面2種），ワークシート，定規，分度器，コンパス

指導者用：太陽写真（2種），発砲スチロール球×1

### (ウ) 展開

過程	学習内容及び活動	形態・時間	指導上の留意点と評価
導入	前時のまとめ：太陽の大きさ，表面の様子，地球までの距離について確認する。	一斉 5分	前時に観察した太陽の特徴を確認し，本時の活動につなげる。
展開	<p>本時の実習の確認をする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>太陽表面及び太陽大気の日変化あるいは時間変化について考察する。</p> </div> <p>太陽観測衛星SOHOが撮影した太陽表面の写真カード（10枚組）から，パラパラマンガを作成させる。[各自]準備する写真：光球面（MDI） パラパラマンガを観察しながら，太陽表面及び太陽大気で時間変化することを見つけ，ワークシートにまとめる。</p> <p>太陽表面及び太陽大気の日変化について，発表する。 ・太陽黒点は動いている      ・形が変化する ・白斑は周縁部で現れる</p> <p>黒点の移動速度から，太陽の自転周期を求める。 時間を置いて撮影された2枚の写真を重ね合わせ，黒点の移動距離を測る。ワークシート上に作図することにより，単位時間あたりの回転角及び自転周期を求める。</p>	<p>一斉 5分</p> <p>個別 15分</p> <p>班別及び一斉（発表） 10分</p> <p>個別 15分</p>	<p>実習の注意事項を確認する。</p> <p>正しい時間順に写真カードを重ねることができたか確認する。 日変化する事項は，複数あることを知らせる。このとき，太陽全体の変化（例：黒点の移動）や部分的な変化（黒点の形状の変化）についても注目させる。</p> <p>数日というタイムスケールの中で分かった現象について，また，太陽の立体的構造にも着目するよう，ヒントを与える。 太陽表面の変化を見だし，根拠をもって説明できる。 【技能・表現】（発表・ワークシート）</p> <p>どの黒点も太陽表面上を東から西に向かって移動していることに注目させ，それが自転によるものであることを示唆する。 地球公転の影響についても考察させる。 机間巡視により，正しく作図できているか確認する。 科学的手法により太陽の物理量を求めることができる。 【思考・判断】（行動観察，ワークシート）</p>

まとめ	太陽の活動について、ワークシートにまとめる。 ・太陽表面の様子と変化 ・太陽大気の様子と変化 ・太陽の微分回転 ・太陽が地球に及ぼす影響について  ワークシートを提出する。	一斉 10分	一瞬見ただけでは分からないことも、時間を追って観察することで、色々なことが分かっていくことを自覚させる。 タイムスケールを変えれば、さらに異なる太陽現象を知ることできることを、説明する。 地球環境や生命とのかかわりについても関連付けさせる。
-----	--	-----------	--

#### (4) 授業の分析と考察

##### ア 身近な内容としてとらえるための工夫について

第6時から太陽の単元に入り、授業のはじめには、毎日のSOHOの画像をプロジェクタースクリーンに投影しておいた。撮像から数時間後には画像がアップされているので、生徒たちは、とても臨場感を感じつつ、太陽についての関心を高めていくことができた。また、インターネットを通じて誰でも得られる情報であることを生徒に伝えたことで、生徒が主体的に学習を発展させる可能性も大きいと考える。

##### イ 視覚的な情報を言葉に変換し、包括的な理解に進めるための工夫

直径5センチメートルの太陽像を素材に10コマのパラパラマンガという単純な動画を作っただけであるにもかかわらず、生徒は、黒点が動いている、日とともに太陽周辺部に白斑が現れた、黒点の形が変化する、黒点の大きさは太陽周辺部のほうが小さいなどのような事柄を発見した。授業前は、太陽が球体であることは知識として知ってはいてもその理由を十分に説明できなかったのだが、本授業では言葉で羅列的に表現されたこの発見を巧妙に組み合わせるとし、太陽は球体であり自転をしていることを論理的に証明することへの挑戦を楽しんでいたようだ。

##### ウ なじみ深い方法で自然現象を理解し、科学的な手法により真の自然像を理解させるための工夫

平面上の情報（二次元の情報）を立体の情報（三次元の情報）に変換して考えることや視点を移動させて考えることは、生徒にとって苦手な学習形態の一つであるが、立体モデルを提示したことで理解度を高めることができた。また、高度な数学的手法を使わず定規とコンパスによる作図だけでも、科学的な解き明かし方法ができることを理解し、自らの力で正しく太陽の自転速度を求められたことに大きな充足感を感じることもできた。

##### エ 実態調査から

学習前後で、太陽に関する生徒の知識・理解の変化をみるために、太陽についての説明図を描画させた。図5は、抽出生徒Aが描画した説明図である。抽出生徒Aをはじめ、ほとんどの生徒がより詳しく描けるようになった。さらに、それぞれのパーツに意味をもたせられるようなスケッチを描けるようになった。また

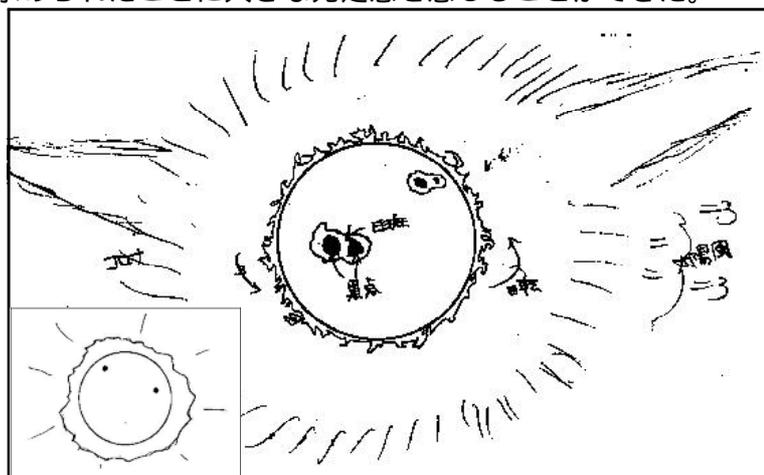


図5 学習前後におけるスケッチの変化  
(左下:学習前,右上:学習後,学習前は縮小表示)

図6は、学習前後の生徒の実態調査の結果である。質問項目1～3から、太陽に関する興味・関心、学習意欲が向上したことに加え、質問項目4、5から科学的な手法により、宇宙の姿を解き明かしたり、日常生活の中で話題にしたりすることに対する関心が高まった。

(5) 授業研究の成果と課題

ア 成果

(ア) インターネットという誰でも引き出す事のできる画像データから、生徒は太陽の姿についての意味のある情報を取り出す事ができた。生徒の意識調査の結果から見えるように、本授業を通して天体観測への興味・関心を高め、主体的に探究しようとする意欲や友人と話題にしようとする意識を高めることができた。すなわち、本授業をとおして、身近な生活の中に科学的な体験や考え方を取り入れることに意義を感じさせることができたと考える。

(イ) パラパラマンガという古典的な技法から多くの情報を引き出し、的確に表現することができた。さらにその情報を共有する事で、お互いの考えを統合し太陽に関する理解を包括的に図ることができた。

(ウ) 太陽が自転しているという定性的理解から、太陽の自転周期を計算できるという定量的理解を簡単な作図から引き出せた意義は大きい。作図という単純ではあるが科学的な体験がより理解を深め、更なる興味・関心を引き出したと言える。

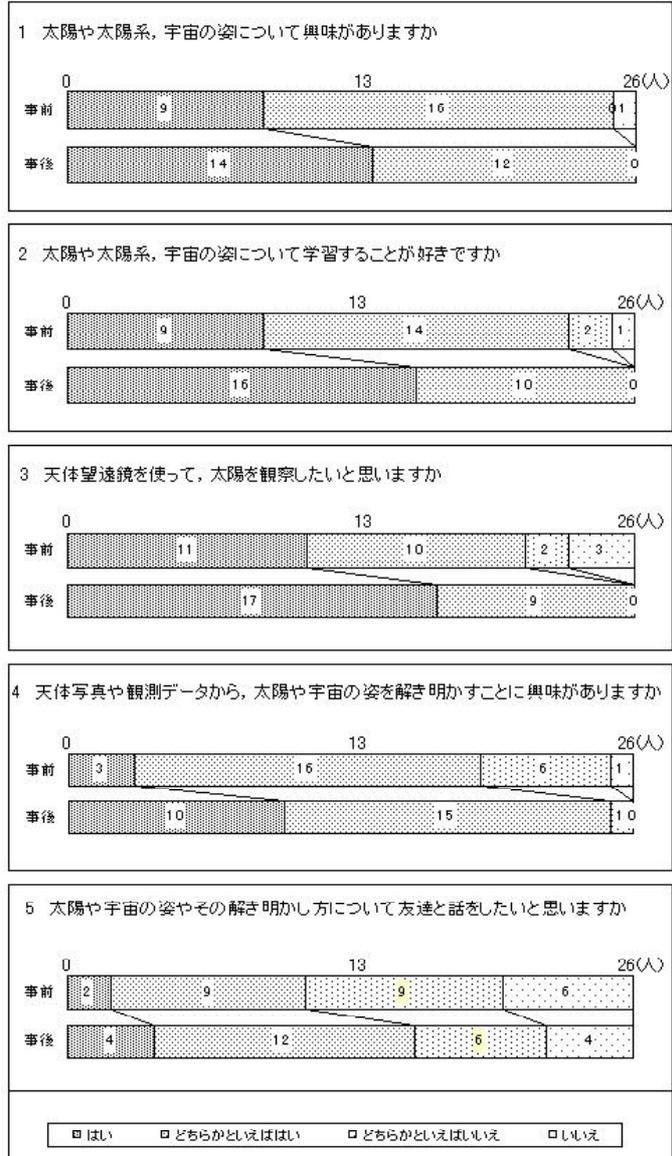


図6 学習前後の生徒の意識調査の結果  
(学習前：平成20.9.2実施 学習後：平成20.10.16実施  
高等学校第2学年26人)

イ 今後の課題

太陽と地球の関係をより身近なものとしてとらえ、さらに発展的な理解を促すには、フレアと太陽風の関係、太陽風が地球に与える影響などを今後の授業で取り扱っていく必要がある。今回の実践で利用したSOHOからは外部コロナや彩層等の画像も提供されており、今回と同様の手法を用いることで生徒が主体的に学習を進めることができるよう、今後も授業を工夫していきたい。

### 3 研究のまとめ

#### (1) 成果

##### ア 言葉を重視し、自分の考えを表現する学習指導の工夫

###### 小学校

- ・接続詞や穴埋め式を取り入れたワークシートの工夫
- ・ワークショップや掲示板を活用した意見交換の場の設定



- ・根拠のある考えを書き表したり、順序よくまとめたりすることができた。
- ・製作物について説明したり、実験の予想、結果について話し合ったりすることが積極的になった。

###### 中学校

- ・操作や実習、提案型のワークシートの工夫
- ・知識や考えを発信する話し合い活動や説明活動



- ・言葉やモデルで書き表したり、自分の提案書をまとめたりすることができた。
- ・既習の知識を教え合ったり、自分の考えを相手に説明したりすることができた。

###### 高等学校物理

- ・データをグラフ化したり、予想や結果、考察を記述する活動
- ・ワークシートを活用して再表現する活動



- ・関係を見いだしたり、言葉を適切に使って記述することができた。
- ・実験結果を考察し、科学的な言葉を使って表現することができた。

###### 高等学校地学

- ・考察ヒントカードを使用した説明活動
- ・パラパラマンガを使用した表現活動



- ・自分の言葉で考えや根拠を説明することができた。
- ・得られた情報から論理的に説明することができ、包括的な理解が図られた。

##### イ 体験を充実し、原理や法則の理解を深める学習指導の工夫

###### 小学校

- ・「空き缶つぶし機」や「振り子のおもちゃ」のものづくり



- ・学習した知識を活用することができ、理解を深めることができた。

###### 中学校

- ・自転・公転モデルを使った操作活動や自らの体を使った実習
- ・身近にある電気器具を使った科学的な体験



- ・体験をもとに空間概念について思考することができた。
- ・実感を伴いながら理解を深めることができた。

###### 高等学校物理

- ・日常的な題材を想定した実験
- ・身近にある照明器具や材料を使った実験



- ・実験結果と日常生活とを結び付けて考えることができた。
- ・電流のイメージがしやすくなり、実感を伴って理解することができた。

###### 高等学校地学

- ・「化石レプリカ」や「パラパラマンガ」のものづくり
- ・化石標本の観察や太陽の自転速度を作図によって導出する体験



- ・製作物から様々な情報を取り出すことができた。
- ・根拠のある考察や科学的な手法による解明ができ、理解を深めたり、興味・関心を高めたりすることができた。

ウ 実社会や実生活との関連を図り，学ぶ意義や有用性を実感する教材の開発

小学校

・日常生活の中で使われている  
「空き缶つぶし機」をつくる活動



・学習した内容が日常生活の中で役立っていることが分かり，理科を学ぶ有用性について実感することができた。

中学校

・電気器具やカタログの教材化  
・電力会社のホームページ（「でんき予想」「節電のお願い」）の活用



・日常生活とのかかわりや理科を学ぶ有用性について実感できるようになった。  
・学習した内容を基にエネルギー問題に目を向けることができた。

高等学校物理

・日常的な題材を想定した教材開発  
・身近にある照明器具や材料の教材化



・学習した内容を基に日常生活の中での具体例について考察することができた。  
・物理を身近に感じることができ，生活に役立っていることを実感できた。

高等学校地学

・生物進化と地球環境の変遷を表すタイムリボンの掲示  
・太陽観測衛星SOHOの太陽表面画像の投影



・学習した内容を身近な内容としてとらえることができた。  
・天体観測への興味，関心が高まり，生活の中に科学的な体験や考え方を取り入れる意義について感じる事ができた。

(2) 今後の課題

(ア) 観察・実験の結果から原理や法則などを見いだす考察の過程において，児童生徒の主体性を大切にしながら，豊かな発想を引き出すような科学的な思考力を高める指導法について考えたい。

(イ) 科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明するような学習活動には，個人差が大きく見られた。今後は，表現力の育成を考えながら，レポートの作成やグループや学級全体での話し合い，発表，討論などの学習活動の在り方について考えたい。

## 関係者一覧

### 1 研究協力員

水戸市立笠原小学校	教諭	浅野 正樹
利根町立布川小学校	教諭	中嶋 政明（平成19年度 利根町立太子堂小学校）
日立市立豊浦中学校	教諭	高畠 幸浩（平成19年度 日立市立多賀中学校）
八千代町立八千代第一中学校	教諭	野口 由美子
八千代町立中結城小学校	教諭	坂入 俊夫（平成19年度 結城市立結城中学校）
県立鉾田第一高等学校	教諭	二川 大
県立竹園高等学校	教諭	福井 勲
県立水海道第一高等学校	教諭	高橋 淳
県立境西高等学校	教諭	滝口 信吾

### 2 茨城県教育研修センター

教科教育課	課長	小沼 光一
同	課長	武井 秀一（平成19年度）
同	指導主事	森 浩朗
同	指導主事	江原 忠宏
同	指導主事	阿内 大冠（平成19年度）