

中学校

平成 6 年 度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

平成6年度

教 育 研 究 員 名 簿 (理科)

分科 会名	区市町 村 名	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	新 宿	新宿区立四谷第一中学校	◎横 井 弘
	品 川	品川区立大崎中学校	冠 木 健
	大 田	大田区立大森東中学校	白 石 亨
	北	北区立稲付中学校	高 橋 信 雄
	板 橋	板橋区立上板橋第一中学校	和 田 桂 一
	葛 飾	葛飾区立立石中学校	川 瀬 源
	江 戸 川	江戸川区立小松川第一中学校	小 野 木 則 夫
	調 布	調布市立第四中学校	山 口 毅
第 2 分 科 会	保 谷	保谷市立ひばりが丘中学校	大 橋 一 仁
	台 東	台東区立駒形中学校	矢 野 は る み
	江 東	江東区立第三亀戸中学校	瀬 戸 治 夫
	杉 並	杉並区立東原中学校	○加 藤 光 一
	八 王 子	八王子市立甲ノ原中学校	藤 丸 寛
	小 金 井	小金井市立南中学校	清 水 雅 敏
	多 摩	多摩市立永山中学校	秦 暢 宏
羽 村	羽村市立羽村第二中学校	斉 川 喜 信	

◎世話人 ○副世話人

担当 教育庁指導部中学校教育指導課指導主事 草 野 一 紀

目 次

I	主題設定の理由	2
II	「音」の学習において、生徒の興味・関心を高め、 主体的な探究活動を促す指導法の工夫	
1	研究のねらい	3
2	研究の方法	3
3	研究の内容	3
(1)	実態調査	3
(2)	学習活動の計画	5
(3)	評価計画	6
(4)	学習の展開例	7
(5)	教材・教具の工夫	9
(6)	実践の結果について	12
4	まとめと今後の課題	13
III	「大地の変化と地球」における 生徒の主体的な活動を促す指導法の工夫	
1	研究のねらい	14
2	研究の方法	14
3	研究の内容	14
(1)	事前調査	15
(2)	学習計画	17
(3)	評価計画	19
(4)	学習の展開例	21
(5)	教材・教具の工夫	22
(6)	事後調査	23
4	まとめと今後の課題	24

生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促す指導法の工夫

I 主題設定の理由

中学校理科教育の目標は、自然に対する関心を高め、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。

このため、理科の学習においては、身の回りの事物・事象とのかかわりを通して、直接体験を重視した学習を充実させ、探究する過程を大切にしたい指導内容・方法の工夫改善が必要である。

一方生徒は、生活体験の場の不足もあって、身の回りの事物・事象との関わりが薄れがちな傾向にあるのが現状である。また、学校においても、教師主導の知識伝達型の授業展開が少なからず見られる。

そこで本研究では、生徒の目を自然に向かわせ、生徒自らの手で自然を調べ、自然のなかに存在する規則性を発見していくような、直接体験を重視した学習の充実を図り、探究する過程を大切にするための指導内容・方法及び教材・教具の工夫をねらいとして研究主題を設定した。

本研究を進めるに当たっては、次の事項に留意した。

- 1 身近な素材を活用した観察・実験などの工夫
- 2 教材・教具の個別化の工夫
- 3 個に応じた指導方法の工夫
- 4 自己評価などの形成的評価の工夫

第1分科会では、「音の性質」について、次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な活動を促す学習計画の工夫
- 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 生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促すための評価の工夫

第2分科会では、「火山と地層をつくる岩石」について、次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な学習活動を促す授業展開の工夫
- ② 直接体験を重視し、身近な素材を活用した観察、実験などの工夫
- ③ 生徒の主体的な学習活動を促すための評価の工夫

Ⅱ 「音」の学習において生徒の興味・関心を高め、 主体的な探究学習を促す指導法の工夫

1 研究のねらい

中学校理科第一分野では、平成5年度より新たに「光と音」の単元が導入され、「音の性質」についての学習が加わることになった。

新しい教材として取り上げられた「音」は、小学校の理科で簡単な導入が行われ、「糸電話づくり」等でその性質についての学習が行われている。

ところが、「音」そのものは、日常生活のなかで非常に身近な現象であるため、かえって、生徒の興味や関心をひきにくく、生徒の主体的な学習活動を展開するには、やや難点がある内容の一つであると考えられる。

本研究では、この「音」を取り上げ、生徒の興味・関心を高め、主体的な活動を促す指導方法の改善及び教材・教具の工夫をねらいとして研究を進めた。

2 研究の方法

本研究にあたり、次のような方法で、研究を進めていった。

- (1) 資料の収集と分析
- (2) 「音」に対する意識調査の実施と分析
- (3) 学習計画・評価計画の立案
- (4) 指導方法の工夫
- (5) 教材・教具の工夫
- (6) 研究授業の実施と分析

3 研究内容

(1) 実態調査

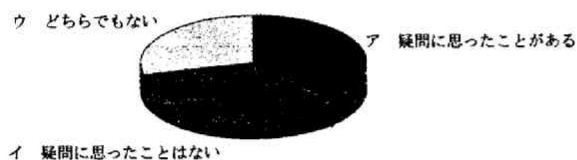
研究計画に基づき、生徒の「音」に対する意識の実態を把握するために調査を行った。

ア. 情意面の調査

(ア) 音がなぜ聞こえるのか疑問に思ったことがありますか。

ア. 疑問に思ったことがある。イ. 疑問に思ったことがない。ウ. どちらでもない。

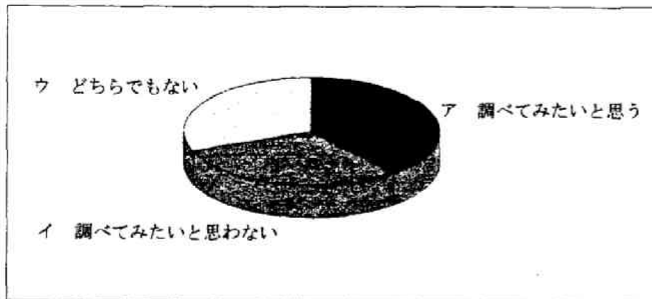
グラフ1



この質問に対して「イ」「ウ」と答えた生徒が約60%いる。

「音」はあまりにも身近な現象で、興味・関心が低いのではないかと考えられる。

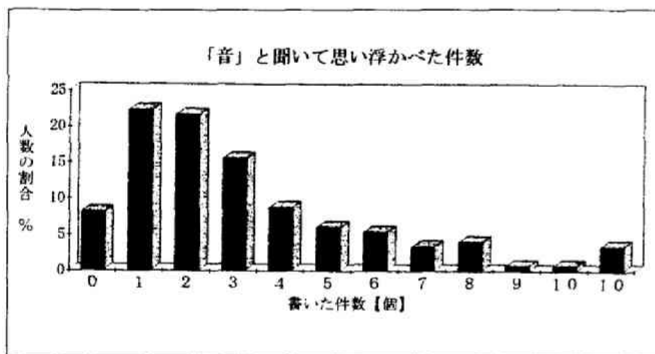
(イ) 音について調べてみたいと思いますか。
 ア. 思う。 イ. 思わない。 ウ. どちらともいえない。



この質問に対して「イ」「ウ」と答えた生徒が約60%いる。

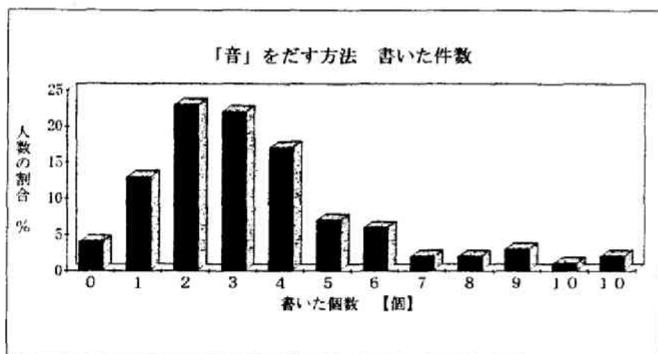
音があることが当たり前になっており今更調べたいと思う意欲が少ないと考えられる。

(ウ) 音と聞いて何を思い浮かべますか。 (書いた個数を集計)



1～3個の間に解答が集中している。音に対する想像力が低いと考えられる。

(エ) 音を出す方法について書きなさい。 (書いた個数で集計)



2～4個の間に解答が集中している。身近な材料で音を出すような経験に乏しいと考えられる。

イ. 知識面の調査

知識面の調査は、「音の大小」「音の高低」「音が伝わる媒体」「音の伝わる速さ」の4項目について行った。その内、「音の大小」「音の高低」「音が伝わる媒体」についてはどれも、80%以上の高い正解率を示した。「音」に対する知識は、かなり身につけていると考えられる。

しかしながら、「音が伝わる速さ」の問題（打ち上げ花火の音と光のどちらが先に伝わるかという問題）だけは、正答率が64%程度であった。このことは、「音」に対する知識はあるものの、実際の経験・体験は少ないことを示しているように思われる。

(2) 学習活動の計画

	活動の項目	生徒の活動と教師の援助	評価の観点
1 時 限 目	本学習全体の導入 課題発見活動 (課題別班編成 の取り組み開始)	<ul style="list-style-type: none"> 音に関する各自の体験や既習の知識を話し合う。 音を出す活動をする。 以上の2つの活動の通して、各自の課題を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 話し合いや、音を出す活動に積極的に参加していたか。 各自の課題を主体的に見つけようとしていたか。
2 時 限 目	課題別班編成 課題解決実験 の計画	<ul style="list-style-type: none"> 課題別に班編成する。 (個人で行うことも認める。) 課題を解決するための実験計画を立てる。 	<ul style="list-style-type: none"> 班編成の活動に積極的に参加していたか。 主体的に実験計画を立てようとしていたか。
3 時 限 目	課題解決実験 の実施 (発表計画 の取り組み開始)	<ul style="list-style-type: none"> 課題を解決するための実験を実施する。 (必要ならば、実験計画の変更や実験の追加も認める。) 実験結果の整理。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験を積極的に行っていたか 各自の課題を主体的に解決しようとしていたか。
4 時 限 目	発表計画の作成 発表リハーサル	<ul style="list-style-type: none"> 各班または各自の課題解決実験を通して、見つけたことを整理し、発表できるように準備する。 	<ul style="list-style-type: none"> 発表計画づくりに積極的に参加していたか。 筋道の立った発表内容、適切な発表資料などができたか。
5 時 限 目	発表会 学び合い 本学習全体の感想	<ul style="list-style-type: none"> 発表計画に沿って発表する。 他の発表を聞き、内容を各自がメモをする。 音に関してわかったことを整理し、さらに感想を書く。 	<ul style="list-style-type: none"> 主体的発表活動ができていたか。他の発表もきちんと聞いていたか。 音に関する知識や理解が深まったか。
6 時 限 目	補充の時間 (必要があれば 実施)	<ul style="list-style-type: none"> 適当な演示実験を交えながら音に関する学習事項の補足を行い、生徒の理解の一助とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 音に関する知識や理解が深まったか。

(3) 評価計画

ア 評価の基本方針と視点

観点別学習状況補助簿などを活用しながら、生徒一人一人の学習活動を十分に観察し、学習の補助教材（実験計画書など）や自己評価カードなどの分析を通し、生徒一人一人の学習活動の状況やその変容を評価する。

イ 観点別評価項目のめやす

	自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察実験の 技能表現	自然事象について の知識理解
1時限 課題発見 活動	話し合いに積極的に参加し、音を出す活動に主体的に取り組んだか。	音に関する話し合いや音を出す活動を通して、課題を発見できたか。	いろいろな道具を使って、音を出す活動が十分にできたか。	
2時限 班編成 実験計画	自分で実験計画を立てられたか。	課題解決のための実験計画が立てられたか。		
3時限 実験の 実施	積極的に実験準備を行い、主体的に実験を実施することができたか。	各自の課題が解決できたか。	計画通りに実験ができたか。 正確な実験データが集められたか。	
4時限 発表計画	積極的に発表準備を行い、主体的に発表計画をつくることができたか。		適切な発表資料ができあがったか。	
5時限 発表会	発表する態度や、発表を聞く態度が積極的だったか。		発表内容が聞きやすかったか、又は発表資料が分かりやすかったか。	自他の発表を通し、音の性質について理解できたか。
6時限 (補充)	興味深く演示実験を見たり、参加したりしたか。	演示実験などの内容と意味が理解できたか。		演示実験などを通し、知識・理解が深まったか。

(4) 学習の展開例（1時限目「導入・課題発見」の例）

ア 指導案

	学習活動（・生徒の活動 *教師の援助および留意点）	評価の観点
5分	<ul style="list-style-type: none"> 音に関する各自の体験や知識を想起する。 * 導入ための動機づけとなるような演示を行う。 * 以後の生徒の主体的活動の内容がこの演示にとらわれすぎないようにする。 * 生徒の今までの生活体験を引き出すようにする。 * 課題発見用紙と課題カードを配布する。 	<ul style="list-style-type: none"> 興味を持って演示を見ていたか。（関心・意欲） 〈授業者の観察〉 〈自己評価カードの分析〉
15分	<ul style="list-style-type: none"> 音に関する各自の体験や知っていることなどを、課題発見用紙に記入する。 （自分の体験や知識を再認識する。） 音について、今までの生活の中で体験をしたことや、知っていることを話合う。 全体で話し合い、数人が発表する。 班ごとに話し合う。 班で出た話題を班ごとに黒板に記入する。 各自、黒板に書かれたことを課題発見用紙に記入する * 自分以外の人々の体験や知識を間接体験として互いに共有しあえるようにする。 各自、疑問に思ったことや不思議に思ったことがあれば課題発見用紙に記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自分の体験や知識などを記入したか。 （関心・意欲） 〈課題発見用紙の分析〉 話し合いによく参加していたか。（関心・意欲） 〈授業者の観察〉 〈自己評価カードの分析〉 他から出た話題を記入したか。（関心・意欲） 〈課題発見用紙の分析〉
25分	<ul style="list-style-type: none"> いろいろな物を使って音を出す活動をする。 * 理科室内に音に関する教具や簡単な楽器、笛などを用意しておく。 各自、疑問に思ったことや不思議に思ったことを、課題発見用紙に（追加）記入する。 * 気がついたことなどが個人の課題となるよう援助する。 各自、課題発見用紙に「調べたいこと」を記入する。 各自、課題カードに「調べたいこと」を転記して、提示用ボード（または模造紙など）に張り出す。 * 他の人がどんな課題を持ったのかわかるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 音を出す活動がよくできていたか。 （技能・表現） 〈授業者の観察〉 〈自己評価カードの分析〉 各自の疑問などが記入できたか。（科学的思考） 〈課題発見用紙の分析〉 他の課題に興味を持って見たか。（関心・意欲） 〈授業者の観察〉 〈自己評価カードの分析〉
5分	<ul style="list-style-type: none"> * 自己評価カードを配布する。 自己評価カードを記入する。 自己評価カードと課題発見用紙を提出する。 次回までに「調べたいこと」について、どう調べたら良いか考えてくる。 * 同じような視点を持つ人と協力して活動をしてもらい、良いことを知らせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各自の課題が持てたか。 （科学的思考） 〈課題発見用紙の分析〉 主体的に音に関する課題を見つけようとしたか。 （関心・意欲） 〈自己評価カードの分析〉

イ 生徒活動の援助カード（1時間目「導入・課題発見」の例）

(ア) 課題発見用紙

(イ) 課題カード

年 組 番 氏名 _____

【私の体験や知っていること】
【他の人から出されたこと】
【疑問に思ったことや不思議に思ったこと】
【調べてみたいこと】
さあ！これがきみの研究課題だ！！

私が調べたいこと
(太く大きくはっきりと書きましょう。)

年 組 番 氏名 _____

ウ 自己評価カード（1時間目の例）

自己評価カード 年 組 番 氏名 _____

1時間目

- この時間、興味をもって演示を見ることができましたか。
よい やや ふつう やや 不十分
- 人の意見や考えを聞くことができましたか。
よい やや ふつう やや 不十分
- 自分の考えや意見をもてましたか。
よい やや ふつう やや 不十分
- 進んで音を出す活動に取り組みましたか。
よい やや ふつう やや 不十分
- 自分から進んで、疑問をもち、課題をみつけることができましたか。
よい やや ふつう やや 不十分
- この時間は、楽しくできましたか。
よい やや ふつう やや 不十分

エ 観点別学習状況評価補助簿（1時間目「導入・課題発見」の例）

番号	月 日 年 組 氏 名	自然事象への関心・意欲・態度					科学的思考		技・表
		興味を持って演示を見ていたか 授業者の観察 自己評価カードの分析	自分の体験や知識などを記入したか 課題発見用紙の分析	話し合いによく参加していたか 授業者の観察 自己評価カードの分析	他から出た話題を記入したか 課題発見用紙の分析	他の課題に興味を持って見たか 授業者の観察 自己評価カードの分析	主体的に音に関する課題を見つげようとしたか 自己評価カードの分析	各自の疑問などが記入できたか 課題発見用紙の分析	各自の課題が持てたか 課題発見用紙の分析
1									
2									
3									
4									
5									

(5) 教材・教具の工夫

ア. 開発・改善のねらい

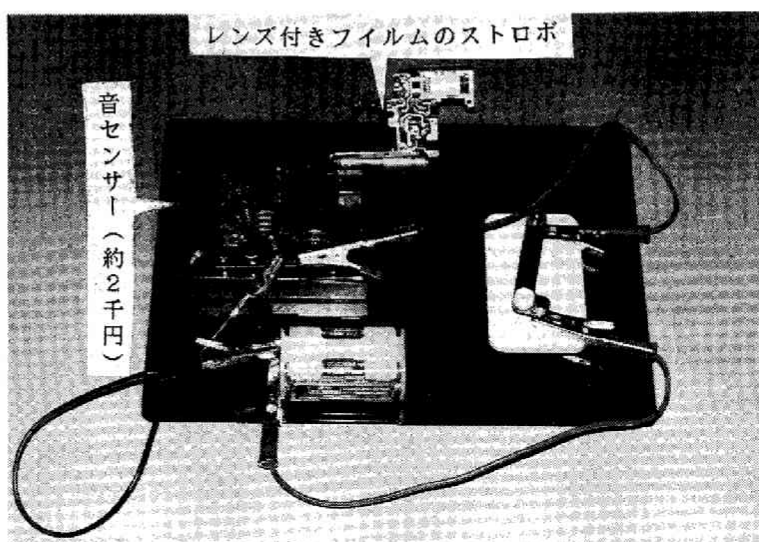
従来からの「音」の単元に関する教材・教具としては、モノコード、音叉、オシロスコープ等が用いられてきたが、生徒が「音」という現象を視覚的に直接体験として捉える教材・教具としては必ずしも十分であるとはいえず、またその教具類もかなり少ないものであった。

そこで、「音」に関する現象を、より視覚的に捉えることや、体感することを重視して、身近な素材、材料を用いて教材・教具の開発・工夫を行った。

イ. 具体例

(ア) 音センサーを利用した音の伝わる速さを定性的に捉える教具

市販されている音センサーに、レンズ付きフィルムのスTROボ部分を接続し音を感知するとストロボが発行するようにした。この装置を2台作製し、廊下に約30mの間隔になるように設置する。片側より大きな音を発生すると、音源に近い方の装置から発光する。

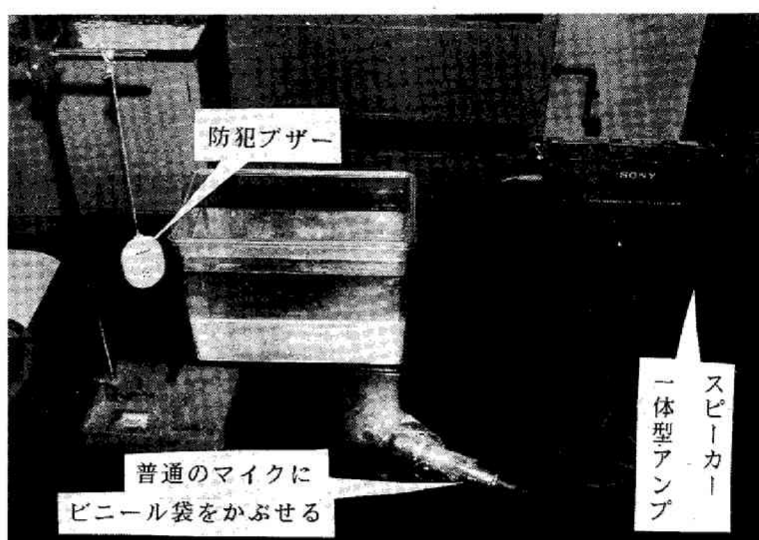


瞬間ではあるが2台の装置で発光の時間のずれが生じる。このことより、定性的ではあるが、音が空間を伝わるのに時間がかかることが視覚的に捉えることができる。

(イ) 水中に伝わる音を聞きとる教具

普通のマイクロホンにビニール袋をかぶせアンプに接続し、水中に沈めて使用した。小型のラジオ等をビニール袋につめ、水中に沈めると、マイクで捉えた音が、アンプから流れてくる。

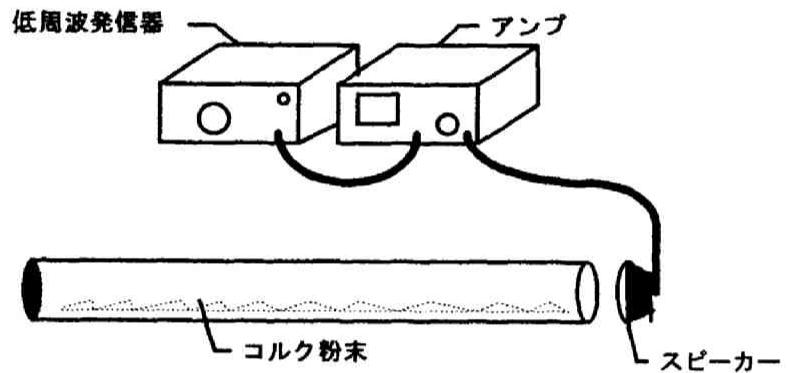
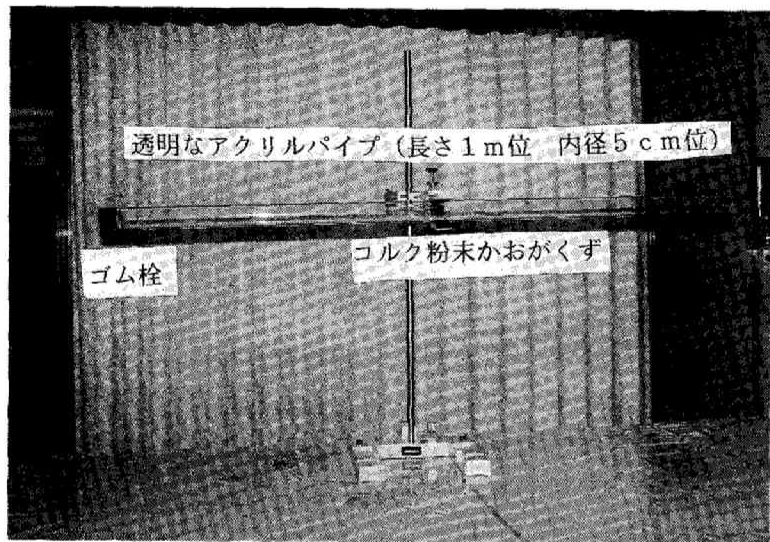
簡単な装置ではあるが、音が水中に伝わるのが、グループ全体で、比較的簡単に、十分に聞き取りやすい音量で聞くことができる。



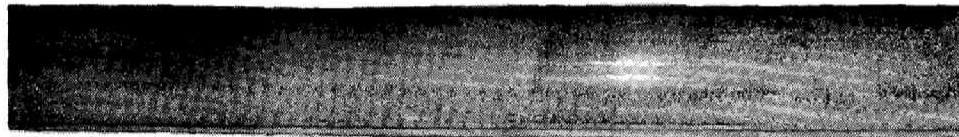
(ウ) 音や声をコルク粉末の模様で見る教具

長さ約1 m、内径約5 cmの透明なアクリルパイプの片側をゴム栓で閉じ、非常に軽いコルク粉末やおがくずを一様になるように入れもう一端から低周波発生装置の音や声を出して、コルク粉末やおがくずの模様を観察した。

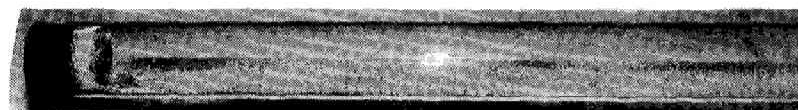
音の高さによって、模様のできる位置が変化することや、音の大きさによって模様の高さが変化することが簡単に観察することができる。



【低い音によってできる模様】

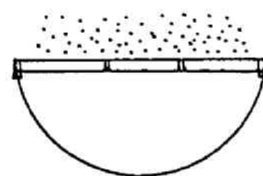


【高い音によってできる模様】

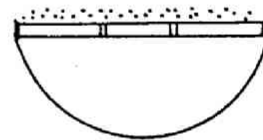


(エ) ティンパニーを用いてコルク粉末の振動を調べる教具

打楽器の一種であるティンパニーは、足元のペダルによって太鼓の皮の張り具合を調節することができ、いろいろな高さの音を出すことができる。皮の表面にコルクの粉末をまき、ティンパニーの皮の張り具合を一定にして力の大きさを変えてたたいたり、たたく力を一定にして、太鼓の皮の張り方を変えて調べてみた。



皮をゆるくした場合
・コルク粉末は10~20mmまい上がる
・大きな音がでる



皮をつよくした場合
・コルク粉末は2~5mmまい上がる
・コルク粉末は激しくゆれる

皮の張りかたが一定の場合、強い力でたたくと皮の振動の幅が大きくなるので、大きな音がでてコルク粉末は高くまい上がり、弱い力でたたくと皮の振動の幅が小さくなるので、小さな音がでてコルク粉末は低くまい上がる。

たたく力が一定の場合、皮の張り方をゆるめると、コルク粉末は高くまい上がり、皮の張り方を強くするとまい上がり方は低い。また、コルク粉末の振動のしかたは、皮を強く張ったときの方が激しくゆれる。

この実験で、コルク粉末の振動の様子から、音の大小は振動する物体の振動幅に関係していることがわかる。また、同じ力でたたいても皮の張り方によっては高い音と低い音がでて、コルク粉末のゆれかたがそれぞれに違うことが観察できる。

(オ) 大太鼓とロウソクの炎から音の伝わり方を調べる教具

音を伝えるものの一つに空気があるが、空気中を音はどのようにして伝わるか調べてみた。大太鼓の中心部分から放射状一定間隔(5 cm)にロウソクを立て、力を変えて大太鼓をたたき、ロウソクの炎のゆれを調べてみる。炎のゆれ方は、大太鼓に近いものほど大きくゆれ、遠くなるにつれてゆれ方は小さくなることがわかる。炎は左右にゆれ、ゆれの向きから音が大太鼓の中心から放射状に広がって伝わることも観察できる。

大きな力で大太鼓をたたいた場合は、近くのロウソクは炎が消えてしまうほどに振動が激しいことも観察できる。

ロウソクの代わりに線香の煙でも実験できるが、変化はロウソクの炎の方がはっきりわかり、音の伝わり方を視覚的に捉えることができる。

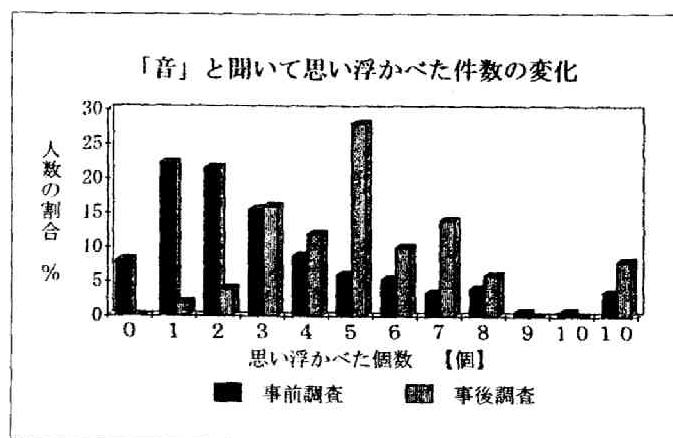
この実験では、ロウソクの炎のゆれ方から、音が空気を放射状に広がりながら伝わっていくようすがわかる。音の学習というと、耳で聞くということが多いが、このような実験をすることによって視覚的なイメージと聴覚的なイメージが重なり、よりわかりやすく学習ができる。

ウ. 教材・教具活用表

教材・教具・実験例	活用項目			
	大小	高低	媒体	速さ
音センサーとレンズ付きフィルムのストロボを接続				○
ビニール袋で包んだマイクで防犯ブザーなどの音を水中で拾う			○	
アクリルパイプの一端を密栓し、中にコルク粉末を敷き、もう一端から声を出し模様を観察	○	○		
ティンパニーの表面にコルク粉末をまいてたたく	○	○		
大太鼓の回りにろうそくを立ててたたく	○		○	
簡易真空ポンプで容器の空気を抜き、容器内のブザーの音を聞く			○	
小さな太鼓を2つ並べて共振の様子を観察する	○		○	
ストロー笛や試験管笛		○		
スピーカーにアルミホイルを張り、その上の発泡スチロールの玉の動きを観察する	○	○		
紙コップの底にステンレステープを貼り、レーザー光を当て、反射光をスクリーンに映して、紙コップに音を伝えたときのスクリーンの模様を観察する	○	○		
モノコード（ゴム、ギター）	○	○		
花火のビデオ				○
校庭に並んでピストルの音を聞く				○
ハンドスピーカーの警笛音を出してろうそくの炎のゆれを観察する	○		○	
音叉を水に入れて模様を見る	○		○	
校舎の壁や鉄棒、ガードレールに耳をつけたたいてもらう			○	
ガラス管をたたいて音を出す		○		
アクリルの箱に水を張り、音をだしてできる模様をOHPで投影する	○			

(6) 実践の結果について

「音」は日常生活に密接に関わる事象であるが、事前調査の結果では、興味・関心は低く、知識もあいまいであった。しかし、本研究のような学習の展開によって、「音」についての学習意欲が高まるとともに、音の性質についての理解を深めることができた。



4 まとめと今後の課題

(1) まとめ

本研究では、生徒の主体的な学習活動を促すため、課題解決学習を取り入れた。そのために「音」の単元における教材・教具の工夫・改善を通して、実験の個別化を図り、併せて学習過程における効果的な評価の方法について研究した。研究の成果については、実態調査、生徒の実験計画書等の記録、教師の観点別学習状況の補助簿、自己評価の記録、事後調査などから生徒の変容を調べることにより把握に努めた。

ア. 課題解決学習を用いた指導法について

- (ア) 音を出す活動などを通して、課題を発見することにより、生徒一人一人の発想を生かした、学習活動を展開することができた。
- (イ) 生徒自身の創意工夫を生かした実験計画書に基づいて実験を進めたため、生徒は常に目的を持って学習に取り組み、意欲的に課題解決に努めることができた。
- (ウ) 実験の結果について各自・各グループが発表することにより、知識を共有するとともに、音についての興味・関心を一層深めることができた。

イ. 教材・教具について

- (ア) 目で見ることが難しい音を、目で見えるように工夫したことにより、生徒の興味・関心を喚起し、学習課題を探究していく意欲を高めることができた。
- (イ) 身近な教材・教具をできる限り準備し様々な方法で音を調べる活動を通して、生徒は主体的に自ら発見した課題の解決に取り組むことができた。

ウ. 評価について

- (ア) 生徒が、個々に作成した実験計画書に基づいた学習活動を進めていく本事例のような授業形態では、授業者は個々の生徒の活動を十分に観察できるので、机間指導によって実験計画書とあわせ、個々の生徒の状況を的確に把握することができた。
- (イ) 実験計画書を生徒一人一人に作成させることにより、教師は生徒の発想を授業を行う前につかむことができるので、個別指導によって個々の生徒に応じた助言が可能になり、生徒の多様な学習活動を支援することができた。
- (ウ) 授業後の自己評価の記録などから、学習への関心・意欲など情意面での生徒の変容をつかむことができた。

(2) 今後の課題

ア. 本研究では生徒の様々な教材を提示し、課題を発見させる工夫をした。これによって興味・関心を高めることができたが、生徒が選択する課題が必ずしも必要な要素をすべて網羅しているとは限らず、適切な助言を与える必要がある。

イ. 生徒一人一人が課題を発見し、創意工夫を生かした学習を行うことができたが、実験の個別化・多様化に伴い、基本的な実験器具の充実と身近な材料の応用をさらに工夫していく必要がある。

ウ. 本研究では、自己評価カード及び観点別学習状況補助簿を活用して多面的な評価を試みた。これによって生徒の理解が容易になり、援助に役立てていくことができたが、さらに効果を高める評価の方法を検討していくことが望ましい。

Ⅲ 「大地の変化と地球」における生徒の 主体的な活動を促す指導法の工夫

1. 研究のねらい

日本は、火山・地震が大変多い国であり、火山活動や地震が身近な現象でありながら、生徒の興味・関心が高いとはいえない。「大地の変化と地球」の授業では、観察・実験といった、直接体験を通して生徒の興味・関心を喚起する場が少なくなりがちで、ともすると知識伝達型の授業に陥りやすい傾向にあった。

そこで、第2分科会では、直接体験を重視した学習の充実を図り、生徒が自らの手で自然を調べ、自然の事物・現象を科学的に捉えていくような、探究する過程を大切にする学習の展開を目指し、指導内容・方法及び教材・教具の工夫改善に取り組んだ。

本研究では、「大地の変化と地球」における従来の学習の流れの見直しを図るとともに、問題解決的な学習や個別化を図った実験の導入等により、生徒が主体的に学習に取り組むことができるよう工夫した。また、生徒の学習意欲を高めるために、学習の過程における評価方法の改善についても、併せて研究を行った。

研究を進めるに当たっては次の点に留意した。

- (1) 学習に対する興味・関心を高め、個別の観察・実験を可能にする教材・教具の工夫
- (2) 生徒の主体的な学習活動を促す授業展開及び教材・教具の工夫
- (3) 生徒の主体的な学習活動を援助する評価方法の工夫

2. 研究の方法

- (1) 事前調査の実施と結果の分析
- (2) 研究計画の立案
- (3) 直接体験を重視し、身近な素材を活用した教材・教具の工夫
- (4) 個別化を図った観察・実験の工夫と学習展開の検討
- (5) 学習計画と評価計画の立案
- (6) 授業の実践と考察
- (7) 事後調査の実施と結果の考察
- (8) 研究のまとめと今後の課題の検討

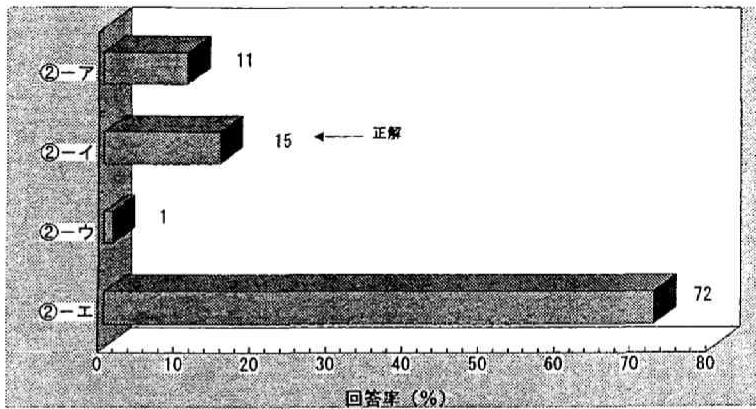
3. 研究の内容

- (1) 事前調査と考察

中学生の岩石に関する知識、理解及び関心・意欲を調べるために都内7校の中学3年生715人を対象に調査を実施した。どの学校の3年生も「大地の変化と地球」の項目は学習していない。調査結果は次の回答率で示してある。

$$\text{回答率 (\%)} = \frac{\text{選択肢を選んだ生徒の数}}{\text{同一設問に回答した生徒の総数}} \times 100$$

問2 次の岩石は、下のア、イのどちらのグループに入りますか。ア、イ以外だと思っ人はウに名前を入れ、分からない人はエに○をつけなさい。



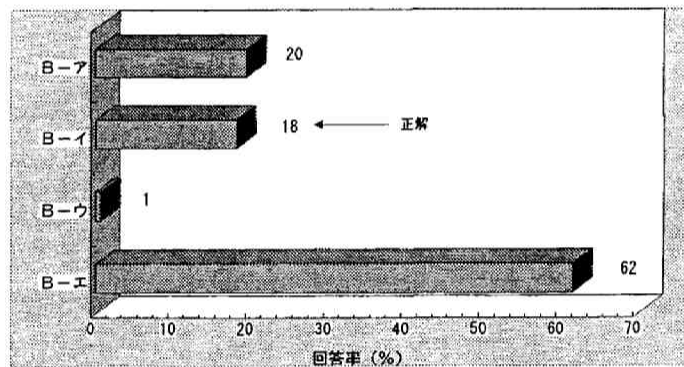
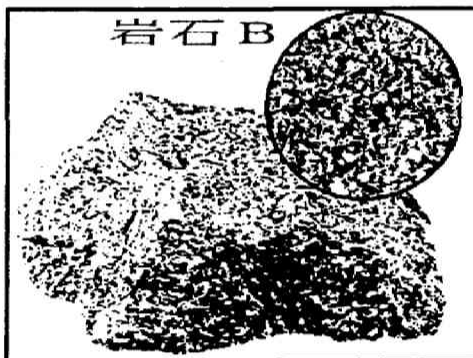
① 花こう岩 ② 砂岩

ア. 火成岩
 イ. たい積岩
 ウ. その他 ()
 エ. 分からない

問3 次の写真の岩石は、下のア、イのどちらのグループに入りますか。

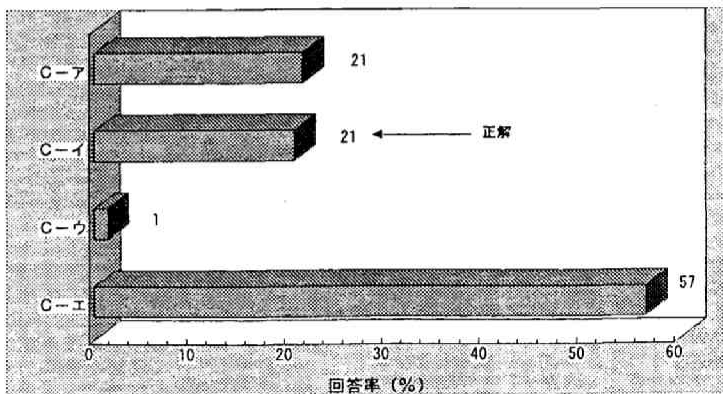
ア. 火成岩 イ. たい積岩 ウ. その他 () エ. 分からない

【 岩石Aとして花こう岩、岩石Bとして砂岩の写真を生徒に提示する。】



問4 先生が見せた岩石C、岩石Dは下のア、イのどちらのグループに入りますか。

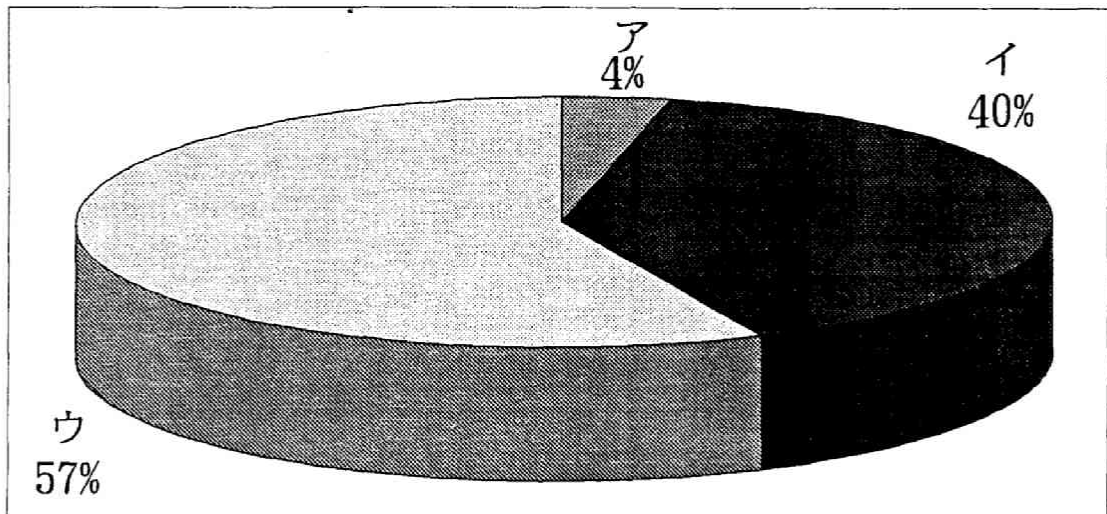
【 岩石Cとして砂岩、岩石Dとして花こう岩を生徒に提示する。】



ア. 火成岩
 イ. たい積岩
 ウ. その他 ()
 エ. 分からない

問10 あなたたちは小学校6年生で火成岩とたい積岩について学習しています。火成岩やたい積岩の学習についてどのように思いましたか。下のア～ウの中から選びなさい。

ア. 興味をもって取り組めた。 イ. ふつう ウ. あまり興味がもてなかった。



問2～4の調査結果を見ると、ある程度予想されたことではあるが、小学校で既習の内容でありながら、正答率が低かった。また、問10から生徒は、岩石の学習については興味・関心が低い状態であったことが分かる。しかも、別の問の調査結果では、65%以上の生徒が実際に岩石を手にとりじっくりと見たことがないということも分かった。

以上の調査のように生徒は、岩石に対する知識・理解は勿論、実際に手に触れてじっくり観察した経験も少なく、興味・関心、さらには、学習に取り組もうという意欲も低いことが分かった。しかし、そういう中でも、用語のみによる調査結果よりも、写真または実物の岩石を見せた方が僅かではあるが、正答率が高まっていることが認められた。一方、分からないと答えた生徒の割合は、用語よりも写真、写真よりも実物を見せたときの方が着実に減っていることが分かった。そこで、「大地の変化と地球」の学習において、生徒の学習意欲を喚起し、主体的に学習に取り組ませるには、次のような内容をまず取り上げることが必要であると考えた。

- ① 実物に手を触れながら学習を進められる内容
- ② 試行錯誤を繰り返しながら、問題解決的に学習を進められる内容

(2) 学習計画

ア 授業展開の工夫

従来、「大地の変化と地球」の項目では、「火山」または、「地震」から入ることが多かった。しかし、生徒の直接体験を重視した学習を充実させ、探究する過程を大切にするためには、これまでの学習の流れでは不十分と考えられる。

この項目の授業で、生徒が直接見て、触り、観察できる教材である「岩石」を視点にあて、火成岩とたい積岩を比較し、その特徴を調べる学習を導入として、以下に示すように学習の流れの工夫を試みた。

イ 「大地の変化と地球」の学習計画例

		学 習 内 容 ・ 学 習 活 動
1 岩石 (火成岩・ たい積岩) とその比較 (9時間)	第1時	<ul style="list-style-type: none"> 代表的な火成岩のA岩(花こう岩)と代表的なたい積岩のB岩(砂岩)の自作VTRを視聴する。 岩塊を見る。 各自の岩石を観察する。 <p>■実験1 A岩、B岩を用いて加熱・冷却を繰り返す。岩石を割る。</p>
	第2時	<p>■実験1 A岩、B岩を用いて加熱・冷却を繰り返す。岩石を割る。</p> <p>(第1時の続き) (学習プリント1)</p>
	第3時	<ul style="list-style-type: none"> 火成岩A岩(花こう岩)、たい積岩B岩(砂岩)に、火成岩C岩(安山岩)たい積岩D岩(泥岩)を加え、これらを調べる実験器具を確認する。 <p>〔ルーペ、双眼実体顕微鏡、ハンマー・たがね・金床、鉄製乳鉢・乳鉢、ガスバーナー・三脚・金網・るつぼばさみ、ピーカー、やすり、シャーレ、薬包紙、生徒から希望があれば、薬品類(過酸化水素水など)を用意する。〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 火成岩とたい積岩の違い、4つの岩石の違いを調べる実験方法を検討し、実験計画書を提出する。 <p>(学習プリント2・3)</p>
	第4時	<p>■実験2 各人が実験計画書に基づいて実験を行う。実験報告書作成。</p>
	第5時	<p>■実験2 実験の続きを行う。新たな実験を行う。実験の結果をまとめる。</p>
	第6時	<ul style="list-style-type: none"> 実験2の結果をまとめる。生徒発表会の準備を行う。 発表用原稿の作成。発表用TPシートの作成。 <p>(学習プリント4)</p>
	第7時	<ul style="list-style-type: none"> 発表会。それぞれの岩石の観察結果、火成岩とたい積岩の違いについて、A岩とC岩の違いについて、B岩とD岩の違いについて発表しまとめる。 <p>・〔教師が補足説明を行い、整理する。〕 (学習プリント5)</p>

1 岩石とその比較	第8時	<ul style="list-style-type: none"> さらに、火成岩として、玄武岩、はんれい岩を加える。たい積岩として、石灰岩、れき岩を加える。他に溶岩も加え、合計9種類の岩石を小片に砕いて岩石標準サンプルを作成する。 学習したことをもとに、第1回目のグループ分けを行う。(火成岩とたい積岩、その他に分ける。) (学習プリント6)
	第9時	<ul style="list-style-type: none"> グループ分けで迷った岩石について、どのグループに属するのかを判定する実験を考えて行う。確認実験に基づいて、再度グループ分けを行う。 ■確認実験 (学習プリント7)
2 火山	第10時 } 第12時 3時間	<ul style="list-style-type: none"> 火山噴出物と火山活動。マグマと地球の内部構造 マグマと火成岩のでき方(ハイボを使った火成岩のつくりのモデル実験) 岩石標準サンプルに流もん岩とせん緑岩を追加し、グループ分けを行う。 火成岩のまとめ。■モデル実験
3 積岩	第13時 } 第14時 2時間	<ul style="list-style-type: none"> 岩石の風化と流水のはたらき。たい積岩の演示実験を行う。■演示実験(簡易エミリー管による沈降実験。振とうによる浸食実験。) たい積岩のまとめ 標準サンプルに凝灰岩を追加し、5種類のたい積岩を分類する。
4 地層・変動	第15時 } 第19時 5時間	<p>地層と大地の変動</p> <ul style="list-style-type: none"> 化石(示相化石と示準化石) 地層のつくり、地層のでき方 大地の隆起と沈降、海進と海退 断層と褶曲、整合と不整合、大地の変動と山脈 プレートテクトニクスと大陸移動
5 地震	第20時 } 第24時 5時間	<ul style="list-style-type: none"> 地震とそのゆれ、地震波の特徴と震源・震央、初期微動と主要動 初期微動継続時間と震源距離との関係 等発震時曲線、震度と震度階級、震度と震源からの距離 震度とマグニチュード、地震による災害と大地の変化 地震多発地帯の分布、日本付近の震央・震源分布の特徴 地震や火山活動の原因、日本付近の地震の原因

(3) 評価計画（観点別評価）----- 第4時、第5時

ア 評価計画

学習内容 評価の観点	(第4時) ・実験2 — 個別に実験を行う。	(第5時) ・前回の実験の続きや新しい実験を行う。
自然事象への 関心・意欲・態度	・興味をもって、実験に取り組む ことができたか。 (自己評価、授業者の観察)	・前回の実験の続きや、新しい実 験に興味をもって取り組もうと することができたか。 (自己評価、授業者の観察)
科学的な思考		・前回の実験を踏まえて、新しい 実験の計画を立てることができ るか。 (実験計画書、授業者の観察)
観察・実験の 技能・表現	・実験計画書に従って、実験を実 施することができたか。 (実験報告書、授業者の観察)	・観察・実験の結果を整理しまと めることができたか。 (実験報告書)
自然事象について の知識・理解	・岩石によってつくりが違ふこと に気付くことができたか。 (実験報告書)	

イ 自己評価（ワークシートに記載、 A→よくできた B→普通 C→もうすこし）

1. 興味を持って実験をしましたか。	A	B	C
2. 実験をしながら、または結果をよく見て新しい実験を考えたりできましたか。	A	B	C
3. 安全に注意しながら、計画書通り実験ができましたか。	A	B	C
4. 実験結果を図を使ったり、文章を工夫したりして、わかりやすくまとめましたか。	A	B	C
5. 岩石によっていろいろな違いがあることに気が付きましたか。	A	B	C
6. 感想などを書きなさい。			
※先生からの助言など	[]		

ウ 本時の評価 ----- 教師の観察、または実験報告書による

評価の観点		評 価 基 準		
		十分満足できる (A)	おおむね満足できる (B)	努力を要する (C)
評価の基準				
ア 熱したり、冷やしたりする実験	技・表 ①	<ul style="list-style-type: none"> ・手早く加熱、冷却を行い、粒子について多くの観察ができる。 ・くずれた粒子をさらに調べる工夫をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱、冷却を行い粒子について観察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱、冷却を行うが粒子についての観察ができない。
	(行動観察・実験報告書)	<ul style="list-style-type: none"> ・A (かこう岩) の造岩鉱物の種類または、堆積岩の粒の一様性に気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石のくずれ方の違いとA (かこう岩) の造岩鉱物に気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石のくずれ方の違いとA (かこう岩) の造岩鉱物に気付かない。
イ わる実験	技・表 ②	<ul style="list-style-type: none"> ・手早く岩石を割り、ルーペ、双眼実体顕微鏡で観察し多くの項目について記録できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石を割り、ルーペ、双眼実体顕微鏡で観察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ルーペ、双眼実体顕微鏡を正しく使用できない。
	(行動観察・実験報告書)	<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩 (組織の違いか造岩鉱物の種類) か堆積岩 (粒の一様性) に気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・硬さの違いと造岩鉱物の有 (A、C) 無 (B、D) に気付く 	<ul style="list-style-type: none"> ・硬さの違いと造岩鉱物の有 (A、C) 無 (B、D) に気付かない。
ウ 砕く実験	技・表 ③	<ul style="list-style-type: none"> ・手早く岩石を砕き、多くの項目について記録することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石を適度な大きさに砕き、観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石を砕くのに細かくし過ぎたり、目的の大きさにできない。
	(行動観察・実験報告書)	<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩 (組織の違いか造岩鉱物の種類) か堆積岩 (粒の一様性か粒の大きさ) に気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・造岩鉱物の有 (A、C) 無 (B、D) に気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・造岩鉱物の有 (A、C) 無 (B、D) に気付かない。

エ 削る実験 (行動観察・実験報告書)	技・表 ④	・手早く岩石を削り、多くの項目について記録できる。	・岩石を削り、削った粒子の様子を観察する。	・削った粒子の観察ができない。
	知・理 ④	・火成岩（造岩鉱物の有無）か、たい積岩（粒の一樣性か粒の大きさ）に気付く。	・削れ方の違いとA（花こう岩）の造岩鉱物に気付く。	・削れ方の違いかA（花こう岩）の造岩鉱物に気付かない。
オ 結果の発表	技・表 ⑤	・観察・実験の結果を正確に記録し、発表することができる。	・観察・実験の結果をまとめ、発表することができる。	・観察・実験の結果について、発表することができない。
	知・理 ⑤	・火成岩（組織の違い）やA（かこう岩）の造岩鉱物には数種類あることに気付く。	・火成岩には造岩鉱物が含まれ、堆積岩には含まれていないことに気付く。	火成岩の造岩鉱物に気付かない。

(4) 展開例（第3時 実験計画の時間）

	学習活動 ◎生徒の活動 ☆教師の活動	留意点	評価
導入	☆前時のワークシートを返却し、着眼点の優れているものを発表する。 (粒の集まり方、特徴に気が付いたものを発表する。)	・提出されたワークシートから適切なものを選んでおく。	・発表された内容について聞くことができるか。 (関心・意欲)
展開	☆2種類増やし、合計4種類の岩石の粒の集まり方や特徴を調べる方法を考えるように示唆する。 ◎用意された実験器具、道具から、好きなものを選択し、実験計画を立てる。 (双眼実体顕微鏡、ルーペ、ガスバーナー、ハンマー、鉄製乳鉢、薬品など) ☆行き詰った生徒には助言を与える。	・岩石名にはふれない(岩石Cは安山岩、Dは泥岩)。 ・器具の使用法を確認し、安全のための指導を行う。 ・何種類かの実験器具を準備する。	・岩石を調べる方法を意欲的に考えようとしているか。(関心・意欲) ・提示した実験器具を用いた、適切な実験計画を立てることができるか。 (科学的思考)

まとめ	◎実験計画書を作成し、提出する。 ☆実験目的と器具の組み合わせが適切でないものには、助言を与える。	・安全面に対する注意を再度与える。	
-----	--	-------------------	--

(第4時 実験の時間—その1)

導入	☆提出された計画書を返却する。 ☆気が付いた点があれば助言する。	・計画が適切であるか安全性に問題がないかをチェックする。	・興味をもって実験に取り組めたか。 (関心・意欲) ・計画書どおりに実験ができたか。 (技能・表現)
展開まとめ	◎実験を行う。 ※双眼実体顕微鏡などによる観察、ガスバーナーと水による加熱冷却、ハンマーによる破碎など。 ◎実験報告書を提出する。	・気付いたことがあれば、その都度記入するように助言する。	・岩石のつくりの違いに気付いたか。 (科学的思考)

(5) 教材・教具の工夫

ア 自作ビデオと岩塊

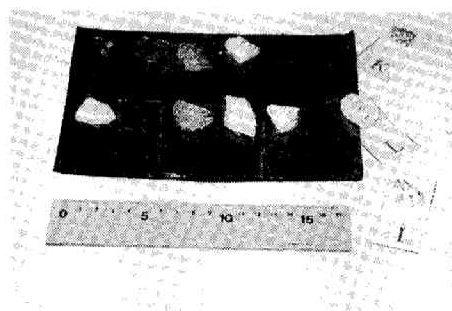
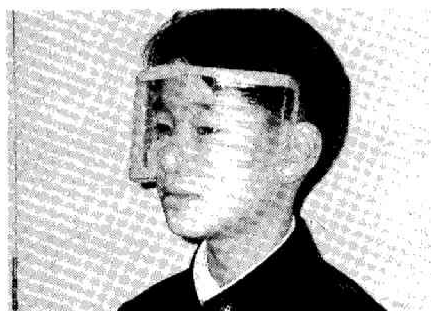
火成岩の代表として、花こう岩(約50kg)を山梨県甲府の昇仙峡付近より、堆積岩の代表として砂岩(約10kg)を千葉県銚子市犬吠崎でサンプリングした。その時の様子を撮影したビデオフィルムと岩塊を導入で活用した。生徒の興味・関心を促し、以後の学習を進めていく上で有効であった。

イ 簡易安全眼鏡(写真①)

岩石を割ったり、加熱・冷却を繰り返す場合に、岩石の破片が飛び散った時の安全確保のためにペットボトルを利用して作成した。作成が容易であり、実験にも有効であった。

ウ 岩石サンプル(写真②)

何時でも利用できるよう、また、岩石のまとめの学習に利用するため、一人一人の手元に岩石標準サンプルを持たせた。学習の個別化を図り、常に確認しながら学習を進める上で有効であった。



(6) 事後調査と考察

第7時の実験2の発表会終了時点で、事前調査の設問から何問か抜き出し、一部は設問の内容を変えて事後調査として実施した。結果の概要は以下の通りである。

ア 知識・理解

事前調査の問2（岩石の名前による分類）、問3（岩石の写真を見て識別する）、問4（岩石の実物を見て識別する）の内容の設問では、事前調査時と比べて正答率が次のように変化した。

表の結果から分かるように火成岩・たい積岩に関する知識の定着は、授業後に大きく改善されている。特記すべき事は、岩石の実物や写真を示した場合に正答率が大きく向上していることである。

イ 関心・意欲・態度

「岩石についてもっと学習したいですか」という問いに対して事前調査時では「はい」と答えた生徒が26%であったが事後調査では72%に増加した。また、今回の岩石の学習について積極的に取り組めたかどうか、生徒に自己評価させたところおよそ94%の生徒が「よくできた」「できた」と答えている。

この結果から、生徒がかなり興味をもって学習に取り組めた様子がうかがえる。

今回の授業の全体的な感想を自由に記述させたところ、次のような記述が多く見られた。

- ・『岩石なんてつまらない、違いなんてないと思っていたが結構いろいろな違いがあることが分かった。』
- ・『授業の進め方がおもしろかった。(目で見ただけより理解が深まった。)]』
- ・『登校時などに身のまわりの岩石に注目するようになった。』
- ・『岩石の学習がおもしろいことが分かった。』など。

岩石の観察、実験の個別化を進めてきた結果、生徒が主体的に学習に取り組み、「岩石や大地、地球」というものに対する興味や関心が高められたと考えられる。

また、「大地の変化と地球」の項目で最も身近にある岩石を導入したことは、生徒の直接体験を深める上でも、学習に対する関心・意欲を喚起するという点でも成果があったと思われる。

設 問		正 答 率	
		事前調査	事後調査
問 1	①	16%	→ 82%
	②	22%	→ 36%
	③	15%	→ 88%
問 2	A	21%	→ 90%
	B	18%	→ 88%
問 3	C	21%	→ 91%
	D	13%	→ 91%

4 まとめと今後の課題

本研究では、生徒の主体的な学習活動を促すために、「大地の変化と地球」の学習において従来とは違う授業展開の工夫をした。特にこの単元において、生徒が直接手に取って扱うことのできる岩石から、学習を展開していくこととし、その際、できる限り問題解決的な学習の展開になるよう配慮した。

さらに、学習過程における効果的な評価の方法について研究した。特に今回の研究においては、自己評価の項目が生徒にとっての学習の目当てとなるように配慮した。

研究の成果については、授業中の生徒の活動の観察、自己評価の記録、事前・事後調査の結果の比較などから、生徒の変容等の把握に努めた。

(1) まとめ

ア. 授業展開の工夫

(ア) この単元の学習に対する生徒の興味・関心・意欲を引き出す授業展開として、岩石の学習から入ることとした。どんな条件の学校でも取り組みやすく、生徒一人一人が実際に手に触れて取り扱えるもの考えた結果である。十分に時間をかけ、試行錯誤しながら学習を進めていくなかで、岩石に対する興味・関心を高めることができた。

この学習は、以後の「大地の変化」の学習に対する意欲を喚起する上でも有効であったと思われる。

(イ) 岩石の学習において、従来の火成岩を扱ってから堆積岩に学習を進めるというような単線型ではなく、常に両者のつくりの違いを比較しながら学習を進めていくことによって、問題解決的な学習を展開することができた。その結果、一人一人の生徒が主体的に学習に取り組むことができた。

イ. 観察・実験などの工夫

実験方法を提示して選択させるのではなく、学習のねらいに合った実験器具を何種類か用意し、生徒一人一人に実験方法を計画させた。その結果、生徒全員が自ら工夫した実験を計画することができ、生徒一人一人が、主体的でかつ意欲的に観察・実験を展開することができた。

ウ. 評価の工夫

(ア) 学習の開始時に、評価の観点を明示した自己評価項目を提示することによって、生徒の学習に取り組む上での指針を示すとともに、生徒自身の学習への援助になるように工夫した。この自己評価は、生徒が学習を進める上での目当てとなるばかりでなく、学習への意欲付けとしても有効であると考えている。

(イ) 補助教材に「先生からの助言など」の欄を設けたことは、生徒の意欲を育てるとともに、観察・実験の計画の修正や実験報告書を作成する上での参考になるため、生徒にも大変好評であった。

(2) 今後の課題

ア. 生徒一人一人が異なる実験に取り組むので、学習の場の確保と安全に対する一層の配慮が必要である。

イ. T. Tなどの指導方法及び評価の工夫改善等、指導・援助の一層の充実が大切である。