

中学校

平成 13 年 度

教育研究員研究報告書

理

科

東京都教職員研修センター

平成13年度

教育研究員名簿（理科）

分科会	区市町村名	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	江東	江東区立第二砂町中学校	森 好次
	大田	大田区立東調布中学校	◎伴野 浩文
	板橋	板橋区立加賀中学校	亀澤 祐浩
	調布	調布市立第七中学校	山岸 貢
	清瀬	清瀬市立清瀬第三中学校	日谷 憲人
第 2 分 科 会	港	港区立青山中学校	○高橋美由紀
	文京	文京区立第六中学校	梅田 保幸
	品川	品川区立城南中学校	菊地 信江
	中野	中野区立第二中学校	峯岸 貴彦
	江戸川	江戸川区立鹿本中学校	小澤 静江
	八王子	八王子市立第七中学校	伊藤 映二

◎世話人 ○副世話人

担当 東京都教職員研修センター 統括指導主事 山田 充男

問題解決的な活動を促す学習指導の工夫

目 次

I	主題設定の理由	2
II	「問題解決的な活動」について	3
III	「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 ～コンピュータの活用を通して～	
1	研究のねらい	4
2	研究の方法	4
3	研究内容	
(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	5
(2)	学習指導計画	7
(3)	「問題解決的な活動」におけるコンピュータ活用の工夫	9
(4)	学習の展開例	10
(5)	「授業後アンケート」より	11
4	研究のまとめと今後の課題	13
IV	「大地の変化」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	
1	研究のねらい	14
2	研究の方法	14
3	研究内容	
(1)	学習指導の実態に関する教員対象のアンケート調査の結果と考察	15
(2)	学習指導計画	16
(3)	簡易偏光ルーペの製作	18
(4)	大きい結晶、小さい結晶を作る実験	19
(5)	学習展開例	20
(6)	生徒の自己評価の結果とまとめ	23
4	研究のまとめと今後の課題	24

I 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いだし、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、生徒が問題を見いだし、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。

- ① 「問題解決的な活動」について分析すること。
- ② 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。
- ③ 「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。

- ① 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
- ② 「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

第2分科会では、「大地の変化」の中の「火成岩」について、次の点について研究を進めた。

- ① 自分で課題を見つけ、その解決を図る授業展開の工夫
- ② 身近な素材を利用し、複数の単元で利用できる教材の開発
- ③ 生徒のコミュニケーション活動を促し、理解を深めさせる発表活動の工夫

II 「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や文献研究から、生徒がどのような活動を行ってれば、「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。

- ①問題を自分のものとする。(生徒が「自分の問題」としてとらえている)
- ②生徒が自分自身で問題を見いだしている。
- ③問題を追究する方法を生徒自身が考えている。
- ④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。
- ⑤結果について生徒が自分のことばで説明している。
- ⑥活動を通して新たな問題を見いだしている。
- ⑦活動を通して分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つの段階に分けて考え、次のようにステージ1～5とした。

- 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：「教師による整理」
 - 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「分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、生徒の実験結果・考察を教師が整理して提示したり、基本的な概念、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までの学習をもとに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。

Ⅲ 「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～ コンピュータの活用を通して～

1 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ト（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。

2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

- ① 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）
- ② 指導計画の作成と実践
- ③ コンピュータ活用の工夫
- ④ 検証授業の実施と実践についての考察
- ⑤ 研究のまとめと今後の課題

3 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5地区の中学校69校理科担当教諭156名を対象にアンケート調査を行った。

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に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%以上回答があったもの)

- ・ 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%

(なお全くコンピュータを活用していない単元は 熱と温度、力、圧力、力のはたらき、であった)

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個々に応じた調べ方が可能となり、また、時期はずれの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。お答えください。

- ・ 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。

ク コンピュータを活用すると生徒のどのような能力の向上に効果があるとお考えです

か。お答えください。

- ・インターネット等から必要な情報を検索していく能力や、自発的に調べていく態度を養うという点で効果がある。
- ・CG映像や各種のソフトの利用により、自然の事象を三次元的に立体的にとらえることが容易になり、理解する能力の向上に役立つ。
- ・実体験できない事象や実験などをシミュレートできるので発展的な学習に適している等。

ケ コンピュータを授業に取り入れることについてどのようにお考えですか。お答えください。

- ・これからの社会にはコンピュータが不可欠になってくるので、コンピュータを授業に取り入れて当然になると思う。
- ・ノートパソコンが一人一台という環境になれば、普通教室の授業にも使用でき活用の質、量共に可能性が広がってくると考える。
- ・実験や観察など実体験を中心にした授業も大切にしていきたい等。

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回答には、①-カ、キ、クに示した以外にも多数も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。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。そこで私たち第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事が出来るのではないかと考えた。

(2) 学習指導計画

時	学習項目	生徒の活動	指導・援助	評価
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」				
1	音に関する実験を体験する	<ul style="list-style-type: none"> ・「太鼓とろうそくの炎」「ギターの一弦」「試験管の音」「ストロー笛」を体験し、音の性質に関する「気づいたこと・分かったこと」「疑問に思ったこと・不思議に思ったこと」をワークシートにまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・音の性質に関する学習であることを明言する。 ・4つの実験方法を知らせる。 ・実験を行いながらワークシートの記入ができるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・工夫しながら実験を進めていたか。 ・疑問を意欲的にまとめようとしていたか
2	音の性質に関する意見交換を行い問題点をまとめる	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験で出た疑問の一覧表から、回答できるものを選び、メールで答える。 ・他の生徒からの回答を見て、自らの疑問が解決するかどうか考える。 ・解決できなかった疑問を問題としてまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信ソフトを使い、同時に複数の意見交換を可能にする。 ・事前に実験についてのフォルダを作成し、生徒から出された疑問を入力しておく。 ・メールの送信方法を説明する。 ・一覧表の自己評価欄を記入させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信ソフトを操作することができたか。 ・疑問に対する答えをメールで表現できたか。 ・複数のメールの内容を見て考えが修正できたか
ステージ2：「問題を追究する方法を考え、試みる」				
3	実験を計画する	<ul style="list-style-type: none"> ・問題点ごとに追究するための班を作る。 ・班ごとに「実験目的」「実験道具」「実験方法」「結果の予想」を話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・興味関心のある課題を選択するよう助言する。 ・計画を自分たちで立てられるよう実験計画用紙を配布する。 ・根本的な解決が困難な場合は「同様な事象がないか」という課題を与える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の疑問が解決できる課題を選択できたか。 ・班で協力し、実験計画を作成することができたか。
4	追究実験を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験計画に従い、追究実験を行う。 ・「実験結果」と「実験結果から分かった音の性質」をまとめる。 ・新たな「気づいたこと・分かったこと」「疑問に思ったこと・不思議に思ったこと」をワークシートに追記する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験道具は事前に用意する。 ・実験途中でも方法や目的の変更しても良いことを知らせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自ら進んで実験をすることができたか。 ・自分の疑問を解決するような結果が得られたか。

時	学習項目	生徒の活動	指導・援助	評価
		ステージ3：「結果を考察し、表現する」		
5	追究実験の結果を発表する	<ul style="list-style-type: none"> 各班ごとに「実験結果」や「実験結果から分かった音の性質」を発表する。 他の班の結果を聞いて「気づいたこと・わかったこと」をワークシートに追記する。 	<ul style="list-style-type: none"> 生徒が通信機能を利用した発表や、実験の再現ができるようにする。 発表内容が理解しやすくなるよう、類似の実験ごとに発表させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 工夫して発表ができたか。 他の班の発表から新たに気づいた音の性質があったか。
		ステージ4：「教師による整理」		
6	学習内容を整理する	<ul style="list-style-type: none"> 今まで使ってきた音の性質に関する用語を正確に知る。 弦をはじく力の大きさと振幅の関係を知る。 弦の長さ、太さ、張力と振動数の関係を知る。 振動数の単位「Hz」を知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 弦を用い、「音源」「振幅」「振動数」の言葉の意味と、「音の大小」「音の高低」を関連づけて説明する。 オシロスコプの波形の意味を音の性質と関連づけて説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 正しい用語が身に付いたか。 追究実験の結果と関連づけて理解することができたか。
7	オシロスコプを体験する	<ul style="list-style-type: none"> 打楽器、管楽器、弦楽器を使い音の大きさや、高低を変えたときの波形を観察する。 シミュレーションソフトで弦の長さ、太さ、張力を変えたときの音とオシロスコプの波形の変化を体験する。 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータソフト「音の世界」及びコンピュータオシロを利用する。 コンピュータソフト「理科ランチボックス」のオシロスコプシミュレーションを利用し、音と波形の関係が調べられるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータオシロで楽器の音の波形を見ることができたか。 音の性質とオシロスコプの波形の関係が理解できたか。
		ステージ5：「これ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」		
8	音の伝わり方を理解する	<ul style="list-style-type: none"> 音は波となって伝わることを知る。 音の伝わる速さを知る。 これまでわかったことをもとに、音についてさらに調べてみたいことを考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦波（疎密波）について説明する。 自分たちで考えた実験の結果と関連づける。 これまでの学習をもとに、次の課題を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 音が伝わるときの波を理解できたか。 新たな問題を発見したか。

(3) 「問題解決的な活動」におけるコンピュータ活用の工夫

各学校の情報教育の整備が進み、コンピュータが日常的に使える環境が整ってきた。しかし、本研究のコンピュータ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、コンピュータ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。そこで私たちはコンピュータの優れた機能を活かしつつ、身近で便利な道具としてコンピュータ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。

ア ステージ1における例 <①疑問・意見の集約、②意見交換（チャット）>

- ① 意図的な観察・実験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。
- ② 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、自ら問題を明確にし、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。コンピュータを使う利点は、1対1や1対多数で興味をもったものに対し、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あげられる。

イ 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。

（また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。）

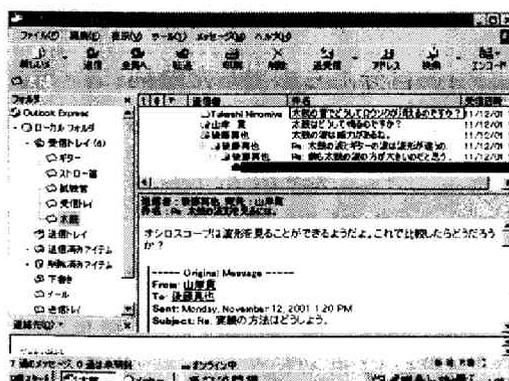
※チャットに使用するプログラム（設定方法）の例

① メールソフトを使う場合

- ・パソコン室内で、メールの送受信ができるように小規模 LAN 環境をつくる。
- ・受信トレイに「太鼓、試験管、ギター、ストロー笛」の4つフォルダを作る。
- ・「メッセージのルール」及び「会話別にメッセージをまとめる」という機能を利用し、受信メールを「太鼓、試験管、ギター、ストロー笛」の4つのフォルダに仕分けすると共に、それに対する問答をその項目直下に並べて、対話しやすいようにする。
- ・新しいメールソフトの中には、自動仕分け機能を持つものもある。

② 掲示板ソフトを使う場合

意見の集約や発表用に開発された掲示板ソフトがあり、メールソフトより見やすく、多様な意見交換ができる。



(4) 学習の展開例

- 1 単元名 「光と音の世界」
- 2 学習計画 p. 7～8 参照 (全8時間)
- 3 本時の目標 音の発生に関して全員で出し合った疑問を室内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 (2/8時)

	生徒の活動	教師の指導・援助	評価
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・授業のねらいについての説明を聞く ・メールに関しての諸注意を聞く 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・授業のねらいがわかる
展開1	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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自分たちの考えが修正できたか
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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て問題にまとめるよう伝える 	<ul style="list-style-type: none"> ・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1～5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。「ク」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。

① 「授業後アンケート」集計結果（対象生徒数：98名）

ア 一番はじめに行った4つの実験（ギター・試験管・ストロー笛・太鼓と炎）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 4つの実験を行った後、「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実験を、班ごと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わからなく、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 自分たちで考えた実験をやり、新しい発見がありましたか？

- a：音の性質の新しい発見があった（51%）
b：実験はできたが、新しい発見にはならなかった（42%）
c：うまくいかず、わけがわからなくなった（7%）

オ 自分たちで実験を行った結果、疑問は解決しましたか？

- 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%）

カ 先生が実験結果について整理してまとめましたが、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%）

キ コンピューターオシロと波形のシュミレーションを使って、音の性質とオシロスコープの波形の関係を学習しましたが、音の性質と波形の関係が理解できましたか？

- a：音の性質とオシロの波形の関係がよく分かった（81%）
b：コンピュータをうまく使えず困った（6%）
c：オシロの波形が何を意味するのか分からなかった（13%）

ク 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%)

ケ また別の単元で、自分たちで実験を計画する授業をやりたいですか？

- a : またやりたい (36%) b : どちらでもよい (55%)
- c : もうやりたくない (9%)

コ 授業を全て終えたとき、新しい疑問がもてましたか？

- a : 新しい疑問がもてた (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けである (4%)

② 授業後アンケートの考察

ア 「ストロー笛」「ギター」の弦」「試験管の音」「太鼓と炎」という、実験を導入で行うことによって、音の高低・音の大きさ・振動といった概念を体験的にとらえることができた。また、興味や関心を引き出した。

イ 自ら計画する追究実験は、4つの実験の再確認、発展、応用が多かった。この段階では同じ疑問を共有する生徒が班を構成していたため、実験を計画しやすかったと考える。しかし、中学生には追究困難な課題に取り組んだ班もあり、新しい発見にならなかったり、教師の予想外の発見になってしまうこともあった。

ウ 「自分たちで実験を考えるのがいやだった」と答える生徒が予想以上に多かった。これは、生徒にとってこれまでいかに受け身の授業が多かったかを物語っているのではないだろうか。「自然を調べる能力と態度の育成」のためには、「自ら進んで調べようとする態度」が不可欠だと考える。このためには、ステージ1での実験をより理解しやすい内容に工夫し、意欲的な活動を促す必要がある。

エ 生徒の理解を助けるため、教師による実験結果についての整理は必要と考える。

オ コンピューターを使ったオシロスコープは非常に手軽に利用でき、生徒の理解を助けた。また、シミュレーションにより波形と音の関係が理解しやすくなったと考える。

カ 問題解決的な学習に対する生徒の感想は概ね肯定的であった。

しかし、1割弱の生徒が「もうやりたくない」と回答していることも無視できない。この原因には、結果的に多くの時間がかかってしまったことがあると考える。



4 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や文献研究から、単元「音の性質」における「問題解決的なプロセス」(p 7～p 8 参照)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 意図的に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 「教師による整理」段階をステージ4として位置づけることが、生徒の理解を助け、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。

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て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を活用により、他者との意見交換を活発にすることができる。

イ 「教師による整理」段階で説明を聞くだけではなく、シミュレーションソフトを主体的に使用できるようにすることで、生徒は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3ページに示したように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」を進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。

Ⅳ「大地の変化」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

1 研究のねらい

学習指導要領では「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」ということが強調されている。これを具体化するためには、知的好奇心や探究心をもって生徒が自ら問題を見つけ、試行錯誤しながら自分で考え、解決していく「問題解決的な学習」を進めていくことが重要である。

しかし、今回本分科会が行ったアンケート調査の結果からも明らかなように「大地の変化」の単元では「問題解決的な学習」があまり行われていない現状がある。そのため、生徒は疑問を持ったり理由を考えたりしないまま、与えられた観察、実験を行うという状況に陥りやすい傾向があった。

そこで、私たちは問題解決的な活動を促す学習指導を工夫することで、生徒が火成岩の組織を成因と関連づけてとらえることができるのではないかと考え、本主題を設定した。

本研究を行うにあたり、観察したことをもとに生徒が問題を見つけ、解決する意欲を高めつつ、自分たちの発想を生かして解決方法を考え、試行錯誤する活動の中から生徒が結果を導き出し、表現することで互いにコミュニケーションできるような、生徒主体の学習活動を工夫することが必要である。また、生徒が様々な方法で試行錯誤でき、実験結果から事象の起こる要因を類推することができる教材や、身近な素材を利用した複数の単元で利用できる観察器具の工夫を行う必要がある。

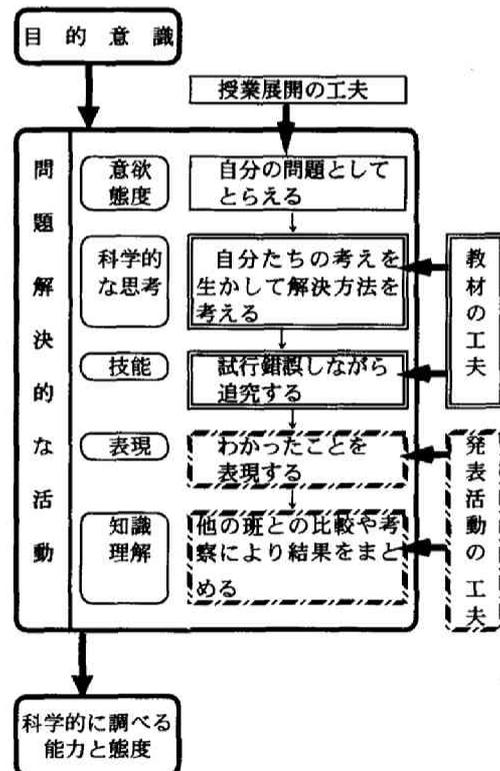
よって、本分科会では

- ① 生徒が自分で課題を見つけ、その解決を図る授業展開の工夫
- ② 身近な素材を利用し、複数の単元で利用できる教材の工夫
- ③ 発表活動を通してコミュニケーションを促し理解を深めさせる工夫を中心に研究を進めた。

2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

- ① 「大地の変化」を指導する上での課題の把握（教員アンケートより）
- ② 学習指導計画の作成及び評価方法の工夫
- ③ 学習展開の工夫と教材・教具の開発
- ④ 検証授業の実施と学習後の事後調査
- ⑤ 研究のまとめと今後の課題の検討



3 研究内容

(1) 学習指導の実態に関する教員対象のアンケート調査の結果と考察

「大地の変化」の学習に関する学習指導の状況について平成13年7月に研究員の所属する地域の中学校理科担当教諭83名を対象に、アンケート調査を行った。

① アンケートの内容

- ・新学習指導要領において「大地の変化」が3学年から1学年へと移行したことについてどう感じているか
- ・「大地の変化」の単元において問題解決的な指導を行っているか
- ・「大地の変化」の単元において実物観察を行っているか
- ・「火成岩の成因」をどのように指導しているか
- ・火成岩の組織に違いが生じる原因についてどのように指導しているか
- ・鉱物顕微鏡の保有台数
- ・「大地の変動」の指導でどのような工夫をしているか

② 結果

ア 移行について

「大地の変化」が3学年から1学年へと移行したことにより結晶や組織名・鉱物等の指導に困難を感じた教員は29%、困難を感じない教員は71%であった。

イ 問題解決的な指導を行っているか

実施している18% 実施していない82%

ウ 実物観察の実態

実物観察を行っている教員の割合は、岩石標本92%、岩石プレパラート46%
自分で採取した岩石30%、石材16%、(重複回答あり)という結果で、何らかの実物を観察させる指導はほとんどの教員が行っていた。

エ 火成岩の成因の指導について

教科書のみ42% ビデオ39% 実験10%
コンピュータソフト7%

オ 火成岩の組織の違いが生じる原因について

黒板による説明のみ80% 実験18%
実験の具体的な例としてミョウバンの結晶のでき方や氷のでき方が挙げられていた。

カ 鉱物顕微鏡の保有台数について

鉱物顕微鏡45% 鉱物偏光装置17% ない35%

保有していない学校が3分の1強ある実態がわかった。

③ 考察

「大地の変化」の指導のうち火成岩についてはほとんどの教員が火成岩の実物観察を行い、火成岩のでき方についても半数近くの教員はビデオやPCソフトなどの視聴覚教材を利用している。しかし、火成岩の組織の違いについては黒板のみによる説明がほとんどで問題解決的な学習はあまりなされていない。この背景には組織の違いの学習に取り組みやすい生徒実験がないと感じている教員が多いことが挙げられる。

(2) 学習指導計画 (全7時間)

教師からすべての実験方法を提示するのではなく、学習内容によって、生徒自身が観察の観点や実験方法を考え、結果や考察を自分たちでまとめるようにして問題解決的な活動を促し、理解を深めるとともに、生徒が主体的に学習に取り組む姿勢を養うことを目標とする。

時	学習項目	生徒の活動	指導・援助	評価
1	火山の形や噴火の様子について	<p><u>発問</u>：<u>火山の形の違いについて考えよう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本と世界の活動的な火山や過去の火山災害について話し合い、発表する。 ・火山の構造、噴火の原因について確認する。 ・火山の形や噴火活動の違いについて確認する。 ・火山の形や噴火活動の違いが起こる原因について話し合う。 ・火山の形や噴火活動の違いとマグマの粘性についてまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三宅島など、身近な火山の写真、新聞記事等を準備し、生徒の発表を取り上げながら提示していく。 ・日本と世界の火山と地震の震央分布、火山の構造図を準備する。 ・色々な形の火山、噴火活動の写真を準備する。 ・マグマの粘性の違いであることに気付かせる。 ・火山噴出物についても触れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火山の形や噴火活動の違いがマグマの粘性によるものであることが理解できたか。
2	自分達の地域の土(鉱物)の観察	<p><u>発問</u>：<u>自分達の地域の土は何からできているか。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山灰土を洗浄、鉱物を観察する。 ・鉱物をスケッチする。 ・観察された鉱物の鉱物名を調べ、班ごとに発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火山灰土(地域から採取したもの)、顕微鏡を準備する。 ・洗浄、観察方法を確認する。 ・机間指導により、洗浄、観察方法を適宜助言する。 ・地域の土に鉱物が含まれ、その鉱物はマグマによりできたことを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の土に火山噴出物が含まれることが理解できたか。
3	火成岩の観察	<p><u>発問</u>：<u>いろいろな火成岩のつくりを調べ、特徴をまとめよう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山岩、深成岩を観察し、つくりの違いをワークシート1にまとめる。 ・火山岩、深成岩のつくりの違いを班ごとに発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石、岩石薄片を準備する。 ・偏光ルーペの使用方法を確認する。 ・火山岩、深成岩の組織の違いを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火山岩、深成岩の組織の違いに気付いたか。

時	学習項目	生徒の活動	指導・援助	評価
4	実験計画の立案	<p><u>発問：大きい結晶と小さい結晶をつくろう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・結晶をつくる実験を行う。 ・大きい結晶と小さい結晶をつくるにはどうすればいいかを話し合い、実験方法、必要なものをワークシート2にまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験材料を準備し、器具の基本的な操作を確認する。 ・結晶をつくるところまで行うよう指示する。 ・生徒の発想を大切にしながら、机間指導により、適切なアドバイスをを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・科学的な思考に基づき、主体的に実験方法を立案することができたか。
5	粒の大きさが異なる結晶をつくる実験	<p><u>発問：実験計画に基づき、実験をしよう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験計画を確認する。 ・薄片を再度観察、つくりの違いを確認する。 ・実験計画により実験を行う。 ・できた結晶のようす、作り方をワークシート3にまとめる。 ・実験のねらいに基づいて完成した作品を提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験計画（ワークシート2）を返却し、実験方法を確認させる。 ・実験材料を準備、注意事項を確認する。 ・実験結果から考えられることを、机間指導により、適切なアドバイスをを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩のつくりの違いが理解できているか。 ・工夫しながら主体的に実験に取り組めたか。
6	実験結果のまとめ発表	<p><u>発問：結晶の大小は何によるものか考えよう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果を班でまとめる。 ・他の班の実験結果を、ワークシート4に記録しながら発表を聞く。 ・結晶の大小は何によるものかをまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プレパラート、双眼実体顕微鏡を準備する。 ・発表したり発表を聞いたりするときは、結晶のようすと作り方に着目するよう助言する。 ・進行状況を見ながら、役割を入れ替える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、結晶の大小は冷える速さの違いであることが考察できたか。
7	火成岩の組織の違いについて	<p><u>発問：火成岩の組織の違いについて考えよう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山岩、深成岩の組織、でき方の違いについて、ワークシート5にまとめる。 ・でき方の違いから、火山岩、深成岩ができる場所を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・等粒状組織、斑状組織、石基、斑晶等の語句を用いながらまとめを行う。 ・生徒の発言を取り上げながら、火山岩、深成岩ができる場所についてまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火山岩、深成岩の組織、でき方の違いを理解できたか。

(3) 簡易偏光ルーペの製作

16 ページの学習指導計画の第3時では火成岩のつくりを調べ特徴をまとめることになっている。火成岩の組織の違いを観察で明確にとらえるためには偏光顕微鏡を利用すると効果的であるが、保有している学校は少ない。そこで、身近な材料や安価に手に入る素材を利用し、簡単に組み立てられる簡易偏光ルーペの製作を試みた。今回製作したものは、カッターナイフ、セロハンテープだけで1年生が50分程度で作れるように考えた。1年生では、凸レンズのはたらきについて学習をするので、原理の説明も理解させやすく、複数の単元にわたり使用できる教材となる。

① 準備するもの

- ・偏光フィルム (125mm 角×0.2mm 厚から 20mm 角 2枚を切る)
- ・弁当用ケチャップ容器3個、ふた1枚
- ・シートレンズ (80区画のうち1区画)
- ・輪ゴム (太) 1本
- ・工作用具 (カッターナイフ、セロテープなど)

※ケチャップ容器は複数メーカーの製品があるが、シートレンズの焦点距離 (約 35mm) に近い高さのカップを選ぶようにする。

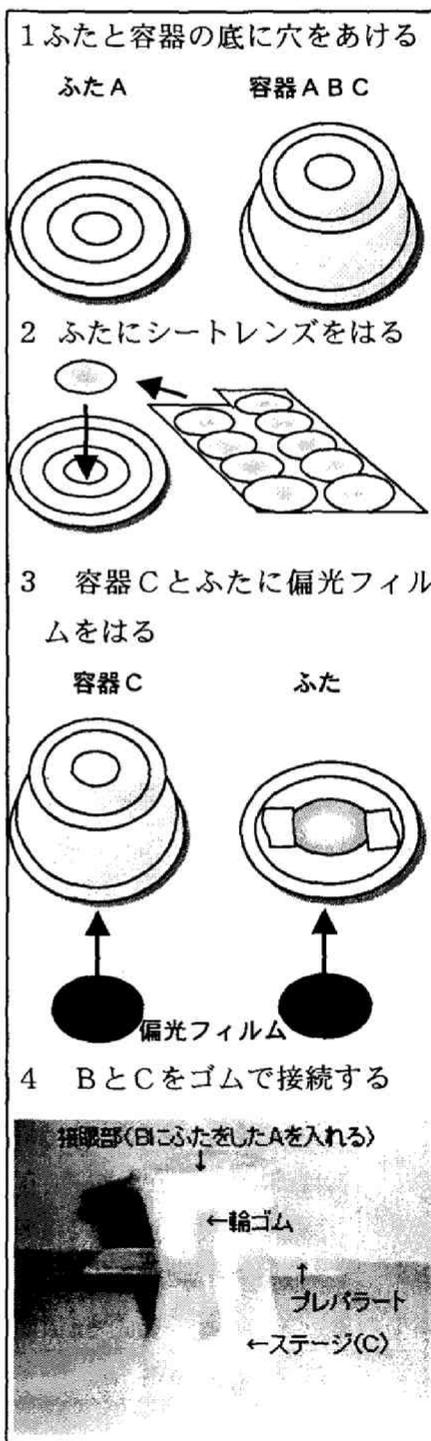
② 製作方法

ア ケチャップ容器3個をそれぞれ容器A、B、Cとし、Aのふたの部分にはカッターで直径約15mmの穴をあける。さらにA、B、C容器の底部にも直径約15mmの穴をあける。容器B、Cのふたは使用しない。

イ シートレンズを1区画のレンズの大きさにあわせて切り取り、容器Aのふたの上部にテープではる。

ウ 偏光シートを容器Aのふたと容器Cの底部の穴よりやや大きめに切り取り、表裏の保護シートをはがしてからテープではる。ふたは容器Aにはめこみ接眼部内筒とする。容器Bは接眼部外筒、Cはステージとなる。

エ 容器B、Cの底部を向かい合わせにし、写真のように輪ゴムを短く切ってテープではり、連結する。容器Bに容器Aを重ね、岩石薄片プレパラートをBとCの間にはさむと完成する。容器Aを容器Bから持ち上げ前後させることでピント調節ができる。また容器Aを回転させると偏光させられる。容器Cの下に照明用としてスライド用ライトピュアをセットすると明るく見やすくなる。

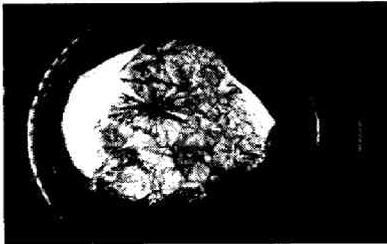


(4) 大きい結晶、小さい結晶を作る実験

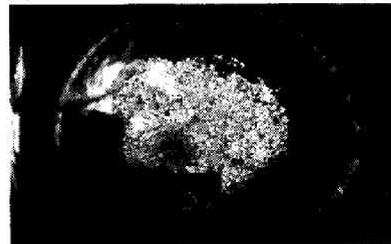
前述のアンケート結果によって、火成岩の組織の違いの学習については、取り入れやすい生徒実験がないと感じている教員が多い事がわかった。そこで、マグマが冷えてできる時の結晶の大きさと冷却時間との関係を実感するのに適したモデル実験の方法（教材）の開発を行うことにした。まず、以下の点に注目しながら適切な試料探しを始めた。

- ・安全な試料であること
- ・短時間で大きい結晶と小さい結晶の違いができるもの。
- ・溶解でなく融解するもの。
- ・自作の簡易偏光ルーペによって偏光するもの。

ミョウバン、食塩、砂糖、硫酸第一鉄、硫黄、硫酸マグネシウム、サリチル酸フェニル、チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）などを試料として選び、単独もしくは何種類かを組み合わせながら、溶解や融解の状態とできた結晶の様子を観察し検討を行った。また、冷却時間を短くしたり長くしたりするために保冷剤、氷、冷蔵庫、かいろ、ホットプレート、ドライヤーなども利用した。検討の結果、比較的融点の低いサリチル酸フェニルとチオ硫酸ナトリウムを3：2の割合で混合させたものが適切であることが分かった。



大きい結晶

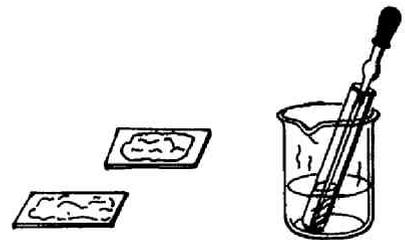


小さい結晶

① 実験方法

ア 準備

- ・サリチル酸フェニル
- ・試験管
- ・ピーカー (200cm³)
- ・チオ硫酸ナトリウム（無水）
- ・ガラス棒
- ・スライドガラス
- ・駒込ピペット
- ・湯



イ 操作

1. 試験管にサリチル酸フェニルとチオ硫酸ナトリウムを3：2の割合で測り取る。
2. ピーカーに入れた60～75℃の湯で、試験管に入れた薬品を融解させる。
3. 融解した混合物を駒込ピペットで吸い上げ、スライドガラスに手早く広げる。
4. 冷却の条件をさまざまに工夫し、大きい結晶、小さい結晶を作る。

② 実験のポイント

- ・融解させるための湯の温度は60～75℃くらいがよい。
- ・試験管はピペット操作を充分に行えるようなものを使用する。
- ・2種の混合物が2層に分離するのでピペットで吸い上げる際、充分に混合する。
- ・広げた混合物に、「こする」など衝撃を与えない。
- ・結晶を保存する場合は、低温の乾燥した場所がよい。
- ・2種の混合物を直火で熱しないこと。（化学反応をおこすため）

(5) 学習展開例

① 単元名 「火山と地震」

② 本時の目標 安山岩と花こう岩のつくりの違いができる要因を実験を通して考える。

③ 展開例 (5 / 7時)

	生徒の活動	指導・援助	評価
導 入	<ul style="list-style-type: none"> 前時に考えた自分たちの仮説・実験方法を確認する。 薄片を再度観察し、それぞれの岩石のつくりの違いを確認する。 実験計画にそって実験を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 前時の実験計画(ワークシート2)を返却する。 簡易偏光ルーペ、岩石薄片、双眼実体顕微鏡等を準備しておく。 実験計画に基づき必要なものをあらかじめ準備しておく。(例:砂、ドライヤー、保冷剤、使い捨てカイロ等) 	<p>○見通しをもって花こう岩安山岩のつくりの違いを実験で確かめようとしているか。</p>
	<p>大きい結晶と小さい結晶を自分たちの計画にもとづいて作ってみよう</p>		
展 開	<p>基本的な実験操作</p> <p>準備</p> <ul style="list-style-type: none"> サルチル酸フェニル チオ硫酸ナトリウム無水(ハイポ) 試験管 ・ガラス棒 スライドガラス ・駒込ピペット ピーカー(200cm³)・熱湯 <p>方法</p> <ol style="list-style-type: none"> ピーカーに湯をくみ、試験管にサルチル酸フェニルとチオ硫酸ナトリウムの混合物を3:2の割合で入れ湯せんにかける。 スライドガラスに、融解した混合物を駒込ピペットで手早く広げる。 それぞれのグループで考えた方法でめざす結晶をつくる。 <p>予想される生徒の実験計画</p> <ol style="list-style-type: none"> カイロを使いゆっくり固める。氷で急激に固める。机上で自然に固める。 混合物をたらず時にスライドガラスの角度を変える。 冷やすときにCO₂などの気体を加える。 スライドガラスを重ね上から圧力を加える。 	<ul style="list-style-type: none"> サルチル酸フェニルとチオ硫酸ナトリウムはあらかじめ計量し、実験に必要な量をとっておく。 混合物は分離しているので、よくかき混ぜてからピペットでとるようにする。 スライドガラスはピーカーの下に置き、温めておくと、きれいになる。 必ずスライドガラスにモデルを残すよう指示する。 ドライヤーやホットプレートなどは同時に多数を使わないように注意する。 できあがったところは双眼実体顕微鏡やルーペで観察させてもよい。 時間に余裕があり、用具が準備できれば新たに考えた方法で実験してもよい。 	<p>○基本的な実験操作ができるか。</p> <p>○仮説を検証しながら実験を行っているか。</p>
ま と め	<ul style="list-style-type: none"> 実験の方法、結晶の様子、気づいたことなどを記録する。(ワークシート3) 実験の経過や結果を各自で記録した上で班としての結果を整理して提出する。 よくできた作品を提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験結果からどのようなことが考えられるのか机間指導しながらアドバイスする。 	<p>○結晶の作り方でできた結晶の関係を見いだせたか。</p>

- ① 単元名 「火山と地震」
- ② 本時の目標 実験結果に基づき結晶の大きさのちがいがどうしてできたか考える。
- ③ 展開例 (6 / 7 時)

	生徒の活動	指導・援助	評価
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・前時に作成した結晶プレパラートを再度観察し、それぞれの違いを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験計画(ワークシート3)を返却する。 ・プレパラート、双眼実体顕微鏡等を準備しておく。 	<ul style="list-style-type: none"> ○作り方と結晶の大きさの違いを見いだそうとしているか
展開	結晶の大きさの違いがどうしてできたのか実験結果にもとづいて考えてみよう		<ul style="list-style-type: none"> ○作り方とできた結晶の大きさの関係を見いだせたか。
	<ul style="list-style-type: none"> ・大きい結晶と小さい結晶が一番うまくできた組み合わせをプリントにまとめる。(ワークシート4) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシート4配布 	
展開	自分の班の考えと、他の班の考えを比べてみよう		<ul style="list-style-type: none"> ○他の班の考えを理解することができたか。 ○自分の班の考えをわかりやすく説明することができたか。
	<ul style="list-style-type: none"> ・発表する班と発表を聞く班に分かれる。 ・発表する班員はテーブルの片側で説明。発表を聞く生徒はその反対側で双眼実体顕微鏡を見ながら説明を受け記録する。(ワークシート4) 	<ul style="list-style-type: none"> ・組織の作り方と結晶の大きさの違いについてわかりやすく説明させるよう助言する。 ・進行状況を見ながら発表と聞く役割を入れ替える。 	
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・結晶のでき方の違いをまとめる。(ワークシート4) ・ワークシートを提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験で作った結晶モデルをもとに、実際の火成岩のでき方を類推するようアドバイスする。 	<ul style="list-style-type: none"> ○実験の結果から、結晶の大小は冷える速さの違いであることが考察できたか。



<結晶を作る実験に取り組む生徒>



<結果について説明している生徒と聞いている生徒>

「花こう岩と安山岩のちがいを」

年 組 氏 名 _____

目的：花こう岩と安山岩の様子がどのように異なるか、調べる。

方法：花こう岩と安山岩について、岩石そのものやプレパラートを使い、いろいろな項目について、どのように異なるかを観察する。

結果

項目	花こう岩	安山岩

- (1) 花こう岩と安山岩の違いが観察をおしてよくわかりましたか？
よくわかった・だいたいわかった・わからなかった
- (2) 花こう岩と安山岩の違いがなぜ起こるか興味がありますか？
大変ある・少しある・全然ない

花こう岩と安山岩のモデルを作ろう

平成13年 月 日 _____ 年 組 氏 名 _____

目的：実験計画にもとづいて、花こう岩と安山岩の結晶のようすにできるだけ近いモデルを作ってみよう。

結果：

プレパラート	作 り 方	結晶のようす	気づいたこと 工夫したこと
A			
B			
C			
D			

- (1) 実験をしていくうちに新しい発見がありましたか？
たくさんあった・多少あった・あまりなかった
- (2) 2種類の粒をつくることができましたか？
2つともできた・1つできた・両方ともできなかった
- (3) もっと実験してみたいと思いますか？
とても思う・思う・あまり思わない

花こう岩と安山岩のモデルを作る計画

平成13年 月 日 _____ 年 組 氏 名 _____

目的：薬品を溶かしたものをマグマとし、花こう岩（大きい結晶）・安山岩（小さい結晶）のモデルとして大きい結晶と小さい結晶をつくるにはどのようにしたらよいだろうか。材料や方法を班の中で話し合いながら考え出してみよう。

注：薬品 A・B は共に融点は100℃以下である。

実験 No	実験に必要なもの（家にあるものを持ってきててもよい）	作 り 方	
		花こう岩	安山岩
1			
2			
3			

- (1) 自分自身の考えを持つことができましたか？
よくできた・まあできた・できなかった
- (2) 実験で自分の考えを確かめたいと思いますか？
とても思う・まあ思う・思わない

「花こう岩と安山岩のでき方の違い」まとめ

平成13年 月 日 _____ 年 組 氏 名 _____

目的1：実験結果にもとづいて、どのようにしたら花こう岩と安山岩のモデルができるか班で話し合ってみよう。そして、でき方の違いは何か考えよう。他の班の結果を見て、一番よいと思ったものを記録しよう。

目的2：話し合いの結果をどのように発表したらよいか、班で話し合い発表しよう。

まとめ（実験）

プレパラート	よ う す	作 り 方

他の結果

プレパラート	よ う す	作 り 方

でき方のちがいは何ですか。

- (1) 自分たちの考えをうまく発表できましたか？
よくできた・だいたいできた・あまりわからなかった
- (2) 他の班の考えをしっかりと聞くことができましたか？
よくできた・だいたいできた・あまりわからなかった

「花こう岩と安山岩の違い」まとめ

平成13年 月 日 年 組 班 氏名
 目的：花こう岩と安山岩のつくりの違い・でき方の違いをまとめよう。
 組織の名を知ろう。

グループ	花こう岩	安山岩
よ		
う		
す		
組織名		
場		
で		
き		
方		

- (1) 2つの岩石のでき方の違いがわかりましたか？
 よくわかった・だいたいわかった・あまりわからなかった
 (2) 岩石のでき方の違いに興味がもてましたか？
 とてももてた・もてた・あまりもてなかった

ワークシート4.5

8割の生徒が自分の考えを説明することができたと感じており、9割の生徒が火成岩のでき方の違いについて理解できたと感じていた。

ワークシート 1 (1) 花こう岩と安山岩のつくりの違いが観察を通してよくわかりましたか。 (2) 花こう岩と安山岩のつくりの違いがなぜおこるのに興味がありますか。

よくわかった (15.0%)	だいたいわかった (85.0%)
-------------------	---------------------

とてもある (32.0%)	少しある (63.0%)	あまりない (5.0%)
------------------	-----------------	-----------------

ワークシート 2 (1) 自分自身の考えをもつことができましたか。

よくできた (44.0%)	まあできた (52.0%)	できなかった (4.0%)
------------------	------------------	------------------

(2) 実験で自分の考えを確かめたいと思いますか。

ぜひやりたい (46.0%)	まあやりたい (54.0%)
-------------------	-------------------

ワークシート 3 (1) 実験をしていくうちに新たな発見がありましたか。

あった (31.0%)	多少あった (55.0%)	あまりなかった (14.0%)
----------------	------------------	--------------------

(2) 2種類の粒をつくることができましたか。

2つともできた (73.0%)	1つできた (22.0%)	できなかった (5.0%)
--------------------	------------------	------------------

(3) もっと実験してみたいと思いますか。

とても思う (55.0%)	思う (44.0%)	あまり思わない (1.0%)
------------------	---------------	-------------------

ワークシート 4 (1) 自分たちの考えをうまく発表できましたか。

よくできた (25.0%)	できた (62.0%)	あまりできなかった (13.0%)
------------------	----------------	----------------------

(2) 他の班の考えをしっかりと聞き取ることができましたか。

よくできた (45.0%)	だいたいできた (52.0%)	できなかった (3.0%)
------------------	--------------------	------------------

ワークシート 5 (1) 2つの岩石のできかたの違いがわかりましたか。

よくわかった (45.0%)	だいたいわかった (52.0%)	あまりわからなかった (3.0%)
-------------------	---------------------	----------------------

(2) 岩石のできかたの違いに興味もてましたか。

とてももてた (30.0%)	もてた (58.0%)	あまりもてなかった (12.0%)
-------------------	----------------	----------------------

(6) 生徒の自己評価の結果とまとめ

問題解決的な活動を通しての学習効果を調べるため、ワークシートに自己評価の欄を設けた。その分析結果を以下のグラフに示す。

ワークシート1.2

9割の生徒が火成岩の観察後、そのつくりの違いについて興味を持っており、その成因について仮説を立てながら自分で考えようとしていた。また、全生徒が仮説について実験で確かめたいという意欲を持てたこともわかった。

ワークシート3.

7割の生徒は2種類の結晶をうまく作ることができており、ほとんどの生徒がもっと実験してみたいという気持ちになっていた。また、8割の生徒が実験中に何らかの気づきがあったこともわかった。

4 研究のまとめと今後の課題

(1) まとめ

本研究では、「大地の変化」の単元において、「問題解決的な活動」があまり実施されていないというアンケートの結果を受け、生徒がより主体的に学習活動を行えるような授業展開と、そのための教材・教具の工夫について研究を進めてきた。そして、それらの工夫によってどのような効果があったかを、ワークシート内の自己評価及び観察・実験に取り組む姿勢の変化により分析した。

① 授業展開の工夫について（ワークシート内の自己評価を中心に）

ア 観察の観点を考えるところから始めさせた火成岩の観察では、ワークシート1の自己評価(2)から、今後の学習活動に対する興味や意欲が強くなったと言える。

イ ワークシート2及び3の自己評価の集計からは、主体的に実験方法を立案し、試行錯誤する中で実験を進めていくことで、多くの生徒が問題解決の糸口を自らつかむことができ、さらなる探究心が生まれたと言える。

ウ 最後の自己評価で、「よくわかった」生徒の割合が、最初の観察時での3倍ほどになっていることから、問題解決的な学習を進めたことにより、知識・理解がより確実に定着したと言える。

② 教材・教具の工夫について（観察・実験に取り組む姿勢の変化より）

ア 一人一人が自らの手で作成した簡易偏光ルーペの使用は、観察に取り組む姿勢が普段より意欲的であったことから、次の学習への意欲を高めることにつながるとともに、主体的な学習へのよい導入ともなったと言える。

イ 湯煎により簡単に融解する結晶を使ったことは、生徒の実験に取り組む様子や実験計画書の内容から、実験しやすく生徒の様々な発想が引き出しやすいもので、無理なく主体的に問題を解決していく学習に取り組むことにつながったと言える。

(2) 今後の課題

① 授業展開の工夫に関して

本研究の学習指導計画全体を終えて、生徒の主体的な取り組みや学習意欲、探究心の高まりをある程度伸ばすことができたと言える。しかし、その程度を一時間ごとに比較してみると、最終的なまとめの段階で落ち込みがみられた。原因のひとつとして、実際に検証授業を進める中で、生徒の要望により実験時数を予定より増やしたことが、かえって少しずつ興味を薄れさせる結果となってしまったことが考えられる。今後は、より効果的な授業計画時数をつかんでいきたい。

② 教材・教具の工夫に関して

今回使用した2種類の薬品は、融解すると比重の差が大きいため二層に分離しやすいので、実験に使う容器を混合しやすいものにすることが必要である。また、実験後にガラス器具等に付着した結晶が落とすにくいので、洗浄のしやすさという点で使用器具を再考する必要がある。

平成13年度教育研究員研究報告書

東京都教育委員会印刷物登録
平成13年度 第41号

平成14年1月23日

編集・発行 東京都教職員研修センター
所在地 東京都目黒区目黒1-1-14
電話番号 03-5434-1976

印刷会社名 株式会社 ドゥ・アーバン