

学習内容の構造(とくに、実物観察など) が学習効果に及ぼす影響について

— 鉱物のみわけかたの実験授業成績 —

盛政貞人* 佐藤洋一**

Sadato MORIMASA & Yoichi SATO

On the Results Produced on the Effectiveness in Learning by the
Structure of the Contents of the Lesson
(Especially through the Observation of Minerals, etc.)
—The Results of the Experimental Lessons in the Way of
Distinguishing Minerals—

Abstract: Purpose & Method. Our purpose was to inquire into the differences of the results produced on the effectiveness in learning, with the way of distinguishing minerals as the subject for our study. The experimental lessons were conducted in four different groups as follows: The first group used the textbook and the charts in it (Contrast Group); the second group used color photographs in addition to the textbook and the charts in it; the third group learned the lesson through the observation of mineral objects in addition to the textbook and the charts in it; and the fourth group studied the lesson through the measurement of the hardness of the minerals in addition to the textbook, the charts in it, and the observation of mineral objects (Experimental Groups).

Results. (1) In the answers in the paper test concerning the color and hardness of the minerals, the contrast group showed a little better results than those shown by the other experimental groups. And in the results of the distinction of the objects, hardly any difference was noticed between the contrast group and the experimental groups. However, it is to be noted that the number of the test questions was coincidentally the same with the number (6 kinds) of the minerals which the students studied in the textbook. Also it may have something to do with these results that the measurement of the hardness of minerals was done only in one or two cases. (2) The number of the students who said, "The lesson was easy to understand," or who said, "The lesson interested us," was greater in the experimental groups than in the contrast group.

I 目 的

鉱物のみわけかたを題材にとって、それを教科書(T)と、その表(Ch)とによって学習する場合(対照群)と、それに、カラー写真(Ph)を加えて学習する場合、実物観察(O)を加えて学習する場合、実物観察と硬度測定〔M(h)〕を加えて学習する場合など(実験群)との学習効果に及ぼす影響の差異を追究することを主な目的とした。

なお、この学習において、どのような事項がわかり易く、また、どのような事項がわかりにくいかわ、それらの理由は何かわ、その他、興味や、疑問を感じた事項と、それらの理由、試してみたい事項と、その理由などについても明らかにしようとした。

II 方 法

実験授業の方法はつぎに示したとおりである。

- A. 実験授業の場: 島根大学教育学部附属中学校
- B. 実験授業の担当者: 佐藤洋一
- C. 題材: 鉱物のみわけかた

* 島根大学教育学部技術科研究室

** 島根大学教育学部附属中学校

表1 実験授業の群構成

群	学習内容の構造	学 習 者	知能偏差値		
			平均	S.D.	
対 照	I	T+Ch	3年1組 44名	61.07	5.63
実 験	II	T+Ch+Ph	〃 2組 45名	58.48	4.27
	III	T+Ch+O	〃 3組 44名	58.34	4.57
	IV	T+Ch+O+M(h)	〃 4組 44名	58.91	4.74

D. 実験授業の群構成

表1に示したような4群の実験授業を構成・実施した〔T:教科書, Ch:表, Ph:カラー写真, O:実物観察, M(h):硬度測定〕

知能偏差値についてのtの値は, I・II間が2.42, I・III間が2.46, I・IV間が1.93, II・III間が0.15, II・IV間が0.60, III・IV間が0.57で, いずれも2.6600.01より小さく, 各群間の知能偏差値には有意差のないことが認められた。

E. 学習の詳述

1. 教科書の内容: 対照ならびに実験の4群にわたって用いた教科書の内容は図1〔(1)~(2)〕に示したとおりである。

2. カラー写真: 図2に示したとおりである(ただし, ここに示したものはその白黒印刷)。

3. 鉱物の実物: 水晶, 石英, 正長石, 斜長石, 白雲母, 黒雲母, 輝石, 角せん石, かんらん石, ざくろ石, 方解石, 滑石, 石こう, いおう, 石墨の計15種の実物標本。

F. テストおよびアンケート調査の実施

1. テスト

a. 時期: (1)ペーパーテストは実験授業の概ね1週間後に行なった(詳細については, C. 授業の実施状況の項参照)。(2)実物鑑定は実施授業後概ね1~2週の間に行なった。

b. 問題: IIIの結果の項で述べたい。

2. アンケート

a. 時期: 実験授業後概ね1~2週の間に行なった。

b. 質問事項: IIIの結果の項で述べたい。

III 結果と考察

テスト結果の解析, アンケート調査による生徒の意識の解析, 授業者による観察・解析などによる成績はつぎのとおりであった。

A. テスト結果の解析——研究者による評価——

実験授業実施の概ね1週間後に行なったテストの結果はつぎのようである。

1. 問題1 (ペーパーテスト) の回答の解析
つぎの問題

〔問題1: 無色鉱物2種, 有色鉱物4種の名称をあげ, それぞれの色を答えなさい。〕

に対する回答は表2に示したとおりであった。

a. 種類別の鉱物についての教科書の記載どおりの正答数の学習生徒数に対する割合は, 教科書とその表で学習した対照群(T+Ch)がセキエイ(93.2%), チョウ石(84.1%), カクセン石(72.7%), キ石(72.7%), カンラン石(70.5%)などにおいて, 他群より優れて第1位を占め, また, 教科書の記載通りの解答総数(205)の生徒総数×6種(=246)に対する割合(77.7%)も群中第1位であった。このように, 鉱物の色についての教科書の記載どおりの解答成績は, 教科書とその表で学習した群が最も優れていた。

b. 実物観察を加えて学習したT+Ch+O群ならびに, T+Ch+O+M(h)群では, 教科書に色が記載されていない鉱物を挙げて, その色を答えたものが, それぞれ, 21例, 8例と相当の数みられた。他方, 実物観察を行なわなかったT+Ch群やT+Ch+Ph群では, そのことが殆んどみられなかった。

c. aならびにbにおいて述べた成績を総合して考察すると, この実験授業の場合は, 教科書で, その色を学習した鉱物の種類が6種類であったのに対し, 実物観察を行なった鉱物の種類が, それらの6種類を含めながら, 15種と多種類にわたっていたためか, 実物観察が教科書での学習内容を深めるというよりは, 関心, あるいは, 認知・記憶の範囲を拡大する結果をもたらしているように思われる。

2. 問題2 (ペーパーテスト) の回答の解析
つぎの問題

〔問題2: 硬度1から10までの標準鉱物の名称を答えなさい。〕

に対する回答は表3に示したとおりであった。

a. 正答数が, 表3・aならびに表3・bにみら

(3) 鉱物のみわけかた

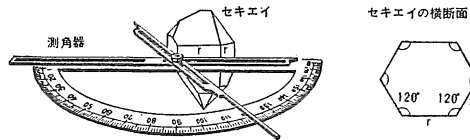
鉱物には、いろいろな種類があるが、それらを区別するには、どんなことを手がかりにしたらいだろうか。



4 鉱物の性質を調べよう。

【準備】セキエイ、チョウ石、クローンモ、カクセン石、キ石 (口絵参照)、ルーペ、ハンマー、測角器

- ① 鉱物の色を調べる。
- ② ハンマーでたたいて、鉱物の割れかたを調べる。
 - ・クローンモとセキエイでは、割れかたにどんなちがいがあるか。
- ③ それぞれの鉱物を、おたがいにこすりあわせて、かたさを調べ、かたいものから順にならべる。
 - ・いちばんかたい鉱物はなにか。また、いちばんやわらかい鉱物はなにか。
- ④ セキエイの大きな結晶で、面と面とがつくる角度を、数か所、選んではかる。
 - ・面と面とがつくる角度は、どうなっているか。



④結晶面との間の角度のはかりかた 角度をはかるには、測角器を2つの結晶面に垂直になるようにぴったりとつけてから、ねじをしめて、めもりをよみとる。

鉱物には、さまざまな色があるが、それは、鉱物の中にくまれている成分のちがいによることが多い。

鉱物には、きまった方向に割れやすい性質(へきかい)をもっているものがある。これは、結晶をつくっている原子と原子との結びつき



1図 クローンモのへきかい
かたが、方向によっていちじるしくちがうためである。

鉱物のかたさは、種類によってきまっていて、鉱物のかたさの段階を硬度という。硬度は、かたさの標準となる鉱物と、調べようとする鉱物とを、たがいにこすりあわせ、どちらにきずがつくかで調べる。

結晶形のはっきりしている鉱物では、となりどうしの面と面との間の角度が、その鉱物の種類によってきまっている。したがって、この角度を調べることによって、

硬度	標準鉱物	代用できるもの	硬度	標準鉱物	代用できるもの
1	カッ石		6	チョウ石	ガラス(5.5)
2	セッコウ石	つめ(2.5)	7	セキエイ	ナイフの刃
3	ホウカイ石	鋼板	8	トパーズ	やすり
4	ホタル石	鉄くぎ(4.5)	9	コランダム	
5	リンカイ岩		10	ダイヤモンド	

1表 硬度の標準(モース硬度計) モース硬度計では、もっともかたいダイヤモンドから、やわらかいカッ石まで、10種類の鉱物を選んで、硬度の標準としている。硬度は、かたさの順序を表わした数字であって、ホウカイ石のかたさがカッ石のかたさの3倍であるという意味ではない。

図1 教科書の内容(2)

182 10 地殻の変化と地表の歴史

鉱物の種類を知る手がかりを得ることができる。

以上のほか、鉱物をみわける手がかりとして、密度、じょうこん色^{せき}などがあり、これらを総合して、鉱物をみわける。岩石中の鉱物をみわけるには、ルーベなどを使って、色、形、かたさ、へきかいなどを調べたりする方法がある。しかし、厳密にきめるには、岩石をうすくすり^{くすり}べらして、その中の鉱物を偏光顕微鏡で観察したり、X線の反射で調べる方法がとられている。


	無色鉱物		有色鉱物			
鉱物名	セキエイ	チョウ石	クロウンモ	カクセン石	キ石	カンラン石
結晶の形						
鉱物をつくるおもな原子の種類	(Si) (O)	(Si) (O) (K) (Al)	(Si) (O) (K) (Al) (Fe) (Mg)	(Si) (O) (Ca) (Al) (Fe) (Mg)	(Si) (O) (Ca) (Fe) (Mg)	(Si) (O) (Fe) (Mg)
色	無色	白	黒緑	黒緑	暗緑	淡緑
へきかい	なし	あり	あり	あり	あり	なし
硬度	7	6	2.5	6	6	7
密度	2.7	2.6	3.0	3.1	3.3	3.3

2表 おもな造岩鉱物の性質 造岩鉱物を無色鉱物と有色鉱物とに分ける。無色鉱物はケイ素Siに富み、いっぽんに白っぽく、密度は小さいが、有色鉱物は、鉄FeやマグネシウムMgなどをふくみ、いっぽんに黒っぽく、密度が大きい。


*1 鉱物の粉の色は、その鉱物特有の色を示すので、鉱物を素焼きのせとものにこすりつけ、その色を調べると鉱物をみわける手がかりとなる。この粉の色をじょうこん色という。

図2 おもな鉱物のカラー写真(ただし、ここに示したものはその白黒印刷)


11 おもな鉱物
本文178～182ページ




セキエイ
左 岐阜県中津川市産
右 山梨県甲府市産



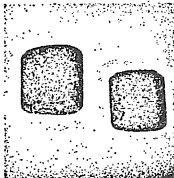
チョウ石
福島県石川町産



ウンモ
北朝鮮チャンベク産



カクセン石
長野県富士見町産



キ石
新潟県柏崎町産

表3 b. 硬度1から10までの標準鉱物の名称(表a中)の正解数

硬度 (名称)	学習内容の 構造	T + Ch	T + Ch + Ph	T + Ch + O	T + Ch + O + M(h)	計
1. カ ッ 石		24	25	23	23	95
2. セ ッ コ ウ		15	9	8	11	43
3. ホ ウ カ イ 石		17	9	14	14	54
4. ホ タ ル 石		10	11	13	10	44
5. リ ン カ イ 石		8	6	10	4	28
※6. チ ョ ウ 石		35	30	23	25	113
※7. セ キ エ イ		26	35	31	26	128
8. ト パ ー ズ		18	11	15	16	60
9. コ ラ ン ダ ム		8	9	6	8	31
10. ダ イ ヤ モ ン ド		42	45	38	44	169
計		213	190	181	181	765

〈注〉 (1) 太線の枠で囲んだものは硬度別で正答数の最も多いもの。

(2) ※印を付した硬度6のチョウ石, および硬度7のセキエイについては教科書中の1表, および2表の2か所で学習している。

れるように, 教科書とその表とで学習した対照群 (T+Ch) が硬度別にみても, 硬度2, 3, 6, 7, 8, の5つの場合において群中で最も多く, また, 正答総数も213で, 硬度測定を行なった群 [T+Ch+O+M(h)] を含めての他の群に比べて, 多い結果が得られた。この場合, 暗記による記憶が実験(測定)を加えた学習による記憶より, よい成績を示したことが注目される。ただし, このことは, その硬度測定が1, 2の実物について方法を学んだ程度であったことにもよるものと思われる。

b. 教科書の1表および2表についての2か所で学習し, そして, その名称も生徒に比較的良好に知られていると思われる, 硬度7のセキエイならびに硬度6のチョウ石について正答数が多かった。この場合, その名称あるいは, その対象物(実物)を知っていることが, そのものの性質(硬度)の記憶を容易にしたのではないかと推察される。今後, このような傾向を「記憶の準備

性」と呼ぶこととし, 注目し, かつ, 追究していきたいと思う。

c. 教科書の1表中の最後に記載されており, また, その名称も生徒によく知られていると思われる硬度10のダイヤモンドについて正答数が多かった。

d. 教科書の1表中の最初に記載されている, 硬度1のカツ石についても正答数が比較的が多かった。

cならびにdにおいて述べた結果については, 記憶に関する心理学的な影響があるのではないかと推測される。

3. 問題3(実物鑑定)の回答解析

実験授業実施後概ね1~2週の間, 鉱物の実物(標本)を3分間観察させて, その名称を書かせた成績は表4に示したとおりであった。

a. 実物鑑定の成績は, 教科書とその表とで学習した対照群と実物観察を加えて学習した群を含む実験群

との間にあまり優劣の差がみられなかった。ただし、対照群では、教科書で学習した鉱物の種類が6種であり、実物鑑定がなされたものがそれに相当する6種であったことが考慮に入れられなければならないであろう。

b. 実物観察を加えて学習した T+Ch+O 群、ならびに、T+Ch+O+M(h) 群では、その学習で観察した鉱物の種類が15種類で多く、似かよったものがあったためなどか、答えた鉱物の名称がやや多数にわたっていることが注目される。

B. アンケート調査による生徒の意識の解析

—学習者による評価—

実験授業実施後概ね1～2週間後に行なった生徒の意識調査の結果はつぎのようであった。

1. 学習上の理解容易事項と、その理由——学習と平明意識——

理科の学習の各題材毎に、「わかりやすかったことと、その理由」に関しての学習者(生徒)の意識を知ることが、この教科の学習過程の改善上に役立つところが大きいであろうと思われる。

つぎの質問

〔質問1：鉱物の見分け方について学んだことでわかりやすかったことと、その理由〕

に対する回答をまとめた結果は表5に示すとおりであった。

a. 理解容易であった事項

「わかりやすかったこと」として、全群を通じて多かったのは、へきかい(さ)の26例、鉱物の硬度(5)の19例、鉱物の色(き)の14例などであった。そして、これらにおいては、実物観察を行なった群が、そうでない群に比べて僅かながらその数が多かった。また、硬度測定の実験を加えた T+Ch+O+M(h)群では、鉱物の硬度による見分け方(つ)をあげたものが3例あったが、他の群では全くなかった。

なお、この学習において、わかりやすかった事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合(これを平明意識率と呼ぶこととする)は対照群(T+Ch)が51.2%、実験群の T+Ch+Ph 群が53.5%、T+Ch+O 群が88.1%、T+Ch+O+M(h)群が85.4%であった。すなわち、実物観察を加えて学習した群(後の2群)が、そうでない群(前の2群)に比べて、平明意識率が著しく高かった。

b. 理解容易であった理由

「わかりやすかった理由」として、例数の多いものを述べると、実物観察(手にとつての観察、機器を使つての観察を含む)(c～i)の33例、実験(j～k)の21例、明確な相違認識(s)の14例、教科書の表の活用(D)の7例、種類別の相違の認識(r)の7例などで

あった。

2. 学習上の理解困難事項と、その理由——学習と難解意識——

理科学習の各題材毎に、「わかりにくかったことと、その理由」に関しての学習者(生徒)の意識を知ることが、この教科の学習過程の改善上に役立つところが大きいであろうと思われる。

つぎの質問

〔質問2：鉱物の見分け方についての学習でわかりにくかったことと、その理由〕

に対する回答をまとめた結果は表6に示したとおりであった。

a. 理解困難であった事項

「わかりにくかったこと」として、全群を通じて多かったのは、結晶の形(に)の52例、鉱物の色(す)の42例、鉱物の見分け方(け)の23例、鉱物の硬度(ね)の23例、条こん色(そ)の10例、へきかい(て)の8例、カクセン石とキ石の見分け方(ゆ)の8例などであった。

なお、この学習において、わかりにくかった事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合(これを難解意識率と呼ぶことにする)は、対照群(T+Ch)が93.0%、実験群の T+Ch+Ph 群が97.7%、T+Ch+O 群が92.9%、T+Ch+O+M(h)群が97.6%、平均が95.3%でいずれも著しく高かった。

b. 理解困難であった理由

「わかりにくかった理由」として、例数の多いものから述べると、差異の不明確(f～i)の29例、実物観察の欠如(u～w)と、実物観察の機会不足(x～y)との和の25例、教科書の記載と実物との相違(n)の22例、同種内の変異(b～e)の18例、実習の欠如(t)の17例、記憶困難な学習内容(I)の14例、学習内容の複雑(F)の11例、知識が実際に応用し難いこと(p～r)の10例などであった。

3. 学習上で興味を感じた事項と、その理由——学習と興味意識——

理科の学習の各題材毎に、「興味を感じたことと、その理由」に関しての学習者(生徒)の意識を知ることが、この教科の学習過程の改善上に役立つところが大きいであろうと思われる。

つぎの質問

〔質問3：鉱物の見分け方について学んだことで興味を感じたことと、その理由〕

に対する回答をまとめた結果は表7に示したとおりであった。

a. 興味を感じた事項

「興味を感じたこと」として、カラー写真や実物を使用して学習した実験群、すなわち、T+Ch+Ph 群、T+Ch+O 群、T+Ch+O+M(h) 群などでは、色(か

表5 学習上の理解容易事項と、その理由
 ——鉱物のみわけかたの実験授業成績——

〔a〕事項〔質問1. 鉱物のみわけ方について学んだことでわかりやすかったことと、その理由〕

事 項	例 数 (理 由)				計
	対 照 群	実 験 群			
	T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O+M(h)	
あ 全体	2 (F・1)	5 (d・1, D・2)	7 $\left[\begin{matrix} c・4, d・1, \\ u・1, E・1 \end{matrix} \right]$	2 (c・1, G・1)	16
い 鉱物の見分け方	4 $\left[\begin{matrix} c・1, f・1, \\ g・1, t・1 \end{matrix} \right]$	4 $\left[\begin{matrix} d・1, o・1, \\ r・1, v・1 \end{matrix} \right]$	3 $\left[\begin{matrix} d・2, e・1, \\ r・1, x・1 \end{matrix} \right]$	3 (l・1, s・1)	14
う 鉱物の種類	1 (w・1)	2 $\left[\begin{matrix} d・2, f・1, \\ n・1 \end{matrix} \right]$			3
え 黒雲母, 長石, 石英			2 (b・2)	2 (s・1)	4
お 鉱物の特徴	1	2 (a・1, r・1)	3 $\left[\begin{matrix} c・1, r・1, \\ s・1 \end{matrix} \right]$	1 (d・1, j・1)	7
か 鉱物の性質		1 (g・1)	1 (c・1)		2
き 鉱物の色	2 (f・1)	3 (i・1, s・1)	4 $\left[\begin{matrix} c・1, d・1, \\ r・1, s・1 \end{matrix} \right]$	5 $\left[\begin{matrix} c・1, r・1, \\ s・1, y・1 \end{matrix} \right]$	14
く 鉱物の色の見分け方		1 (d・1, h・1)	3 $\left[\begin{matrix} d・1, g・1, \\ s・1 \end{matrix} \right]$	2 (d・1, y・1)	6
け 無色鉱物と有色鉱物の見分け方	2 (d・1)		2 (s・1)		4
こ じょうこん色	2 (k・1, B・1)				2
さ へきかい	5 $\left[\begin{matrix} a・1, f・1, \\ j・1, B・1 \end{matrix} \right]$	4 (B・1, D・2)	6 (j・4, H・1)	11 $\left[\begin{matrix} m・1, r・1, \\ s・3, z・1, y・1, \\ 2, B・1 \end{matrix} \right]$	26
し 鉱物のつくり		1 (g・1)			1
す 黒雲母の形	1		1 (S・1)		2
せ 鉱物結晶の角の大きさ	1				1
そ 鉱物の結晶の面の角度の測り方	2 (j・2)				2
た 水晶の面と面のなす角が120°だったこと	3 (j・3)				3
ち 鉱物の硬度	2 (f・1, B・1)	4 $\left[\begin{matrix} j・1, P・1, \\ B・1, D・1 \end{matrix} \right]$	5 $\left[\begin{matrix} j・1, A・1, \\ C・1 \end{matrix} \right]$	8 $\left[\begin{matrix} j・5, l・2, P・1, \\ 1, s・1, y・1 \end{matrix} \right]$	19
つ 鉱物の硬度による見分け方				3 $\left[\begin{matrix} j・2, P・1, \\ D・2 \end{matrix} \right]$	3
て 鉱物の密度の大小	2 (x・1)		1 (C・1)		3
と 鉱物をつくる原子の種類	1				1
な 鉱物のケイ素の割合	1 (x・1)				1
に 原子によって鉱物の色が決まること				1	1
ぬ 鉄とマグネシウムは有色鉱物に含まれること		1			1
ね 二酸化ケイ素を多く含む鉱物は白っぽく密度が小さいこと	1				1
の 鉱物は原子(含まれている)によって見分けられること				1	1
は 堆積岩と火成岩の違い			1		1
小 計	33	28	39	39	139
な し	9	7	2	5	23
回 答 な し	12	13	3	1	29

a	なし、回答なしの生徒数の和	21	20	5	6	52
b	学習生徒総数	43	43	42	41	169
c	わかりやすかったことをあげた生徒数 (b - a)	22	23	37	35	117
平明意識率 (c/b)		51.2%	53.5%	88.1%	85.4%	69.2%

〔b〕理由（鉱物の見分け方について学んだことでわかりやすかったこと）

a	小学校の時勉強したから	2	} 既習経験	4
b	何度も以前に見たことがあるから	2		
c	鉱物の標本を見ながら学習したから	10	} 実物観察	24
d	実物を見たから	13		
e	結晶の状態を見たから	1		
f	鉱物を直接手にとったり触れたりしたから	5	手にとった観察	5
g	ルーペを使って観察したから	2	} 機器を使っての観察	4
h	ルーペを使って調べたから	1		
i	顕微鏡で観察したから	1		
j	実験してみたから	20	} 実験	21
k	じょうこん板を使ったから	1		
l	モース硬度計を使ったから	2	標準を使っての測定	2
m	教科書で学習したと実験とを照らし合わせる ことができたから	1	教科書と実験との照合	1
n	カラー写真を見たから	1	カラー写真の観察	1
o	結晶がだいたい一定だから	2	一定性の存在	2
p	硬度の基準が決まっているから	3	基準の存在	3
q	色、へきかい、硬度で見分けるから	1	基準による鑑別	1
r	一つ一つの鉱物に違いがあったから	7	種類別の相違の認識	7
s	違いがはっきりしていたから	14	明確な相違認識	14
t	鉱物の種類別にやったから	1	種類別に互っての学習	1
u	いろいろなことを学習したから	1	各種の面からの学習	1
v	いろいろな方法があったから	1	各種の方法の存在	1
w	成分の原子で色などが決まってくるから	1	} 科学的相互関係	4
x	鉱物の色との関係がわかったから	3		
y	簡単だったから	5	} 学習内容の簡単	6
z	区別の仕方が簡単だったから	1		
A	覚えることだけで考えることが少なかったから	1	記憶的な内容	1
B	覚えやすかったから	2	記憶容易	2
C	これまでの授業でやったから	2	授業による学習	2
D	教科書の表をうまく活用することができたから	7	教科書の表の活用	7
E	先生の説明がよかったから	1	教師の説明のよいこと	1
F	幾度も繰り返してやったから	1	反復学習	1
G	自分に合う教え方だったので	1	学習者に合った教え方	1
H	もともとと興味があったから	1	興味の存在	1

表6 学習上の理解難易事項とその理由

— 鉱物の見分け方の実験授業成績 —

〔a〕 事項〔質問2. 鉱物の見分け方についての学習でわかりにくかったことと、その理由〕

事 項		わ か り に く か っ た こ と				計
		例 数 (理 由)				
		対 照 群	実 験 群			
	T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O+M(h)		
あ	全体	$3\left[\begin{smallmatrix} n \cdot 1, t \cdot 1, \\ u \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$5\left[\begin{smallmatrix} n \cdot 1, t \cdot 1, \\ M \cdot 1, O \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	1	$2(H \cdot 1, N \cdot 1)$	11
い	火成岩の構造	1 (M・1)				1
う	火成岩の造岩鉱物	1 (M・1)				1
え	深成岩・形成層の成り立ち			1		1
お	火成岩と堆積岩の見分け方	1 (y・1)	1 (a・1)			2
か	つぶの大きさで見分ける方法	1				1
き	粒の形				1 (B・1)	1
く	造岩鉱物の区別		1 (n・1)		1	2
け	鉱物の見分け方	$4\left[\begin{smallmatrix} e \cdot 1, r \cdot 1, \\ y \cdot 2 \end{smallmatrix}\right]$	$7\left[\begin{smallmatrix} d \cdot 1, n \cdot 1, \\ q \cdot 3, r \cdot 1, \\ u \cdot 1, O \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$9\left[\begin{smallmatrix} d \cdot 1, f \cdot 2, n \\ \cdot 2, y \cdot 2, v \cdot \\ 2, F \cdot 1, P \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$3(m \cdot 1, n \cdot 1)$	23
こ	鉱物の名称	$2(n \cdot 1, I \cdot 1)$	1			3
さ	鉱物の種類	1 (t・1)				1
し	鉱物の特徴	$2(t \cdot 1, L \cdot 1)$	1 (O・1)	$4\left[\begin{smallmatrix} f \cdot 2, n \cdot 1 \\ I \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$		7
す	鉱物の色	$5\left[\begin{smallmatrix} c \cdot 1, h \cdot 1 \\ n \cdot 1, A \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$12\left[\begin{smallmatrix} b \cdot 2, d \cdot 2 \\ f \cdot 4, n \cdot 1 \\ y \cdot 3, F \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$6\left[\begin{smallmatrix} e \cdot 2, f \cdot 1 \\ y \cdot 2 \end{smallmatrix}\right]$	$19\left[\begin{smallmatrix} g \cdot 1, k \cdot 2 \\ n \cdot 3, p \cdot 1 \\ B \cdot 1, F \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	42
せ	鉱物の色による見分け方	$5\left[\begin{smallmatrix} f \cdot 1, n \cdot 1 \\ t \cdot 1, K \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	1		$4\left[\begin{smallmatrix} i \cdot 1, n \cdot 1 \\ p \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	5
そ	条こん色		3 (y・1)		2 (t・1)	10
た	粉末にすると色が変ること		1			1
ち	条こん色による鉱物の見分け方				1 (F・1)	1
つ	実物の色と条こん色との関係				3 (F・2)	3
て	へきかい	$2(t \cdot 1, x \cdot 1)$		$4(t \cdot 2, F \cdot 1)$	2 (t・1)	8
と	へきかいの意味		2	1 (R・1)	$4\left[\begin{smallmatrix} f \cdot 2, n \cdot 1 \\ I \cdot 1, R \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	7
な	結晶		3 (M・1)		1 (z・1)	4
に	結晶の形	$14\left[\begin{smallmatrix} c \cdot 2, n \cdot 2 \\ o \cdot 1, s \cdot 1 \\ x \cdot 1, D \cdot 1 \\ E \cdot 1, I \cdot 4 \end{smallmatrix}\right]$	$13\left[\begin{smallmatrix} d \cdot 2, e \cdot 2, f \\ \cdot 3, l \cdot 1, u \cdot \\ 1, y \cdot 1, C \cdot \\ 1, F \cdot 1, I \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$14\left[\begin{smallmatrix} e \cdot 2, f \cdot 2 \\ h \cdot 1, t \cdot 1 \\ y \cdot 1, z \cdot 2 \\ I \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	$11\left[\begin{smallmatrix} h \cdot 1, n \cdot 3 \\ p \cdot 2, y \cdot 1 \\ B \cdot 1, H \cdot 1 \\ I \cdot 1, J \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	52
ぬ	鉱物の結晶の面と面とのなす角				2 (t・1)	2
ね	鉱物の硬度	$6\left[\begin{smallmatrix} t \cdot 1, y \cdot 1 \\ w \cdot 1, I \cdot 1 \\ K \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	1 (I・1)	$8\left[\begin{smallmatrix} a \cdot 1, t \cdot 2 \\ x \cdot 1, I \cdot 2 \end{smallmatrix}\right]$	$8\left[\begin{smallmatrix} g \cdot 1, w \cdot 1 \\ F \cdot 1, H \cdot 1 \\ I \cdot 1 \end{smallmatrix}\right]$	23
の	鉱物の硬度の意味			1		1
は	硬度の基準となる鉱物	2 (I・2)				2
ひ	硬度の標準鉱物の名称				1 (I・1)	1

ふ	硬度の調べ方	2 (s・1)			2 (P・1, t・1)	4
へ	硬度による見分け方	1	1		1 (i・1)	3
ほ	鉱物の密度			3 (t・1, I・1)	2 (P・1, I・1)	5
ま	有色鉱物の密度の大きい理由	1				1
み	鉱物を見分けるためのX線の反射の利用	1				1
む	鉱物に含まれている元素	1 (G・1)	1 (F・1)			2
め	鉱物を作る主な原子	2	1			3
も	鉱物の名称と実物との照合			1	1 (Q・1)	1
や	鉱物の名称と結晶の形の照合				1 (F・1)	1
ゆ	角セン石と輝石の見分け方	1 (j・1)	3 (f・2, y・1)	3 (f・2, t・1)	1 (k・1)	8
よ	鉱物のでき方			1		1
	小 計	59	58	57	73	247
	な し	3	0	2	1	6
	回 答 な し	0	1	1	0	2
a	なし、回答なしの生徒数の和	3	1	3	1	8
b	学習生徒総数	43	43	42	41	169
c	わかりにくいことをあげた生徒数 (b-a)	40	42	39	40	161
	難 解 意 識 率 (c/b)	93.0%	97.7%	92.9%	97.6%	95.3%

〔b〕 鉱物の見分け方についての学習でわかりにくかったことの原因

a	特徴が理解しにくかったから	2	……理解 (特徴の) 困難	2
b	同じ鉱物でも色の違うものがあるから	2	} ……同種内の変異	18
c	同じ鉱物でも1つ1つによって違いがあるから	3		
d	同種のものの特徴が一定でないから	6		
e	同じ鉱物でも形の違うものがあるから	7		
f	違いがあいまいであるから	22		
g	はっきりつかめなかったから	2	} ……差異の不明確	29
h	実物をもてはっきり他と区別できないから	3		
i	特徴がばくぜんとし過ぎているから	2		
j	色がほとんど同じである鉱物を結晶の形で判断しなければならぬから	1	……部分的差異	1
k	違いが少いから	3	……差異の僅少	3
l	教科書の説明が抽象的すぎたから	1	……教科書の抽象的な説明	1
m	教科書の説明が納得できないから	1	……教科書の説明が理解できないこと	1
n	教科書に記載の写真や図と実物とがあわないから	22	……教科書の記載と実物との相違	22
o	今まで得た知識と実物とがはっきり結びつかない	2	……学習した内容と実物との相違	2
p	知識としてわかっているにもかかわらず実際にわかりにくいから	5	} ……知識が実際に適用し難いこと	10
q	違いを知るためのいろいろな基準は知っていても実物を見た時その応用ができないから	3		
r	頭の中で違いを理解していても実物を見て見分けられないから	2		
s	丸暗記したので実際のことがわかりにくいから	2		

t	実際にやらなかったから……………17	……実習の欠如……………17
u	説明だけで実物を見ることができなかったから……………3	} ……実物観察の欠如……………7
v	鉱物の見本が自分の席までまわってこなかったから……………2	
w	モース硬度計を見たことがないから……………2	
x	実験をしたのは1つの鉱物についてのみだったので、 他についてはわからないから……………3	} ……実物観察の機会の不足……………18
y	鉱物によっては実物を見ることができないものがあるから…15	
z	実物が小さかったから……………3	} ……実物が小さくて観察し難いこと……………7
A	肉眼でははっきりわからないから……………1	
B	ルーペで見たのでははっきりしないから……………3	
C	外からみることでできないものがあるから……………1	……内部観察の困難……………1
D	鉱物の図がある方向のみからみた形しかのせてなく、 上から見た図がなかったから……………1	……観察の方向の偏り……………1
E	鉱物の図が複雑だったから……………1	……複雑な図……………1
F	複雑すぎたから……………11	……学習内容の複雑……………11
G	むずかしかったから……………1	……学習内容の難解……………1
H	考えることより覚えることが多かったから……………3	……思考することの少い暗記……………3
I	覚えにくいから……………14	……記憶困難な学習内容……………14
J	言葉で言い表わしにくいから……………1	……言語表現の困難……………1
K	種類別にやらなかったから……………2	……個々についての学習の不足……………2
L	各鉱物別についてまとめてくれなかったから……………2	……個々についての学習のまとめの不足……………2
M	説明がくわしくなかったから……………4	……説明の不十分……………4
N	先生の声が聞き取りにくかったから……………1	……教師の声が聞き取りにくいこと……………1
O	自分自身の知識が少なかったから……………2	……生徒自身の予備知識の不足……………1
P	勉強不足だったから……………1	……生徒自身の学習不足……………1
Q	覚えようとしなかったから……………1	……生徒自身の学習態度の不良……………1
R	なじめないから……………2	……馴れないから……………2

表7 学習上で興味を感じた事項と、その理由

——鉱物の見分け方の実験指導成績——

〔a〕事項〔質問3. 鉱物の見分け方について学んだことで興味を感じたことと、その理由〕

事 項	個 数 (理 由)				計
	対 照 群	実 験 群			
	T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O+M(h)	
あ 鉱物	3 (k・1, l・1)	2 (M・1, C・1)	1 (H・1)		6
い 鉱物の見分け方	1 (A・1)	1 (D・1)	1	2 (F・1, a・1)	5
う 鉱物の違い		1 (c・1)			1
え 鉱物がいろいろな特徴をもっていること		2 (E・1)	1 (d・1)	1	4
お 造岩鉱物の性質	2 (G・1)				2
か 造岩鉱物の色や成分		1 (L・1)	1	2 (e・1)	4
き 鉱物の色や性質		2			2
く 鉱物の色や形			1	1 (s・1, o・1)	2
け 鉱物によって特有の色を示すこと		1 (b・1)	1	1	3

こ	鉱物の色のつき方		$2(n \cdot 1)$			2
さ	条こん色	$2(T \cdot 1, z \cdot 1)$	$5 \left[\begin{smallmatrix} s \cdot 1, P \cdot 1 \\ R \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	$2(s \cdot 1, m \cdot 1)$	$3 \left[\begin{smallmatrix} s \cdot 1, m \cdot 1 \\ t \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	12
し	条こん色の調べ方		1	$1(s \cdot 1)$		2
す	鉱物の色と条こん色の関係	$1(s \cdot 1)$				1
せ	表面の色ではなく条こん色において色を決めること			1		1
そ	鉱物の色と元素との関係		$1(v \cdot 1)$		1	2
た	岩石の割れ方	$2(g \cdot 1)$				2
ち	割れ方に方向性があること				$3(z \cdot 1)$	3
つ	へきかい	$8 \left[\begin{smallmatrix} y \cdot 1, I \cdot 1 \\ m \cdot 1, z \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	$2(w \cdot 1, q \cdot 1)$	$8(I \cdot 1, Z \cdot 1)$	$10 \left[\begin{smallmatrix} G \cdot 1, w \cdot 1 \\ z \cdot 1, s \cdot 1, q \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	28
て	黒雲母のへきかい	$1(f \cdot 1)$				1
と	鉱物の硬度	$5 \left[\begin{smallmatrix} T \cdot 1, h \cdot 1 \\ t \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	$4(F \cdot 1)$	$5(h \cdot 1)$	$4(h \cdot 1, m \cdot 1)$	18
な	鉱物によって硬度がちがうこと		1			1
に	硬度の調べ方			1		1
ぬ	モース硬度計	$1(Q \cdot 1)$	2	1		4
ね	硬度の標準をもとにして固さを調べること		1			1
の	鉱物を密度で見分けること		$1(z \cdot 1)$		1	2
は	鉱物の形	$2(i \cdot 1, r \cdot 1)$		1		3
ひ	石の形や色にきれいなものがあること		$1(P \cdot 1)$	1		2
ふ	きれいな鉱物		$1(o \cdot 1)$	2		3
へ	鉱物の結晶	$1(S \cdot 1)$	$3 \left[\begin{smallmatrix} O \cdot 1, B \cdot 1 \\ j \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$	$1(o \cdot 1)$	$3(z \cdot 1)$	8
ほ	それぞれの鉱物にはきまった結晶の形があること		1	1	1	3
ま	鉱物がそれぞれの特徴ある結晶をもっていて区別できること			1		1
み	鉱物によって結晶の面と面のなす角が一定なこと	$1(y \cdot 1)$	$5(M \cdot 1)$	$5 \left[\begin{smallmatrix} F \cdot 1, G \cdot 1 \\ N \cdot 1, O \cdot 1 \end{smallmatrix} \right]$		11
む	結晶の形のでき方			$2(o \cdot 1)$		2
め	鉱物を薄く切った結晶の見方	$2(T \cdot 1, o \cdot 1)$				2
も	ダイヤモンドの構造				1	1
や	結晶の種類と色の関係		1		2	3
ゆ	X線の反射での調べ方	$1(K \cdot 1)$			$1(G \cdot 1)$	2
よ	鉱物をつくる原子の種類の違い		1			1
ら	鉱物のいろいろな成分と形との関係		$1(u \cdot 1)$			1
り	成分によって色が違うこと		1	1		2
る	鉱物をつくる主な原子に共通点がたくさん見られること		1			1
れ	鉱物のでき方		$1(n \cdot 1, P \cdot 1)$	1		2
ろ	鉱物がマグマからでき上がっていること			1		1
わ	同じマグマからなぜいろいろな鉱物ができるのかということ			$2(x \cdot 1)$		2

を	岩石がいろいろな鉱物の組合せによってできること			1	1	2
ん	地球の岩石のでき方		1		1	2
ア	興味以外の記述		1	1		2
	小 計	33	49	46	39	167
	な し	11	1	5	6	23
	回 答 な し	8	5	3	1	17
a	なし、回答なしの生徒数の和	19	6	8	7	40
b	学習生徒総数	43	43	42	41	169
c	興味をあげた生徒数(b - a)	24	37	34	34	129
	興 味 意 識 率 (c / b)	55.8%	86.0%	81.0%	82.9%	76.3%

〔b〕理由（鉱物の見分け方について学んだことで興味を感じたこと）

a	授業がおもしろかったから	1	……授業の内容・方法	1
b	いままで見のがしていたことが実物でわかったから	1	……実物の観察	1
c	くわしく観察するといろいろ差異がわかってくるから	1	……実物の（差異の）観察	1
d	ルーペを使って実物観察をしたから	1	}……機器による実物観察	2
e	偏光顕微鏡で実物観察をしたから	1		
f	パラパラとはげるのが楽しそうだから	1	}……特異な性状	5
g	いくら割っても同形になるから	1		
h	つめよりも柔らかい鉱物があったから	3		
i	鉱物によって形が違うから	1	}……差異（多様性）	3
j	あのようなさまざまな形になるから	1		
k	硬度がいろいろちがっているから	1		
l	違った鉱物に違うところと共通のところがあるから	1	……差異と共通性	1
m	いろいろな種類があるから	4	……種類	4
n	一種類の鉱物は物理的にも化学的にも均一だから	2	……物質の種類と物理・化学的性質の一定な関係	2
o	今まで鉱物や岩石に興味になかったが、その特徴がつかめたから	5	……特徴・性質の把握	5
p	見分けるもことになるから	2	……鑑別の基礎	2
q	いろいろと規則性があるから	2	……規則性	2
r	鉱物により一定になるから	1	……一定性	1
s	条こん色が鉱物の色と変わってくるから	7	}……変化	9
t	せとものにこすりつけると色に変化するから	2		
u	結晶の成分との関係で形がきまることがわかったから	1	}……科学的な相互関係	5
v	二つの関係がわかって知識が発展していくから	1		
w	原子のならばからくることがおもしろいから	2		
x	火山活動との関係を知りたいから	1	}……知識の啓発	9
y	今までに知らなかったことがわかったから	2		
z	はじめて知ったから	7		
A	鉱物の名を知ることができるから	1	}……知識の拡大	5
B	水晶以外にも結晶があることを知ったから	1		
C	鉱物のいろいろの特色の一つ一つを知ることができたから	1		
D	今まで理科では宇宙と岩石に関することが一番嫌いで苦手だったがこんどの学習で新しいいろいろなことがよくわかったので	1		
E	いろいろな種類の鉱物のことを知りたいから	1		

F	今まで考えていなかったことから……………	3	……思考の発展……………	3
G	変っていておもしろい……………	4	……非日常経験的な事象……………	4
H	自分が今まで知らなかった世界に入って調べることができたから……………	1	……未知の事象（世界）……………	1
I	一定の方向にだけ割れるのが不思議だから……………	2	} ……不思議な事象……………	4
J	結晶の形がみな同じだということが不思議だから……………	1		
K	二重に見えるのが不思議であるから……………	1		
L	天然にいろいろなものができることがおもしろいから……………	1	} ……自然の形成の妙……………	4
M	自然にできたものでありながら整然としているので……………	2		
N	自然の造形とは思えないほどだから……………	1		
O	実際に調べてみたいと思っていたから……………	1	……探求（調査）の欲求……………	1
P	いろいろな石を見たいと思っていたから……………	1	} ……探求（観察）の欲求……………	2
Q	一度見てみたいと思うから……………	1		
R	焼きものに興味があったから……………	1	……興味の関連……………	1
S	美しくおもしろかったから……………	1	……美的な事象……………	1
T	おもしろいから……………	3	……一般の興味刺激……………	3

へこ)を多く(13例)あげていることが注目された。一方、カラー写真や実物を学習に使用しなかった対照群(T+Ch)では、それをあげたものが全くみられなかった。これによると、色彩は文字による表現だけでは興味を感じさせることがなく、色彩を実際に感覚器で受容することによって興味を呼びおこされるものようである。全群を通じて多かったものは、へきかい(つ)の28例、鉱物の硬度(と)の18例、条こん色(さ)の12例、鉱物によって結晶の面と面のなす角が一定なこと(み)の11例、鉱物の結晶(へ)の8例などであった。

なお、この学習において、興味を感じた事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合(これを興味意識率と呼ぶこととする)は、対照群(T+Ch)が55.8%、実験群のT+Ch+Ph群が86.0%、T+Ch+O群が81.0%、T+Ch+O+M(h)群が82.9%であった。すなわち、カラー写真や実物観察などを加えて学習した場合に、そうでない場合に比べて、興味意識率が著しく高くなった。

b. 興味を感じた理由

「興味を感じた理由」として、例数の多いものを述べると、知識の啓発および拡大(y~E)の14例、変化(s~t)の9例、特異な性状(f~h)の5例、科学的な相互関係(u~x)の5例、特徴・性質の把握(o)の5例などであった。

4. 学習上で追試してみたい事項と、その理由

——学習と追試意識——

理科の学習の各題材毎に、「追試してみたい事項と、その理由」に関しての学習者(生徒)の意識を知ることには、この教科の学習過程の改善上に役立つところが大きいであろうと思われる。

つぎの質問

{質問4：鉱物の見分け方についての学習で試してみたいことと、その理由}

に対する回答をまとめた結果は表8に示したとおりであった。

a. 試してみたい事項

「試してみたいこと」として、実物観察を行なわなかったT+Ch群、ならびに、T+Ch+Ph群では、黒雲母のうすいへきかいをつくること(く)をあげたものがあったが、その他の群にはそれをあげたものがいなかった。全群を通じて多かったものは、条こん色を調べる実験(か)の27例、へきかいの調査(き)の19例、鉱物の硬度(ち)の19例、X線の反射を利用して鉱物を見分けること(ゆ)の17例、偏光顕微鏡による鉱物の観察(め)の12例、自分で鉱物を採集すること(ス)の10例、学習した鉱物以外の鉱物の観察(お)の9例、鉱物を見分けること(あ)の8例などであった。

なお、この学習において、追試してみたい事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合(これを追試意識率と呼ぶこととする)は、対照群(T+Ch)が88.4%、実験群のT+Ch+Ph群が81.4%、T+Ch+O群が66.7%、T+Ch+O+M(h)群が92.7%、平均が82.3%と総じて著しく高かった。

b. 試してみたい理由

「試してみたい理由」として、全群を通じて多いものは、実験の欲求(f)の16例、学習の自己評価(p~q)の13例、応用の欲求(s~t)の8例、興味の予想(1)の7例、不明な点があること(m)の7例などであった。

5. 学習上で疑問を感じた事項と、その理由——学習と疑問意識——

理科の学習の各題材毎に、「疑問を感じた事項と、そ

表8 学習の追試意識

—鉱物の見分け方の実験授業成績—

〔a〕事項〔質問4. 鉱物の見分け方についての学習で試してみたいことと、その理由〕

事 項		試 し て み た い こ と				計
		例 数 (理 由)				
		対 照 群	実 験 群			
	T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O+M(h)		
あ	鉱物を見分けること	4 (q・1)		1	3 (r・1)	8
い	自分で採集した鉱物を見分けること			2	2 (t・1)	4
う	造岩鉱物の特徴			1		1
え	鉱物の性質			1		1
お	学習した鉱物以外の鉱物の観察	$4 \left[\begin{matrix} a \cdot 1, d \cdot 1 \\ m \cdot 1 \end{matrix} \right]$	1	3	1 (b・1)	9
か	条こん色を調べる実験	4 (f・1, m・1)	12 (f・3, O・1)	4 (q・1)	$7 \left[\begin{matrix} 1 \cdot 1, m \cdot 1 \\ n \cdot 2 \end{matrix} \right]$	27
き	へきかいの調査	4 (g・1)	5 (f・1, t・2)	4 (1・1)	6 (f・1, l・1)	19
く	かなづちでたたくことによつて鉱物を見分けること	2		2 (q・1)		4
け	黒雲母のうすいへきかいをつくること	4 (1・1, p・2)	2 (p・1)			6
こ	ダイヤモンドを何とかして割ってみたい		1		1	2
さ	結晶を実際に見ること	1 (p・1)	1	2		4
し	結晶の形		2 (e・1, t・1)		1	3
す	結晶のできる様子	1				1
せ	結晶の面と面とのなす角を知ること		1		1	2
そ	測角器により石英の結晶面の角度を調べること	1 (g・1)				1
た	石英の結晶の面と面のなす角の不変性			1		1
ち	鉱物の硬度	4 (f・1, m・1)	$6 \left[\begin{matrix} f \cdot 1, j \cdot 1 \\ p \cdot 1, t \cdot 1 \end{matrix} \right]$	5 (m・1, t・1)	4 (n・1)	19
つ	硬度で鉱物を区別すること		1	1 (f・1)		2
て	いろいろな鉱物の硬度の比較	2				2
と	硬度の標準鉱物の実物を見ること		1			1
な	モース硬度計で実際に測定してみること	1				1
に	自分で採集した鉱物をモース硬度計で調べてみる	2				2
ぬ	鉱石と鉱石をこすりあわせて硬度を知ること			1		1
ね	ダイヤモンドの硬度		1			1
の	ダイヤモンドでいろいろな鉱物をこすってみること				1	1
は	ダイヤモンドとトパーズをこすりあわせてみる	1				1
ひ	ダイヤモンドより硬度の高い鉱物を見つけること				1	1
ふ	かっ石よりも柔い鉱物をさがすこと	1				1
へ	硬い鉱物と柔い鉱物のできる理由を知ること			1		1

ほ	人間の骨の硬度				1	1
ま	鉱物の密度			3	3 (f・1)	6
み	密度による鉱物の見分け方			1	1	2
む	鉱物の比重			2		2
め	偏光顕微鏡による鉱物の観察	1 (i・1)	$6 \begin{Bmatrix} f \cdot 1, g \cdot 1 \\ h \cdot 1 \end{Bmatrix}$	1	4 (f・1, p・1)	12
も	顕微鏡で鉱物の結晶をみること	1	1			2
や	顕微鏡で岩石の斑状組織と等粒状組織の違いを知ること	1				1
ゆ	X線の反射を利用して鉱物を見分ける事	3	4 (g・1, m・1)		10 (f・3, p・1)	17
よ	鉱物を形成している原子	1 (p・1)	1 (f・1)	1	1 (c・1)	4
ら	自分で採集した石の成分調査		2 (t・1)			2
り	石英から Si や O を取り出すこと	1				1
る	鉱物をつくる要素を分解すること				1	1
れ	元素の化合によって鉱物を生成してみる事	1				1
ろ	化学薬品に対する反応			2	1	3
わ	何かの液による溶解の状態で見分けること	1 (l・1)				1
ん	鉱物の溶解度			1		1
ア	強酸性あるいは弱アルカリ性の液の中に鉱物を入れて化学変化を見ること			1		1
イ	鉱物の融点			2		2
ウ	鉱物の沸点			1		1
エ	鉱物の耐熱限度	1			1	2
オ	ダイヤモンドをもやすこと	1				1
カ	電解質の鉱物と非電解質の鉱物の調査			1		1
キ	鉱物の調査	1 (g・1)	1 (m・1)			2
ク	岩石を形成する鉱物の調査	1				1
ケ	ダイヤモンドの調査			2 (p・2)		2
コ	環境と鉱物との関係	1 (l・1)	1 (s・1)	3		5
サ	化石と鉱物との関係	1 (l・1)				1
シ	鉱物の産状の実際	1				1
ス	自分で鉱物を採集すること	2 (k・1)	3	3	2	10
セ	鉱物の特徴を生かした利用法			1		1
小	計	55	53	54	53	215
な	し	1	2	8	3	14
回	答なし	4	6	6	0	16
a	なし・回答なしの生徒数の和	5	8	14	3	30
b	学習生徒総数	43	43	42	41	169
b'	回答者数					

c	試してみたいことをあげた生徒数 (b-a)	38	35	28	38	139
	追試意識率 (c/b)	88.4%	81.4%	66.7%	92.2%	82.3%

〔b〕 鉱物の見分け方についての学習で試してみたいことの理由

理 由	対 照 群	実 験 群				計	
		T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O M(h)		
a	知らないことが多かったから	1	0	0	0	1	……未知の事柄
b	鉱物の特徴が知りたいから	0	0	0	1	1	……知識欲
c	授業でくわしくやらなかったから	0	0	0	1	1	……授業で詳しく学習しなかったこと
d	写真をみるといろいろ違いがあるためそれを究明したいから	1	0	0	0	1	……差異の究明
e	図だけでは不十分だから	0	1	0	0	1	……実物観察の欲求
f	今までに実験をしたことがないから	2	7	1	6	16	……実験の欲求
g	自分で実際に実験することにより教科書の図と比較したいから	3	2	0	0	5	……実物と教科書の記載との照合
h	細かな部分まで見たいから	0	1	0	0	1	……微細構造の観察欲求
i	偏光顕微鏡で見た様子を知りたいから	1	0	0	0	1	……偏光顕微鏡下の状態を知りたいこと
j	方法がおもしろそうだから	0	1	0	0	1	……方法についての興味
k	簡単に調べられそうだから	1	0	0	0	1	……簡単な探究内容
l	おもしろそうだから	4	0	1	2	7	……興味の予想
m	よくわからなかったから	3	2	1	1	7	……不明な点があること
n	先生がただで自分がしたわけではないため疑問をもっているから	0	0	0	3	3	……疑問をもつこと
o	不思議であるから	0	1	0	0	1	……不思議なこと
p	学習したことを自分で確かめたいから	4	2	2	2	10	……学習の自己評価……13
q	自分の理解度を知りたいから	1	0	2	0	3	
r	1つ1つの鉱物を知っていても多くの中からみつけ出せるかどうかかわからないから	0	0	0	1	1	……能力(見わかる)を試すこと
s	実際への応用(社会的利用)	0	1	0	0	1	……応用の欲求……8
t	学習しただけでは自然を学んだ気がしないので実際に応用してみたいから(そうすれば身につくだろうから)	0	5	1	1	7	

表9 学習上疑問を感じた事項とその理由

— 鉱物の見分け方の実験指導成績 —

(a) 事項〔質問5. 鉱物の見分け方について学んだことで疑問を感じたことと、その理由〕

事 項	例 数 (理 由)				計
	対 照 群	実 験 群			
	T+Ch	T+Ch+Ph	T+Ch+O	T+Ch+O+M(h)	
あ 全体		1 (a・1)			1
い 鉱物の見分け方			2		2
う 鉱物の肉眼での見分け方	1				1
え 鉱物を形で見分けることができるかどうか	1				1
お 学習した鉱物の見分け方以外の方法の存在				2	2
か 角せん石と輝石の見分け方	1				1
き 鉱物の見分け方の正確性	1	2			3
く 鉱物の色	4 (e・2)	2 (e・2)	2	6 (e・5, m・1)	14
け 有色鉱物の色の名称		1 (k・1)			1
こ 条こん色	1			2 (b・1)	3
さ 条こん色の見分け方		1			1
し 同じ鉱物の条こん色でも違いがあること				1	1
す ある鉱物のうち色や含む原子が違うのに条こん色がすべて白くなること	4			1	5
せ ダイヤモンドの条こん色の存在				1	1
そ 条こん板の硬さ				1	1
た 鉱物の色と条こん色の関係	1	1	1	3	6
ち へきかい		1	5	3	9
つ へきかいの規則性		1 (h・1)			1
て へきかいの状態がどの程度で完全かそうでないかについて	1				1
と 鉱物にへきかいの有無の違いがあること		2	2 (d・1)	4	8
な 学習した鉱物以外の鉱物のへきかい				1	1
に 石英にへきかいはない訳				1	1
ぬ 鉱物の形	$3 \begin{pmatrix} f \cdot 1, i \cdot 1 \\ j \cdot 1 \end{pmatrix}$	3 (f・2)	1	1 (f・1)	8
ね 鉱物の形の普遍性	1				1
の 結晶の形		1		1	2
は 結晶の形の普遍性			1	3 (c・1)	4
ひ 結晶が鉱物によって同じ理由	1	1			2
ふ 石英の結晶面の角度は何故規則正しいか	1	1	2	5	9
へ 結晶のできるわけ		2	3	1	6
ほ 石英以外の鉱物の結晶の面と面とのなす角がきまっているかどうか				1	1

ま	鉱物の硬度		1	4	1	6
み	硬度の調べ方				1	1
む	硬度の違いがどこからくるか	2				2
め	雲母は何故硬度が低いのか	1				1
も	やすりの硬度について	1				1
や	硬度の標準がどのように定められるか		1	3		4
ゆ	硬度表の利用		1			1
よ	モース硬度計の原理			1		1
ら	モース硬度計の正確性				1	1
り	80°Cででとけるはずのダイヤモンドの硬度が10であること(硬度と融点の関係)			1		1
る	へきかいと硬度の関係	1				1
れ	鉱物の密度	1		2 (g・1)		3
ろ	鉱物の密度の基準	1				1
わ	大きな差のない密度が鉱物の見分ける方法の1つとなっていること		1			1
を	無色鉱物の密度が有色鉱物の密度より低いわけ	2	1			3
ん	偏光顕微鏡				1	1
ア	偏光顕微鏡でみた場合とX線反射でみた場合の違い			1		1
イ	X線の反射	1				1
ウ	X線の反射によって鉱物を見分ける方法				1	1
エ	鉱物の原子	1				1
オ	鉱物に含まれる原子のみつけ方		1			1
カ	鉱物によって違った元素が含まれること	1				1
キ	鉱物をつくる原子がすべてSiとOを含むこと		1			1
ク	なぜ鉱物の原子にSiとOが必要なのか		1			1
ケ	有色鉱物がFeやMgを多く含むこと	2				2
コ	無色鉱物にSiが含まれていること	1				1
サ	ケイ素を含むと色が白くなる理由	1				1
シ	原子の並び方の特徴				1	1
ス	学習した鉱物以外の鉱物の存在		1	1		2
セ	岩石と岩石の中間の質の岩石の存在	1				1
ソ	自然的産物であるはずの鉱物が何故規則正しいか			1	3	4
タ	岩石に含まれる鉱物の普遍性	1				1
チ	鉱物と環境の関係		1			1
ツ	マグマからいろいろな鉱物のできた理由			1		1
テ	火成岩はマグマが冷えてできたという証拠			1 (1・1)		1

ト	造岩鉱物生成速度とその性質の関係	1				1
ナ	人工的に鉱物が作れるはずであること	1				1
ニ	鉱物の粒のあつまり方				1	1
ヌ	石基とは何か	1				1
ネ	鉱物を熱するとどうなるか			1		1
ノ	鉱物の溶解	1	1			2
小計		42	31	36	48	157
なし		12	6	6	3	27
回答なし		6	13	13	2	34
a	なし・回答なしの生徒数の和	18	19	19	5	61
b	学習生徒総数	43	43	42	41	169
c	疑問をあげた生徒数(b-a)	25	24	23	36	108
疑問意識率(c/b)		58.1%	55.8%	54.8%	87.8%	63.9%

〔b〕理由(鉱物の見分け方について学んだことで疑問を感じたこと)

a	わからないから	1	} 理解困難	2	
b	不思議だから	1		2	
c	実物を見たわけではないから	1	} 実際観察の欠如	1	
d	今まで知らなかったことだから	1	} 初めての知識内容	1	
e	学習した色と実物との色にくい違いがあるから	9	} 学習の内容・説明と事実との相違	13	
f	学習した形と実物との形にくい違いがあるから	4		13	
g	授業で学習したことと教科書とが違うから	1		学習の内容・説明と教科書の 内容・説明との相違	1
h	教科書の説明がピンとこないから	1		教科書の説明の不明確	1
i	同じ鉱物でも形の違うものがあるから	1	} 同一種類の変異性	1	
j	種類の違ったものでも同じように見えるから	1	} 差異の不明確	1	
k	曖昧だから	1	} 曖昧	1	
l	絶対的ではないから	1	} 絶対性の欠如	1	
m	個人の感覚によって違うはずだから	1	} 感覚的な把握の相違	1	

の理由」に関しての学習者(生徒)の意識を知ることが、この教科の学習過程の改善上に役立つところが大きいであろうと思われる。

つぎの質問

〔質問5: 鉱物の見分け方について学んだことで疑問を感じたことと、その理由〕

に対する回答をまとめた結果は表9に示したとおりであった。

a. 疑問を感じた事項

「疑問を感じたこと」として、硬度測定を加えて学習した T+Ch+O+M(h)群に、硬度の調べ方(み)やモース硬度計の正確性(ら)をあげたものがあることが注目される。実験が疑問の内容は変えながらも、却って、より突込んだ疑問を生じさせているように思われる。こ

のことが学習を動機づけることになれば、学習上有効であろうと思われる。全群を通じて多かったものは、鉱物の色(く)の14例、石英の結晶面の角度はなぜ規則正しいか(ふ)の9例、へきかい(ち)の9例、鉱物のへきかいの有無の違いがあること(と)の8例、鉱物の形(ぬ)の8例などであった。

なお、この学習において、疑問を感じた事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合(これを疑問意識率と呼ぶこととする)は、対照群(T+Ch)が58.1%、実験群の T+Ch+Ph 群が55.8%、T+Ch+O 群が54.8%、T+Ch+O+M(h)群が87.8%で、実物観察と硬度測定とを加えて学習した T+Ch+O+M(h)群が著しく高かった。このことは、この項の初めにおいても述べた

ように注目されるところである。

b. 疑問を感じた理由

「疑問を感じた理由」として、学習内容や説明と、実物との相違をあげたもの(e～f)が13例と多かったが、鉱物を学習する場合の難しさの1つであろうと思われる。

C. 授業の実施状況と、授業者による観察・解析および所見——授業者による評価——

授業者 佐藤洋一

1. 授業の実施状況

a. 教科書：新しい科学 第2分野下 東京書籍株式会社発行

b. 教材・教具：鉱物標本(15種)、結晶標本(6種…テストだけに使用)

c. 配当時間：授業50分、テスト18分、アンケート20分

d. 学習者：3年生徒全員

e. 実験授業の時期と経過、生徒の出席状況：表10に示したとおりである。

表10 実験授業の時期と経過、生徒の出席状況

群	実 験 授 業		テ ス ト		ア ン ケ ー ト		
	期 日	出席生徒数	期 日	出席生徒数	期 日	出席生徒数	
対 照	I	11月6日	44名	①11月13日	44名	11月20日	43名
				②11月20日	43名		
実 験	II	11月6日	45名	①11月13日	45名	11月18日	43名
				②11月18日	43名		
	III	11月11日	42名	①11月16日	42名	11月18日	42名
				②11月18日	42名		
IV	11月6日	41名	①11月13日	41名	11月18日	41名	
			②11月18日	41名			

〈注〉 テストの欄の①はペーパーテスト、②は実物鑑定

2. 観察・解析

a. 授業に対する生徒の反応

生徒は鉱物に対して深い関心と興味をもっているが、やはり教科書の表や写真だけで授業を受けたクラス(対照aと実験b群)の生徒は、造岩鉱物の性質を比較しながら理解するだけで、授業中の態度もそう積極的とはいえなかった。一方、実物により観察したクラス(実験cとd群)の生徒は、身をのりだし、ルーペなどを使って比較観察し、教科書の表にある6種類の鉱物だけでなく、標本として与えた他の鉱物9種類も、短時間ではあるが手にとって観察していた。

b. テストに対する生徒の反応

(1) テスト問題1, 2について(15分間)

テストの予告はしていなかったが、6種類の造岩鉱物名と有色・無色の区別についてはすぐ答えた。しかし、結晶形については、セキエイ以外は実際にスケッチしておらず、観察時間がやや少なかったことと実物の結晶形がはっきり見られなかったことなどから、表現しにくかったようである。

(2) テスト問題3について(3分間)

6種類の鉱物(造岩鉱物だとはっていない)を丸いケースに入れたままルーペなどを使って観察させ、鉱物名を答えさせたが、カクセンセキとキセキの区別がつきにくく、この2つを見分けるのに時間をかけていた。

3. 所見

a. このたびの実験授業についての所見

(1) 学習者について

学習内容は、単純な質の比較観察が中心であったにもかかわらず、生徒はかなり熱心に学習していた。

(2) 授業者について

「鉱物の見分け方」について1時間で授業する場合、やや簡単な扱いになることは予想していたが、実物を使ってやったクラスは、やはり教材を扱う時間が思うようにとれず、目的が十分に達せられなく残念であった。

b. 今後の実験授業の企画・実施についての参考意見

「鉱物の見分け方」を1時間で学習させる場合は、結晶形とへき開を中心にし、鉱物の性質と鉱物間の相違点

・類似点を表中に記入しながらまとめていくような調べ方が能率的だと思う。

できたら1.5時間で取り扱うようにして、面角の測定とか色・光沢などの微妙な違いにまで注目させ、鉱物がうまく見分けられるようにしたい。

IV 摘 要

鉱物の見分け方を題材にとって、それを教科書(T)とその表(Ch)とによって学習する場合(T+Ch)(対照群)と、それに、カラー写真(Ph)を加えて学習する場合(T+Ch+Ph)、実物観察(O)を加えて学習する場合(T+Ch+O)、それに、さらに硬度の測定〔M(h)〕を加えて学習する場合〔T+Ch+O+M(h)〕(実験群)などの実験授業を行なって、それらが学習効果に及ぼす影響の差異を追究することを主な目的とした。

(1) ペーパーテストによる、鉱物の色や硬度についての回答の成績は、教科書とその表で学習した対照群が、他の実験群よりやや良かった。ただし、テストの問題が教科書の内容と同様なものであったことを考慮に入れなければならないであろう。また、硬度測定が、1～2例のものについて、やり方を学習したに過ぎなかったことも関係しているであろう。実物観察では15種類のものについて観察を行なったので、それを加えて学習した群では回答が多種類の鉱物にわたった。

(2) 実物鑑定の成績は、教科書とその表とで学習した対照群と実物観察を加えて学習した群を含む実験群との間にあまり優劣の差がみられなかった。この場合、対照群では、教科書で学習した鉱物の種類が6種であり、実物鑑定がなされたものがそれに相当する6種であったことが考慮に入れられなければならないであろう。また、実物観察を加えて学習した群では、答えられた鉱物の名称が多種類にわたっていることが注目された。

(3) 平明意識率(わかりやすかった事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合)は、実物観察を加えて学習した群が、そうでない群に比べて著しく高かった。また、「わかりやすかった理由」として、実物観察をあげたものが多かった。

(4) 難解意識率(わかりにくかった事項をあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合)は、平均が95.3%で、一般に著しく高かった。「わかりにくかった理由」として、差異の不明確をあげたものが多かった。

(5) 興味意識率(興味を感じたことをあげた生徒数の学習生徒総数に対する割合)は、カラー写真や、実物観察や、硬度測定などを加えて学習した実験群が対照群に比べて著しく高かった。色彩については、文字表現のみでは興味を示さず、実物観察の場合に興味を示した。

(6) また、この研究において着目された心理的側面の問題として「記憶の準備性」その他があげられる。これらのことについても、今後、さらに追究していきたいと思う。

附記：なお、この研究は文部省科学研究費(特定研究・科学教育)の補助をうけて行なったものの一部である。ここに記して、深く感謝の意を表したい。