

# 中等学校における理科実験指導の基礎研究

戸 莉 進・中 根 一 芳

加 藤 十 八・加 藤 貞 夫・三 橋 一 夫

## ま え が き

本紀要第1集(1955)および第2集(1956)において同じ主題で第1報から第9報までの抄録を掲載したが、本年はそれにひきつづき、研究成果を第10報から第14報にまとめて報告する。この中第10報は日本理科教育学会東海支部大会(6月、本校)において、第11報は同学会第7回全国大会(8月、北大)において、また第12,13,14報は本校の中等教育研究協議会(11月、本校)において、それぞれ発表したものである。

なおわれわれ5名が中学校、高等学校において現在行なわれている理科実験指導法を実証的に反省し、実験指導の体系を確立し、さらに理科学習指導における実験指導の位置を明確にすることを目的として理科教育研究委員会を組織し、団体研究の方法をとって研究を始めたのは昭和27年の秋のことであったから、それからちょうど丸5年経ったわけである。

当初においては文字通り暗中模索の状態であったが、間もなく名大教養部の水野義男、河原林泰雄両助教授、ならびに名大教育学部の塩田芳久助教授の積極的な御指導を頂くようになりさらに本年度からは名大教育学部心理学教室全教官の御指導を頂くようになった。現在までにわれわれが研究してきた内容を問題別に整理すると、将来理科教育法の体系にまで発展し、まとめ上げられると予想される次のようないくつかの問題群を考えることができるに至っているので、あわせてここに記しておきたいと思う。

1. 予備指導の型、実験先行と原理先行、関連実験の取り扱い。
2. 講義実験と生徒実験、視聴覚的方法、グループ・システム
3. 観察、継続実験、反復実験
4. 課外実験、実験評価、実験ノート
5. 単元実験と系統実験、基礎条件、実験系列

## 第10報 理科学習経験の把持について

当付属中学校1学年生徒が昭和31年9月から10月にかけて「水」の単元を学習し、その際の学習経験がどのような形で把持され、時間の経過によって変形しているかを調査した。方法としては当単元学習直後にテストを行い(以後これを第1回テストとする)、この学年の生徒が2年生に進級した当初に第1回と同一問題でテストを行った(以後これを第2回テストとする)。この約6カ月の時間間隔をおいた二つのテストの解答状態を分析、比較した。この調査によって得られた結果のうち本報告においてはアルキメデスの原理の学習経験の把持についてのみ述べることにする。

この学習指導にあたってはまず次の実験を行

わせた。

1. 石を糸でくくり、バネばかりでその重さをはかる。
2. ビーカーに水を一ぱい入れて、バネばかりでつるした石を水の中ほどまで入れ、こぼれる水の量をめもり円とうではかる。また水中での石の重さをはかる。
3. 空中と水中とではかった石の重さの差をだす。またこぼれた水の重さをはかる。

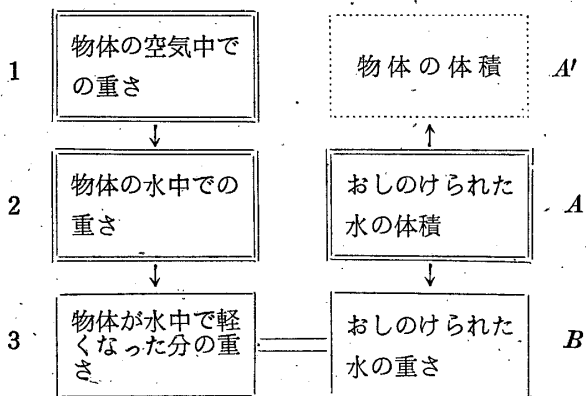
この実験でこぼれた水の重さは体積から簡単に換算させた。なお実験のついでに石の密度・比重も計算により出させその概念をも学習させた。

テストでは「アルキメデスの原理とはどういうことか」と発問し、生徒から自由な形で解答

を求めたのであるが、一応論文形式になっている色々な解答を整理するために上記実験の結果から構成されるべきアルキメデスの原理の実験内容を第1図のように図式化して、それぞれの内容要素に記号をつけ、生徒の解答表現から判断される概念構成をその記号により判別した。実験の際にはこの図のうち1と2とAとは実測により、3は1と2から計算により、BはAから換算により数値を出し、3とBとが等しいことをたしかめさせたものである。

結果として第1回、第2回の結果を対比するために第1表のごとく表頭に第1回の、表側に第2回の解答類型を配して、頻度をいれた。被験者数は103名(2学級・男女同数・IQについては  $M=114.0$   $S.D=9.5$ ) である。

図1



解答類型の表現の仕方を説明すると、正答は  $3=B$  であらわされ、重さ(B)と重さ(3)と等しいとたもの、1~2とあるのはただ物体は水中では軽くなるだけしか書いてない答、 $A'=A$ とは実験の手段として行った石の体積のはかり方をそのままアルキメデスの原理であると答えているもの、「まちがった考え方」の中には

図 2

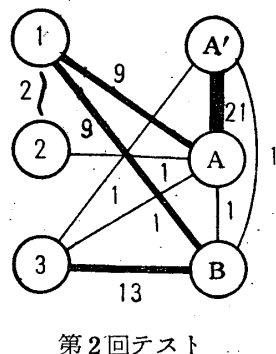
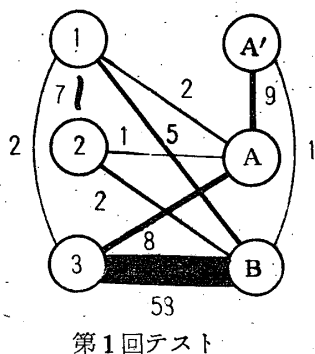


表1

1回 \ 2回	3=B	3=A	1~2	A'=A	まちがった考え方	実験操作のみ	比重、密度	ちがった原理	無答	計
3=B	12	1	0	0	0	0	0	0	0	13
3=A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1~2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
A'=A	15	0	0	2	4	0	0	0	0	21
まちがった考え方	10	3	2	2	3	0	1	1	0	22
実験操作のみ	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2
比重、密度	9	0	0	1	3	1	0	0	0	14
ちがった原理	4	3	0	1	1	1	0	1	0	11
無答	6	0	4	3	1	0	1	1	1	17
計	58	8	7	9	13	2	2	3	1	103

1=B, 2=A, などの全く意味のない関係づけをしているもの、「実験操作のみ」というのは実験中のいろいろな操作を断片的に記述しているが意味づけのできていないもの「比重、密度」の類型には、実験の途中で得られた1, A, Bの数値を用いて計算した比重、密度の概念がすなわちアルキメデスの原理であると誤認しているものであり、「まちがった原理」とは、パスカルの原理、ケプラーの法則等とちがいがいしているものを一括したものである。

なお第1表にもとづいて解答類型中前の5つすなわち  $3=B$ ,  $3=A$ ,  $1~2$ ,  $A'=A$ , まちがった考え方、にはいる解答の動向を明らかにするために、図1の構造図を利用して個々の要素を関係づけたものの頻度をいれ、第1回、第2回別に図式化して図2に示した。

以上の結果から考察すると、第1回テスト時にアルキメデスの原理を正しく理解しているものは58名に対し、第2回ではこれは13名に減っている。忘却度は甚しい。

第2回テストでは $A'=A$ 即ち「おしのけた水の体積は物体の体積に等しい」ことをアルキメデスの原理と解しているものが非常にましてきている。これは実験中の一つの操作が特に経験の中に印象深く把持されていることと、使用している教科書の記述でアルキメデスの原理の説明の文中に、おしのけた水の体積が物体の体積とひとしくなることが過大に取り扱われていたことに影響されていると考える。

また第2回テストで $1=B$ ,  $1=A$ などのように物体の重さとおしのけた水の重さ、体積との関係をのべているものが多い。これは前述もしたがアルキメデスの原理の実験中それらの数値を利用して、比重や密度まで計算させたことがいずれも6カ月の時間がたつにつれて正しい理解をまげて来たものと考えられる。

以上一つの原理の学習経験が日時とともにどのように忘却され、また実験中の個々の操作に分離、退化して、併進した類似の実験内容に移転し、教科書の記述に影響されることを予想することのできる結果を得た。今年もう一度この研究を追究するつもりである。(中根)

### 第11報 中学校における実験報告書の効果について

理科教育において実験指導の占める位置は大きい。しかし実験には多くの時間と労力、経費を要し、しかも実験によって得られる効果ははなはだ疑問であるという意見を聞く。また実験は二度行わなければその効果が上がらない。一度目は実験操作上の面白い面、目立つところのみに生徒は気を取られてしまって、実験方法の理解、実験原理の理解については殆んど効果が挙っていない。だから二度目の実験で「実験方法」「実験原理」の理解ができるという報告もある。また実験ノートを利用して効果があがるという報告もある。いずれにしても実験を行ったならば十分その効果があがるべく努力しなければならぬであろう。

#### 1. 実験方法

本校においては実験報告書の効果について調べてみた。

対象は主として中学1年生(一部2年)について行った。A組には実験をしたら必ず実験報告書を出させ、B組については全くA組と同じ方法で実験指導はするが、実験報告書は出さない。

実験報告書の様式				
1.	題	目		
2.	日時	天候	氏	名
3.	実験値、観察事項			
4.	まとめ			
5.	反省			

実験報告書はわら半紙1枚に上の様式にまどめて、次の理科の時間に個人、個人に提出させた。

実験報告書を書かしたクラス(A組)とそうでないクラス(B組)について、「実験方法」についてどのくらい理解しているか、「実験原理」をどのくらい理解しているかについて、同時に不意テストを行った。(実験によって得られる効果は勿論上の二つだけとは限らないが、ペーパーテストで判っきり効果がわかる上の二つについて比較してみた。)

中学1年では「表面張力」と「空気の重さ」を測定する実験、中学2年では「唾液のはたらき」をしらべる実験と「かえるの解ぼう」の実験をとりあげた。テストの結果を、A組、B組理科成績の上位グループ、下位グループについてそれぞれ比較した。

#### 2. 対象生徒

		中学1年 (98名)		中学2年 (108名)
		標準検査 (4月)	理科テスト (7月)	理科テスト (7月)
A組	全	70.2	57.1	64.4
	上	78.5	72.3	—
	下	62.4	43.3	—
B組	全	69.2	58.3	68.5
	上	77.7	75.5	—
	下	61.7	43.1	—

共 同 研 究

注 標準検査は理科だけの偏差値の各平均点をあらわした理科テストは7月の期末テスト100点満点の各平均点をあらわしている。

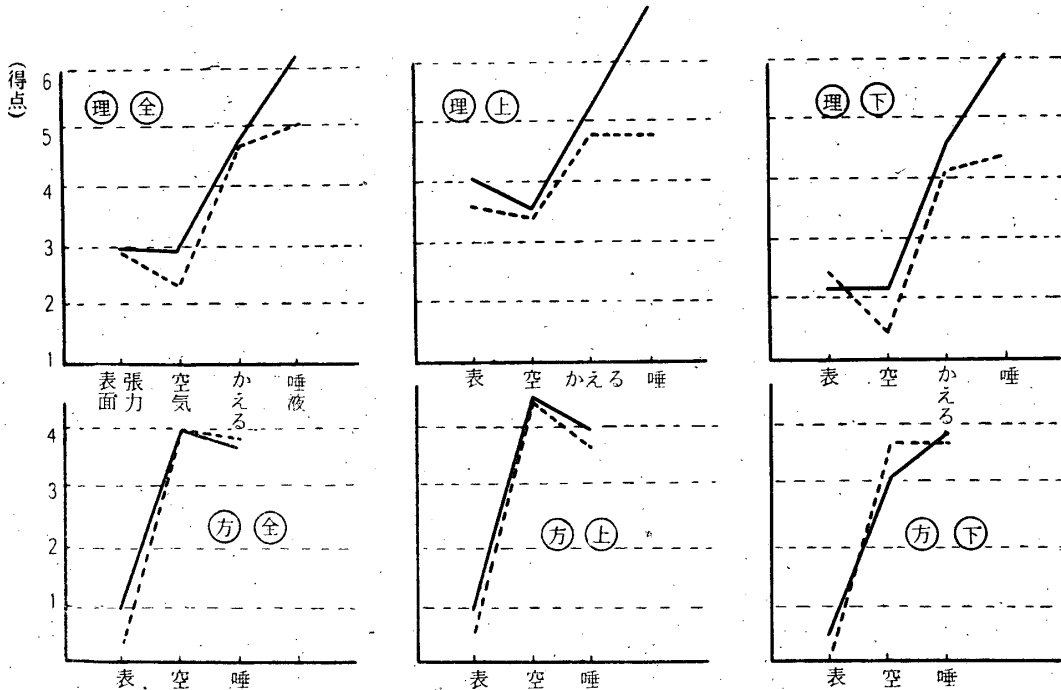
上の表でみられるごとく、全体、上位グループ、下位グループともA組、B組の間に平均値

の差には有意の差は認められなく、理科の学力については等質なクラスと考えられる。

3. 実験値

上の結果を下のグラフに示す。

3. 本年7月の調査



- 注 実線 A組 (実験報告書を書かしたクラス)  
 実線 B組 ( " 書かせないクラス)  
 ㊦ クラス全体の平均点  
 ㊧ クラスの成績上位グループ (15名) の平均点  
 ㊨ クラスの成績下位グループ (15名) の平均点  
 ㊩ 実験原理の理解に関するテスト  
 ㊪ 実験方法に関するテスト

4. 実験報告書の効果

このグラフの結果から次のことが考えられる。

- 1) 実験報告書を書かしたクラスと、そうでないクラスとの間には全体としては判っきりとした差は認められない。
- 2) 実験報告書を書かしたクラスは、実験原理の理解面については、実験方法の理解より効

果があがっているように認められる。

- 3) 実験報告書を書かしたクラスは、上位グループの方は下位グループにくらべて効果があがっているように認められる。
- 4) 空気の重さを測定する実験や、唾液のはたらきに関する実験のように実験原理、方法の複雑なものは単純な実験よりも報告書の効果が認められる。(加藤+)

第12報 関連教材の指導について

中学校1年生におけるアルキメデスの原理・比重・密度の実験指導についての研究  
 昭和32年6月、中学校1年生において、アル

キメデスの原理および比重、密度の教材を取扱うにあたり、指導法を次の二種類にして、その経験の把持、理解、適用などにはいかなる差異を

生じるかを調べた。

### 1. 指導法

実験はある物体の空気中での重さ(これを①)で表わす、以下各種の測定操作をこのように記号で表わして記述を進める)を測り、この物体を水中にささえてその重さ(②)を測らせる。一方②を測定する際、満水されていたものがあふれてでる分の水の体積(A)を測らせこれを重さに換算する(B)。これらの測定値から①-②がBと等しいことを知るのがアルキメデスの原理の確認となる。比重は①をBで除し、密度は①をAで除した値となることを実際について理解させることができるものである。

A組はこれらの三つの教材を独立に分離して指導し、とくにアルキメデスの原理の実験においてはAからBを換算させることをせずに直接あふれた水の重さを測定させた。つぎに時限をあらためて、比重、密度を測定するためには前時の資料を利用せず別個に必要な数値を測定しなおさせた。

B組は三つの教材を一貫して指導した。すなわち、最初に①②A③の測定値をそろえ、それらを抱括的に判断させながら計算により三つの原理ないし、概念を理解させることにつとめた。

以上の要領を時間配当とともに表にすると下のようになる。ただし第1時限と第2時限とは連続の2時間であり、第3時限は1週間たってからのものである。

指導法	級	第1時限	第2時限	第3時限
分離指導組	A組	アルキメデスの原理の実験 ① ② ③		比重密度の実験 ①③→A
一貫指導組	B組	アルキメデスの原理比重、 密度 ① ② A →③		数値の計算

### 2. 効果判定法

ペーパーテスト法により下記の問題を学習直後と4カ月後の10月との2回、同一問題で行った成績を各解答ごとに分析し、比較した。

問題(1) アルキメデスの原理(物体が液体中では軽くなる)とはどういうことか詳しく説明しなさい。(注意:体積や重さなどのことばを正しくつかうこと)

問題(2) 前に実験の時おこなった方法でけしごむの

比重をはかりたい、どうすればよいか順序よくかきなさい。

問題(3) 次の測定値があるその記号をつかって下の間に答えなさい。

- ① 物体を空気中ではかった重さ。
- ② その物体を水の一ぱいはいた器の中ではかった重さ。
- ④ その物体をいれた時にあふれた水の体積
- ⑤ そのあふれた水の重さ。

問1 その物体の比重をだすための式はどうたてればよいか 答  $\frac{1}{B}$  or  $1 \div B$

問2 その物体の密度をだすための式はどうたてればよいか 答  $\frac{1}{A}$  or  $1 \div A$

問3 浮力の大きさはどれとひとしくなるか 答 B or 1-2

問4 アルキメデスの原理をつかえば上の④と②だけをつかって物体の比重をだすことができるどのような式をたてればよいか 答  $\frac{1}{1-2}$

ここでA、B両組の標準検査、知能検査、教師作成理科テストの平均点の比較をしてみると下記のごとくなり、なおいずれについても両組に有意差は認められない。

テスト 人 組	数	榊原他:小6用診断 学力テスト偏差値 (32年4月)				新田中 日式 知能検査 偏差値 (32年 4月)	教師作成理 科テスト	
		国語	社会	数学	理科		7月	10月
A組	48	65.3	66.3	71.5	70.1	66.4	57.1	81.3
B組	48	65.6	66.3	71.3	69.3	65.3	58.3	73.1

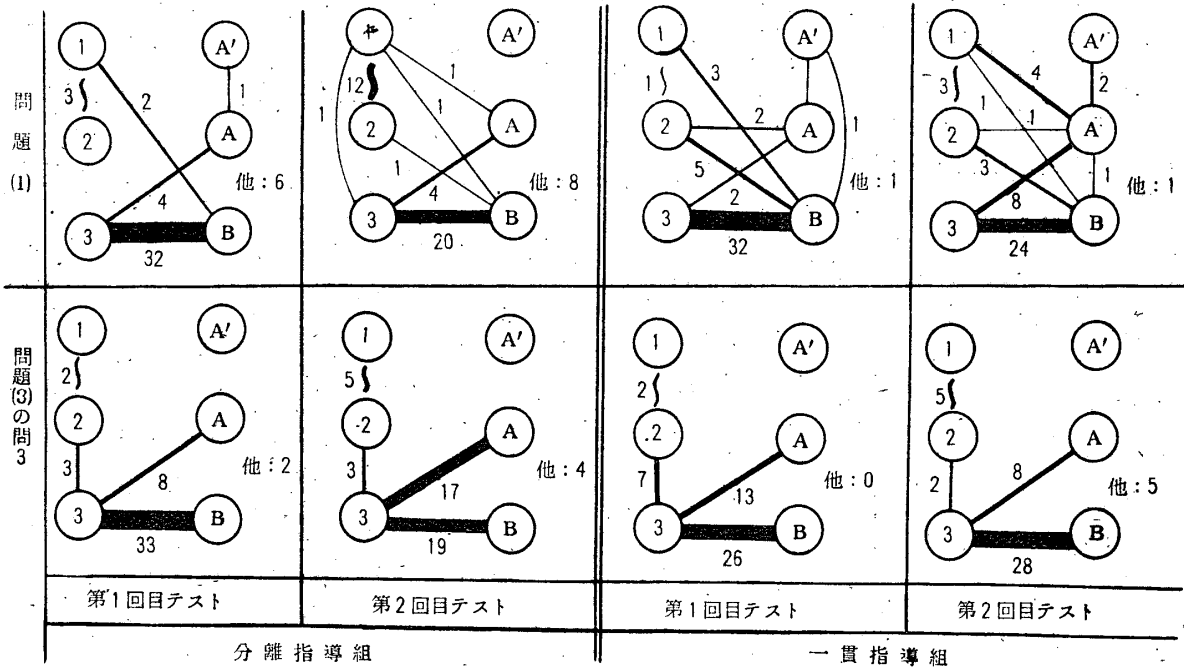
### 3. 結果および考察

(1) 問題(1) および問題(3) の問3の  
解答分析

問題(1)はアルキメデスの原理を論文体で解答させたものであり、問題(3)の問3はこれを客観テストにより解答させたものであるが、前記の記号を使って、①-②を③とし、これが浮力の大きさになり、この③と⑤とが等しいと解釈される解答をしたものを正解とし、その他に、①と⑤とが等しいとか、③と④とが等しいと答えたものなど解答にいろいろの型があり、このように測定値間を互に等しいと関係づけたものを線でつなぎ、その線を大体人数比に合わせて太

く表わしたのが下表である。この表で線側の数値は解答人数、①～②と表わされたのは①より②の方が軽いとだけ解答したものである。表側

の(他)として数値のそえてあるのは全く無関係と思われる誤答の数である。なお表中の(A)とあるのは物体の体積をあらわす。



(2) 問題(1) と問題(3) の問3の両方ともに正解を得た者の数

問題(1)と問題(3)の問3とは前述のごとく同じ問題を一方は主観テスト、他方は客観テストで発問したものであり、この両方ともに正解を得たものを一応完全学習者とみなして、その数を

両組で比較したものが下表になる。この表中、上位群、中位群、下位群とあるのはそのクラスの中で毎回の教師作成テストを総合して上位から15名、下位から15名、のこりを中位と三群に分けたものである。以下全部これと同じである。

組	テスト	能力別			計	組人員に対する比率	比率の差の検定	三群の無相関検定
		上位群	中位群	下位群				
分離指導組	第1回目	11	10	5	26	0.542	※ } 無	※
	第2回目	5	5	1	11	0.229		無
一貫指導組	第1回目	9	5	4	18	0.375	} 無	※
	第2回目	12	4	3	19	0.396		※※※

この表より、第1回目テストでは分離指導組と一貫指導組とに差があるとはいえないが第2回目テストでは差があり、一貫指導組の方がよい。また分離指導組は第1回テストより第2回目テストの方が成績が下がっているが一貫指導組は下がっていない。

(3) 問題(2) の解答分析

比重を求める実験を主観テストにより解答させたものであるがその内容を記号により分類したものが下表である。1/Bが正解になるがこの場合生徒は除数、被除数の概念が不確実であり

文章の表現もあいまいであるのでB/1に相当する記述も一応正解の中に加えたが( )の中に特にその人数だけは書き加えておいた。

解答 テスト	解答					計	
	1/B(or B/1)	1/A(or A/1)	1/2 or 2/1	その他	無答		
分離指導組	第1回目	14(1)	13(2)	6	10	5	48
	第2回目	6(3)	2(1)	13	14	13	48
一貫指導組	第1回目	17(0)	6(0)	7	13	5	48
	第2回目	15(1)	5(3)	10	9	9	48

第1回目のテストでは両組とも正解者数に差はみとめられないが、第2回目テストでは分離指導組において非常に数がへっている。

(4) 問題(2)と(3)の間1の両方ともに正解を得たものの数

上記二問題はともに比重の概念をとい、それぞれの主観テストと客観テストであり、いまその二問ともに正解を得たものを完全学習者とみなしてその数を比較してみる。

組	テスト	上位群	中位群	下位群	計	組人員に対する比率	比重の検査
分離指導組	第1回目	5	3	2	10	0.21	**
	第2回目	1	0	0	1	0.02	
一貫指導組	第1回目	7	7	2	16	0.33	**
	第2回目	3	3	2	8	0.16	

この表によると、第1回目テストでは両組において差があるとはいえないが、両組とも第2回テストでは正解者は明らかにへっている。そしてこの傾向は分離指導法の方において著しい。

(5) 問題(2)で比重を求めるのに必要と考へた測定操作の種類

分離指導組は比重を求める実験は前時限のアルキメデスの原理の実験とは全くきりはなして単に①と②だけの直接測定させて計算させたものであるから、②と④との測定値をも必要とするという答は前時限の実験の操作がじゃまをして、概念が不確定になっていると考えられる。また一貫指導組では①②④⑤全部をまず測ってそのうちから①と②を使って比重を計算したのだから、②と④との測定操作が混入してくるのは無理のない点であるとも考えられるわけである。表中太線内の欄が不用な混入測定操作である。

組	テスト	①	②	④	⑤	正解者数 B
分離指導組	第1回目	46	20	26	24	13
	第2回目	1	35	15	24	3
一貫指導組	第1回目	47	39	35	28	17
	第2回目	48	36	29	24	14

②の測定操作を必要としているものの数は両組ともに相当数みられるが、このうちさすがに分離指導組の第1回目テストにおいては他に比べて少ない。これは受験経験の新しいうちはある程度正しくそれを把持しているが、4カ月も経過すれば、②の操作概念が一貫指導組と同じ程度までふえてくるということがわかる。

(6) 問題(3)の間1の解答にとりあげた測定操作の種類

上表は比重測定の主観テストであったものをこの問題では客観テストで解答させているものである。したがって調査のねらうところはほぼ同じであるが、上表の結果をさらに確実にうらづける意味で掲載した。しかしこの表からは分離指導組の②の測定操作の不当混入の度がさらに極端になっているのは注意される結果である。

組	テスト	①	②	④	⑤	正解者数 B
分離指導組	第1回目	42	12	20	19	14
	第2回目	38	31	7	15	2
一貫指導組	第1回目	42	12	11	31	21
	第2回目	39	18	10	23	11

(7) 問題(3)の間4の解答分析

この問題は教科書にもその説明はなく、実験中教師からも全く言及しなかった内容であるので生徒が他の参考書で読んでいれば別であるが一応いわれる応用問題とみてよい。したがってこの解答は、生徒が前述の実験を確実に経験し理解しておれば、それを利用して新しい問題を解決する適用能力の基礎ともなるはずである。この能力が、分離指導と一貫指導とによっていかに効果の面で差を生ずるかを調べるので目的であった。この問の正解は $\frac{1}{1-2}$ であるが、前述した理由により $\frac{1-2}{1}$ も正解の中に加えた。結果は下表の通りである。

共 同 研 究

組	テスト	$\frac{1}{1-2}(\text{or } \frac{1-2}{1})$		$\frac{1}{2}$ or $\frac{2}{1}$	Dと②をつか った 他の式	④⑤を混 ぜた式 (無答)	能力群正解者数			男女別正解者数	
		上位群	中位群	下位群	男	女					
分離指導組	第1回目	5 (2)	16	10	17(2)	2	2	1	3	2	
	第2回目	6 (4)	25	14	3(2)	5	1	0	3	3	
一貫指導組	第1回目	15 (1)	20	10	3(1)	7	6	2	9	6	
	第2回目	15 (7)	25	6	2(0)	8	5	2	10	5	

正解者数は第1回目、第2回目とも一貫指導組の方が著しく多い。

(8) テストの全問題の総合成績の比較前記テストの各問をそれぞれ1点として合計6点をあたえ、各点の得点の平均点と標準偏差、および第1回と第2回のテストの成績の相関係数を両組で比較してみると下表のようになる。

組	種類 テスト	平均点	標準偏差	第1回目テスト 第2回目テスト との相関係数
		分離指導組	第1回目 テスト	
	第2回目 テスト	0.94	0.93	
一貫指導組	第1回目 テスト	2.79	1.91	0.34
	第2回目 テスト	2.04	1.77	

第1回目テストの成績は両組に平均点の差はあるとはいえないが、第2回目では一貫指導組

の方がすぐれている。また、一貫指導組では第1回と第2回目とのテストに成績の相関はみとめられるが、分離指導組では相関はほとんどない。

#### 4. 総 括

以上を総括するに、アルキメデスの原理、比重、密度の個々の概念の理解においても、それらの概念を総合適用して新しい問題を解決する能力の双方において一貫指導組の方が全般的にすぐれた成績をおさめたということがいえる。ただしこの事項をもっと確定に認めるためには、もっと多くの資料を要するであろうし、とくに上述A組、B組の実験料照を反転して同主旨の調査を必要とされることはいふをまたない。次の機会に試みるつもりである。(中根)

### 第13報 化学の学習指導における実物幻灯利用の効果について

#### 1. はじめに

高等学校における理科学習指導のうち、原理を理解させる実験においては、かなり基礎的技術を必要とするものや、また仮に基礎的技術は持っていても、セミ・ミクロの現象になると、マクロの実験形態では適当な現象の認識が不十分なしは不能のような場合が決して少ない。

このような場合においては、雑誌「化学」にかつて紹介され、また西尾高校の野田進教官がそれをさらに深く研究し発展させておられる化学反応の実物幻灯の利用が、生徒実験よりはるかにすぐれた効果をあげ得るように思われる。

この点を確認、かつ効果をあげ得るための条件を明かにするために種々の場合においてこの方法を適用して、その効果を比較検討してみた。

#### 2. 予備実験

まず高等学校3年α組(高等学校2年の時、本校での必修の化学4単位を修了し、本年物理化学それぞれ2単位ずつを選択している組)に対し次のような実験を幻灯で行ってみせた。所要時間は約20分。

- (1)  $Zn + H_2SO_4 = H_2 + ZnSO_4$
- (2)  $CuSO_4 + Zn = Cu + ZnSO_4$
- (3) (1)に対する $CuSO_4$ よりのCuの接触作用

これに対する生徒の反応を質問紙によって調べたのを集計したものが表1である。



表 1

事 項	数
興味深かった	15
興味深いと言う程ではなかったが為になったと思った	14
つまらなくはなかったが別に為になったとも感じない	3
つまらなかった	0
その他	7
計	39

またこれについての具体的な理由も同時に書かせたのであるが、その結果を集計したのが表 2 である。

表 2

事 項	数
高速度写真を見ているようだった	2
手にとるように見えて印象的だった	10
拡大されていてよく観察された	15
方法自体珍しく興味深かった	6
普通の講義実験では後の方では見のがすようなこともよくわかった	4
反応の経過が説明と併行して見られる	3
自分でするより遙に効果が大きかった	2
2年の時の化学実験の態度が粗雑だったことが後悔された	1
反応がよくのみこめないうちに、進んでしまった	1
面白いと思ったが薬品の名前がよく判らなかったので	3
さかさになっていることが気になった	3
幻灯がどんな方法で行われているのかといったことに気をとられて、聞いていたつもりだったが説明の方は余り印象に残っていない	2
室内が暗くて普通の授業と気分が違っていた	1

表 1 にあるように、とにかく「つまらなかった」と書いた者が 1 名もなかったこと、また表 2 にあらわれた全般的な傾向として動きのあるものとか変化の著しいものについては相当効果を期待できそうであると考えられたので、表 2 のマイナスの事項については十分注意を払ってさらに実験を進めた。

### 3. 本 実 験

高等学校 2 年 A 組 (高等学校 2 年 B 組とあらゆる面で等質となるように配慮してクラス編成

をされ必修の化学 3 単位を履習中のクラス) に対し次のような実験を、この順序で幻灯で行ってみせた。所要時間は 2 時間。

- (1)  $Zn + H_2SO_4 = H_2 + ZnSO_4$
- (2)  $CuSO_4 + Zn = Cu + ZnSO_4$
- (3)  $2AgNO_3 + Cu = 2Ag + Cu(NO_3)_2$
- (4)  $CuSO_4 + Ag = \times$
- (5) (1) に対する Cu の接触作用
- (6) (1) に対する  $CuSO_4$  よりの Cu の接触作用
- (7)  $H_2SO_4 + Cu = \times$
- (8)  $AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$  }
- (9)  $AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$  }

(光分解も含めて)

これに対する生徒の反応を同じく質問紙によって調べたのを集計したものが表 3 である。

表 3 (高 2 B は比較実験後に行った)

事 項	数	
	高 2A	高 2B
興味深かった	36	29
興味深いと言う程ではなかったが為になったと思った	12	18
つまらなくはなかったが別に為になったとも感じない	2	1
つまらなかった	0	0
その他	1	2
計	51	50

また同様にこれについての具体的な理由についての調査結果の集計が表 4 である。

表 4

事 項	数	
	高 2A	高 2B
手にとるように見えて印象深かった	7	5
試験管と違って反応が拡大されてよく観察された	23	15
珍しいと思った	8	7
化学反応が、こんなに面白いものとは思わなかった	2	4
反応の仕方が興味深かった	2	4
普通の講義実験では後の方でよく見えない事もよく見える	6	3
天然色で美しい	4	1
反応の経過が説明と併行して見られる	3	3
幻灯が動くこと自体面白かった	1	2
自分でやってみたいと思った	3	2
さかさに見えることはまずい	2	4
反応がよくのみこめないうちに進んでしまった	1	3

表3において、「つまらなかった」とする者は前回同様1名もなく、相当注意して本実験を行ったし、またこちらにも慣れてきているせいもあるためか、マイナスの事項は表4では表2より著しく少くなっている。また「自分でもやってみてみたいと思った」と書いた生徒が少数ではあるが、あったこと、そしてとくに「化学反応がこんなに面白いものとは思わなかった」と書いている者が2名とはいえ、とにかくいたということは、もしこの方法を用いなかったらあるいは化学に対し不適応の傾向を示したままになったかも知れない者を救うことができたという点で注目すべきであると思う。

さらに、行った9つの実験のうちどんなものが生徒の印象に残るかをチェックするために実験後約1カ月経ってから質問紙により調べた結果、表5のようになった。

表5 印象の最も深かった実験

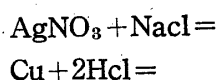
事 項	数	
	高2A	高2B
$Zn + H_2SO_4 = H_2 + ZnSO_4$	10	4
$CuSO_4 + Zn = Cu + ZnSO_4$	9	5
$2AgNO_3 + Cu = 2Ag + Cu(NO_3)_2$	9	7
$CuSO_4 + Ag = \times$	0	0
(1)に対するCuの接触作用	12	13
(1)に対するCuSO <sub>4</sub> よりのCuの接触作用	8	6
$H_2SO_4 + Cu = \times$	2	6
$AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$	6	—
$AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$	6	—
変化の大きいものはどれも	1	2
銀樹ができた附近に Cu <sup>++</sup> の色が出たこと	2	1

やはり予備実験の際、予想していた通り、「こんなに拡大しても変化がみられないのだから」相当印象的であってよい筈と考えたい希硫酸に銅、硫酸銅に銀のような実験は生徒にとってはやはり印象的ではなく、変化の著しいもの動きの大きいものの方が一般的には印象的であり、従って化学反応の幻灯という方法の一つの限界もこの辺りにあることが考えられるのである。しかし、これは筆者自身も実は驚いた次第であるが2名の生徒が、こちらで特に指示も与

えなかったのに「銀樹ができた附近に Cu<sup>++</sup> の色が出たこと」をあげていることは注目すべきで、このような点はこの方法によってでなかったら恐らくは観察することは非常に困難に違いない。

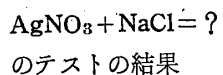
#### 4. ま と め

以上の方法の効果を、チェックするために、普通の方法でこれらの実験を行った高等学校2年B組と、中間考査の化学方程式の右辺を完成させる一群の問題の中に



をふくめて出して、その出来工合を比較すると表6、表7のようになる。

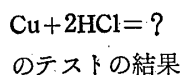
表 6



	実 験 群 (高2A)	対 照 群 (高2B)	計
○	34	23	57
×	17	27	44
計	51	50	101

$$(Z' = 2.10)$$

表 7



	実 験 群 (高2A)	対 照 群 (高2B)	計
○	32	31	63
×	19	19	38
計	51	50	101

すなわち、変化の著しい硝酸銀と食塩の反応の方では5%以内の危険率で有意の差が認められるに対し、無変化の塩酸と銅の場合には皮肉な程実験群と対照群とが差がないのである。

しかし無変化のものでも、試験後の答案を返す時に注意を与えるのに幻灯を利用したら、あるいは生徒の受け容れる態度に差があるため差がでてくるのではないかと考えられたので、対照群(高等学校2年B組)に対しこの方法を行い、あわせて、この機会に高等学校2年A組に既に見せている他の実験を見せた。表3,4,5

にある高等学校2年B組の欄は、そのときの実験について、ほぼ高等学校2年A組の場合と同じ日数の経過後に調査して集計したものである。それはともかくも、目的の銅と塩酸の反応（というより無反応と言った方が適切なわけであるが）についての結果を、答案返却の場合には、口頭で以前行った実験のことに言及して注意を与えた高等学校2年A組と対照して、それから約半月後に行った小テストの中にもふくめて

表8 対照群(高2B)に同様の指導をしてからの  
Cu+2HCl=?のテストの結果

	対照群 (高2A)	実験群 (高2B)	計
○	28	38	66
×	22	12	34
計	50	50	100

(Z' = 2.57)

行った同じ問題についての出来方を比較すると表8の通りであって、筆者も、まさかこれほどになるうとも思わなかったほどの実に1%以下の危険率で有意の差が出ているのである。

以上未だ極めて乏しいデータではあるが、とにかく化学反応の実物幻灯は、他の方法では到底カバーできない効果をあげうる面をもってすることは確かに断言できる。ただここにもこのような方法を行っている、マンネリズムに陥り、生徒の側の印象も鮮烈ではなくなり、効果が減殺される危険性は相当にあることが予想されるし、またこの方法で学習した内容の持続が他の方法と差があるのかないのか、特に銅と塩酸のような無反応の例の場合については相当疑問がある。これらの点については今後の研究により補足してゆきたいと思っている。

(戸蒔)

## 第14報 中学校における実験報告書の効果について(II)

### 1. 実験の目的

前回の報告書の実験は理科実験の数が少なく、あまりその効果を判っきり断定し得なかったので、引き続き多くの理科実験について調べ、さらに単純な実験ははぶくことにした。また報告書を個人的に書かしたときと、グループ毎に1枚書かしたときとでどんなに異なるかも併せて調べた。なお一部は実験経験の把持が報告書を書かしたときの効果に関しても考察しようとした。

### 2. 実験方法

前回と全く同じであるが、後半からグループ毎に報告書を書かせたまた実験経験の把持については空気の重さの実験によって考えてみた。

### 3. 実験値 I

10月の両クラスの理科のテストを比較した結果は次の如くで両クラスにやはり差はないことが結果から認められる。(ややB組の向上が認められるが)

	全	上	下
A 組	71.3	82.0	61.8
B 組	73.1	86.3	58.4

次に夏休み後の実験から、やや複雑な実験である酸素、水素の発生、燃焼による炭酸ガスの検出、および以上に用いた薬品を何如に記憶しているかについて調べた結果が次の図1のグラフである。(10月にテストした)

このグラフから考えられることはA組にあまり効果があらわれていないことである。

特に実験方法に関しては全く効果があらわれていないのはどうゆうことであろうか。これは実験報告書の提出があまりにも形式的になってしまっ、その効果が薄れたものと思われる。

### 4. 実験値 II

前の実験で、実験報告書を個人的に提出させることがあまり効果がみられなかった。ここで報告書を個人個人でなくグループ毎に十分討論してその結果をまとめて提出させるようにした。この学習実験は水の温度による膨脹と氷の融解の実験をとりあげた。またこの実験の効果をみるテストに合わせて、前に行った実験の効果が、A組とB組においてどのように把持されているかも併せて調べた。その結果を次の図2のグラフに示す。(11月に行った)

図1. 10月テストの結果

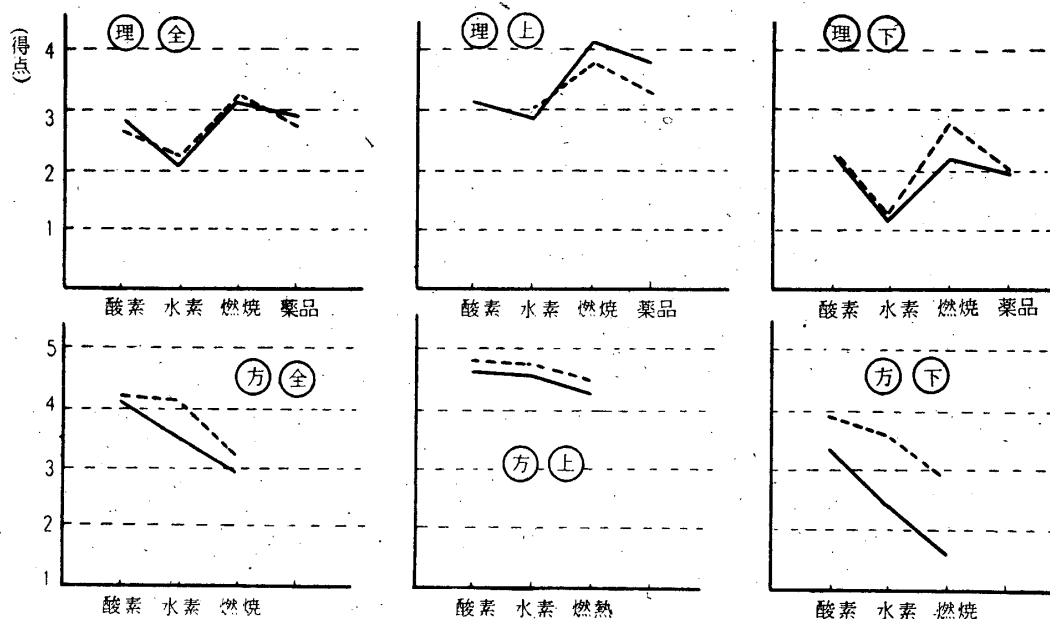
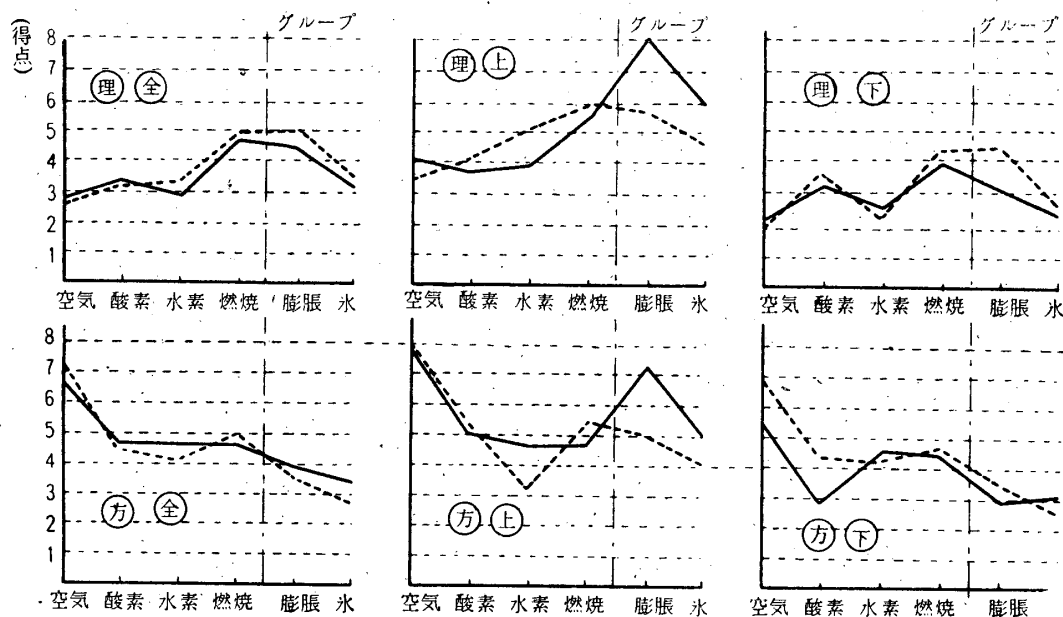


図2. 11月テストの結果



注 グラフ中、破線の右はグループ毎に1枚報告書を提出させた結果、破線の左は実験経験の把持をテストした結果である。

この結果からグループ毎に討論させ提出させた方は上位グループは明らかに効果があらわれている。これはグループ毎に書かせると能力のあるものがよく活躍している結果ともみられる。グループは名簿順に分けたから、グループ編成について考える必要がある。

実験経験の把持について行った結果はA組B組とも差異は認められない。

### 5. 実験報告書の効果について

この実験から次のことが結論づけることができる。

- 1) 実験報告書を個人個人に毎回書かせることはあまり効果があがらない。
- 2) 実験報告書を書かしても実験経験の把持にはあまり効果があがっていないと思われる。

る。

- 3) グループ毎に討論後報告書を作成させると、上位のグループには効果があらわれる。

以上のことから今後考えられることは、グループ毎に報告書を提出させた結果については更に研究を要すること。さらに実験ノートを作成してこれを与えた場合については今後研究したい。

### 6. 実験報告書を書かしたクラスの生徒の感想について

個人で実験報告書を書く場合と、グループ毎に1枚だけ書く場合との比較

生徒の感想	個人	グループ
非常に負担である	10人	35
少し負担である	29	11
なんともない	10	3

生徒の感想	個人	グループ
効果があがった	2	9
やや上った	33	11
同じである	14	29

グループ毎に書いた方がよい	22
個人で書いた方がよい	27
書いた方がよい	40
書いても無駄である	9

この表からみられるようにグループ毎に1枚書いた方が負担が多いということは注目すべきことで、グループ毎であると放課後集って研究討論するのが負担であるらしい。

報告書の効果があがったというものが少ないのも、実際の効果があまり上がらないことと思いを合わせて、考えさせられことである。

しかし報告書を書いた方がよいと答えた者が非常に多いことも注目させられる。(加藤+)