

## 中学校・高等学校における理科実験指導の基礎研究

中根一芳・戸荊進・渡辺貞夫

加藤十八・三橋一夫

### まえがき

本紀要第一集(1955)においては同じ主題にて第一報から第六報までの抄録をかかげておいたのであるが本年はそれにひきつづき、研究成果を第七報から第九報にまとめて掲載する。この中第七

報・第八報は日本理科教育学会東海支部大会(31年6月,三重大)において,第九報は同学会第六回全国大会(31年11月,高知大)において発表したものである。なお第七報以後の研究は東海学術奨励会よりの研究費におうところが多い,記して感謝の意を表する。

### 第七報 中学一年生の理科実験測定能力の考察

——とくに,ものさし,温度計,液量計について——

#### 1. まえがき

本研究の第五報・第六報において目盛観測能力について発表したが,これら能力の指導による効果の比較はされていなかったので,この点を中心に実験を試みた。それと同時に前回発表の測定(観測)能力の考察を,ものさし,温度計そして液量計についてはどうなるかを追試したものである。

#### 2. 実験の対象

昭和31年度本校中学校一年入学者105名である。この生徒は名古屋市内よりの入学志願者2193名のうちから完全抽選によって抽出され,これらの生徒の学力は,ほぼ名古屋市立中学校新入生と同一分布とみてよい。

#### 3. 実験の方法

①ものさし,温度計および液量計の測定に注意

することがらをまとめてプリントし,これを指導および普通グループ(H.R.単位とする)に一様に配布した。

②指導グループに対しては,そのプリントを読み,かつ重要で,おちいりやすい個所を板書して注意するように指導した。

③普通グループに対しては,同一プリントを配布するだけにして,各自に読むように指示し,指導グループの指導時間と同一時間を与えた。

④測定値を記入する用紙は別にプリントして用意した。

⑤測定器具はそれぞれ同種類のを五つずつ用意しておき,少しずつ大小とりまぜておいた。例えば液量計では20ccのメートルグラス,100ccのメスシリンダー口径の違うもの二つ,300ccと500ccのメスシリンダー各1と5個用意した。

⑥各計器の配置は次のようである。

a)ものさし 測る場所をインキで印をつけておき(例えば長方形の縦をはかるとか横あるい

は対角線などと), 同一の個所を同一のものさしで測るようにした。

b) 温度計 水銀温度計の球部の破損して使用不能になったものを用意して, その中のこされた水銀柱の上端の目盛を読みとらせるようにした。他に最高最低温度計を用意して柱にかけその指標を読みとらせた。

c) 液量計 ⑤に例示した計器に水を適当に入れてその容積を読みとらせた。

#### 4. データの処理と考察

①それぞれの測定値一つ毎に平均値と標準偏差  $\sigma$  を出して, その  $2\sigma$  以内の測定値を正答として以外を誤答とした。(図1参照) この場合全く飛び離れた測定値は除外した。よってグラフ上にも図示していない。

②よって各計器の総正答数(15点満点)を測定成績にした。

③この測定成績とウエクスラー・ヴェルビューの知能検査の言語 I.Q. と動作 I.Q. および理科学力標準テスト(金子書房) 同数学テストの偏差

との相関をしらべてみた。(表1)

表 1

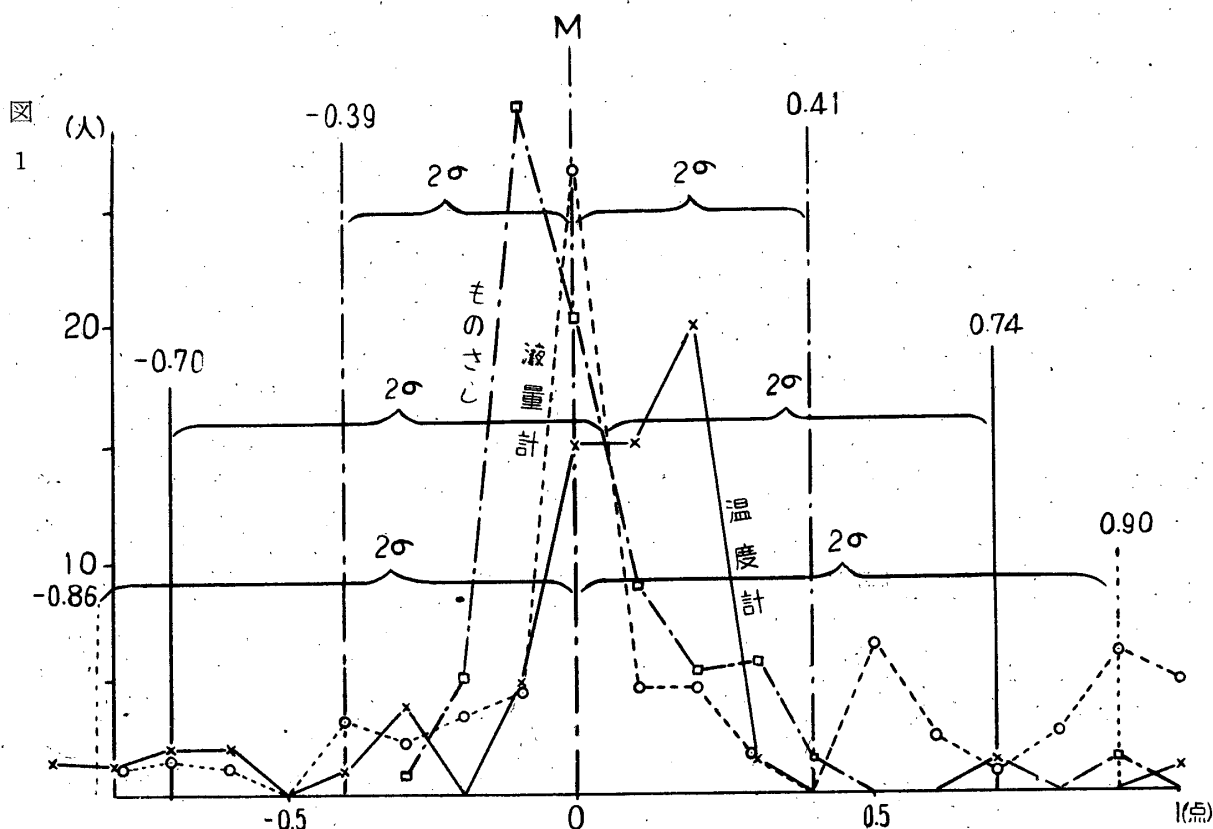
		測 定 成 績	
言 語	I.Q.	相	0.34
動 作	I.Q.	関	0.23
理 科 偏 差 値		係	0.37
数 学 偏 差 値		数	0.33

しかし, いずれもお互いに相関があるとはいわれない。

④各計器を使っての測定値の相関を  $\chi^2$ -検定をしたところ, (表2) のようにものさしと液量計, 液量計と温度計との間には非常に相関があるとみなしてよい。

表 2

	液 量 計	温 度 計
ものさし	1 %	10%
温度計	1 %	%は危険率を示す。



(図1) 各計器測定値分布の一例

⑤測定成績における男女差については(表3)のように検定の結果、男子の方に有意差を認めた。これは前回と同一であった。

表 3 M平均 S.D.標準偏差

	M	S.D.
男 子	10.31	2.04
女 子	9.57	2.18

⑥指導による測定成績の効果については(表4)のようであり、検定の結果有意差は認められないことがわかった。

表 4

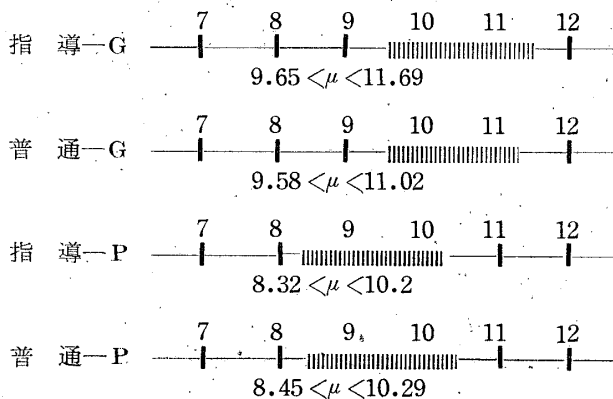
	M	S.D.
指 導	10.04	2.42
普 通	9.88	1.99

⑦指導効果は全体としては認められなくても学力成績の上部または下部において認められるのではないかと、さらに次の考察を進めてみた。すなわち理科学力偏差値によって Good-group と Poor-group にわけて比較してみた。これをいっそうわかりやすくするために平均値の5%の危険率の信頼限界( $\mu$ )で図示(図2)

表 5

		M	S.D.
指 導	G-group	10.67	2.53
	P-group	9.26	2.16
普 通	G-group	10.30	1.79
	P-group	9.39	2.12

図 2



してみたが、いずれの場合においてもその有意差

は認められなかった。

⑧さらに次には①において除外したような極端な誤答の測定値の実教をしらべ、個々の測定器具間において指導効果はあらわれないだろうかを分析してみた。

	測定 No.	M	S.D.	極端な誤答実数	
				指 導	普 通
ものさし	1	0.04	0.29	7 (1)	8 (3)
	2	-0.11	0.34	6 (2)	9 (2)
	3	-0.06	0.09	9 (3)	4 (2)
	4	0.01	0.20	7 (1)	9 (1)
	5	0.02	0.28	6 (0)	6 (0)
温度計	1	0.02	0.36	16 (1)	18 (6)
	2	-0.06	0.22	9 (2)	9 (1)
	3	-0.90	0.11	8 (3)	9 (1)
	4	-0.06	0.35	34 <sup>(6)</sup> *16	41 <sup>(5)</sup> *10
	5	0.04	0.35	9 (0)	9 (1)
液量計	1	0.02	0.34	4 (1)	2 (0)
	2	0.04	0.09	16 (16)	6 (5)
	3	-0.48	0.54	9 (0)	14 (3)
	4	0.02	0.44	8 (0)	13 (1)
	5	-0.03	0.37	11 (0)	11 (1)

( )内は位取りだけを読み違えたものの数。

\*の数字は、最高最低温度計であるために逆に読み違えた数。

(表6)の結果について、個々の測定器具間において百分率の差の推定をしたところ、いずれにおいても有意差は認められなかった。

## 5. 結 論

以上の考察をまとめると、

①測定能力というものは知能にも学力にも関係していない。

②測定能力の男女差は認められる。

以上は第五・六報と同一結果であった。

③測定能力の指導については今回の条件では効果は認められない。(渡辺)

第八報 高校新入生徒の上皿天秤に関する実験能力の実態について

本校の昭和31年度入学の生徒は附中出身者と名古屋市内の中学校出身者との夫々約半数ずつで構成されているが、後者は約2000名の志願者に対し中学修了程度の進学適性検査を行い、下位約20%を除いた約1600名について無差別抽せんによって選ばれた者であるので非常に巾の広いものであり入学後、本校の研究部が主体となってまとめた種々の資料からも、大体名古屋市内の高校新入生のモデルに近いものと考えられる。

そこで此等の生徒について基礎的な実験経験がどのようになっているかを知ることは単に我々が直接扱う生徒の実態を把握することの外に名古屋市内高校の新入生の実態を知ることにもなり、その点でも意義は相当大きいと考え、先づ化学に関する基礎的な実験経験の詳細な調査を行った。その要点を大づかみにまとめたものが次の表である。

使用又は行った経験		男	女	計
ガラス細工	行った	22	7	29
	行わなかった	16	14	30
上皿天秤	使った	21	8	29
	使わなかった	17	13	30
試験管	使った	36	21	57
	使わなかった	2	0	2
メートル・ガラス	使った	13	4	17
	使わなかった	25	17	42
メスシリンダー	使った	18	9	27
	使わなかった	20	12	32
ビュレット	使った	3	1	4
	使わなかった	35	20	55
ピペット	使った	6	0	6
	使わなかった	32	21	53

中学校での理科室の使用状態		数
あってよく利用した		34
あったが	ほとんど利用しなかった	18
	ほかの教室に転用されていて利用できなかった	6
なかった		1
計		59

更に上の資料のうち上皿天秤についての経験をこまかく分類すると次のようになる。

上皿天秤についての経験	正 課 の 授 業 で			ク ラ ブ 活 動 ・ そ の 他 で		
	男	女	計	男	女	計
使用したことがある	18	6	24	21	8	29
使用するのを見た	24	13	37	28	13	41
見たことはある	7	1	8	7	1	8
見たこともない	7	7	14	3	7	10

以上の諸表をみると、その原因はいろいろ考えられるとしても、とに角中学の理科教育に於て生徒が実験経験をする環境は、その最低程度に於ても決して満足なものとは言われないことがわかる。

上皿天秤の使用経験についての上の表にはその能力に相当の巾が考えられ、又直接使用しなくとも使用出来る程詳しく観察していた者もあると考えられるので、その点も更に分析すると共に実際生徒を指導する上から困難点が、どのような処にあるかも明確にするために、全員について1人1人呼び出して同一条件(零点はそのままでは0.1gの誤差が出るように予め狂わせておき、皿は二枚重ねておき分銅は右前に、測る物体は左前に置いて、操作中一切注意或は指示は与えない。)で物体の質量を測らせ、その間の行動について予め用意しておいたチェック・リストに記録をとり、それを整理したのが次の表の第1回の欄である。

項目	能力段階		第1回(59名)			第2回(22名)			
			男	女	計	男	女	計	
零点補正	気づいた	正しく行った	2	0	2	1	4	5	
		まごついたが結局正しく行った	0	1	1	0	1	1	
		正しくはできなかった				6	2	8	
	途中で気づいた	正しく行った							
		まごついたが結局正しく行った	1	0	1				
		正しくはできなかった							
気づかなかった		25	8	33	3	5	8		
ピンセット	使用	上 向	15	4	19	10	12	22	
		途中で上向	1	0	1				
		上下かまわず							
		下 向	7	1	8				
	途中で気づいて使用	上 向							
		途中で上向							
		上下かまわず							
		下 向							
	使用せず		5	4	9				
	物体	左皿へ	始めから	24	6	30	10	12	22
			まごついて	1	1	2			
		右皿へ	始めから	3	2	5			
まごついて									
分銅	大より小に順に		10	2	12	10	11	21	
	途中から	順に	1	0	1				
		とびとびに				0	1	1	
	とびとびに		17	7	24				
秤量計算	空所と分銅の両方で					5	8	13	
	空所のみで		1	0	1	1	0	1	
	分銅のみで		27	9	36	4	4	8	
皿の処置	もとにかえず		22	7	29	10	12	22	
	もとにかえさぬ		6	2	8				
できたもの		28	9	37	10	12	22		
できなかったもの		10	12	22					
合 計		38	21	59	10	12	22		

此の表を見ると、先づ零点補正については殆ど大部分が忘れたまゝですぐ秤量にかかることに注意しなくてはならない。又ピンセットの使用も満足なのは約半数、使用しなかった者の中には最初右手でピンセットを持ち、そのまゝで分銅は左手でつまんで扱った者が2人もいたことは笑って済まされぬ事実である。

物体の載せ方は大体よいが、分銅の使用法は過半数が行き当たりばったりの試行錯誤の繰返しで結果に到達していることを物語っており、これも注意すべきことである。

又秤量計算も満足なのは1人もなく、殆ど総てが分銅のみで読みとり、而も読み違いから、相当大きな誤を犯したものが5名も出ていることは単なる偶然の現象とはいえない。分銅の構成については殆ど頭がないことが、これからも察せられる。

尚、できなかったものというのは、口頭のみでなく、とにかくやらせてみて確にどうしてよいか判らぬ者であることを確認した者の数である。

第1回の測定で上皿天秤の使用について全くブランクの者22名が抽出されたので、これについて柴田・津田・島村の教科書「化学」に出ている上皿天秤の使用法をプリントして渡し、約4名ずつの6グループに分け、同じ天秤と分銅を渡し順を追って実験させながら説明を進め約30分で終って直に前回同様の方法でチェック・リストを作り整理したものが第2回の欄である。

この結果は指導直後のことであるから忘却によってうすれてゆく点はチェックできないが、とにかく30分の指導で一応は容易に会得される面と、会得に相当の困難が感じられる面とが区別出来る。即ち、零点補正については気づかずにいる者が相当数あることに先づ注目される。又まごついた者及び正しくはできなかった者の中に、左の方に皿を2枚重ねて置いたままで零点補正にかかった者が4名あったことも、彼等の単なる不注意と言って

済されない。秤量計算については、やはり分銅のみで片づける者が半数近くあり、この点についても会得の困難さが感じられる。

以上二点に対し他は大体30分程度の指導で一応会得させ得ると言ってもよいと思われる。然し分銅の使用法途中でからとびとびに使用した例は1名だけであるが、この乱れた時が予想通り1g未満

の分銅を使用する段階に入ってから起った事は看過できないものを感じさせられる。又第2回の測定では、とにかく全員1g以下の誤差範囲で測定でき、而も大半は3分以内で秤量を完了、最も長く時間を要した者も7分で完了している。

(戸刈)

## 第九報 中学校理科指導における実験先行型と原理先行型との学習効果の比較

### 1. ま え が き

いまアルキメデスの原理を学習させる場合に二つの指導型をかんがえてみよう。一つの型はまず物体が水のなかで軽くなることを実験により経験させ、その軽くなる度合い、軽くなる理由、一般の液体のなかに入れてもおなじことがいえるか、なにか法則的なものはないかなどいろいろ問題をあげながら実験をすすめ、最後にそれぞれの結果にもとづいて総括的な知識にまとめ、原理を理解させるというやり方である。

もう一つは前と逆の型になり、アルキメデスの原理の内容、意味についてさきに教師からくわしく説明し、生徒が理解した後、これを実証するために実験を行わせるものである。標題の実験先行型および原理先行型というのはこれら第一と第二の型をさしている。

理科の指導目標に知識理解を深め、問題解決の能力や創造性を養うなどといろいろあげられているが、これらを達成するために、いかなる指導法がすぐれ、あるいはおとっているかに対して、ただ観念的な結論をくだすのは早計であると考え、実験によりそれらの学習効果を比較してみようとしたのがこの研究である。なおこの研究は東海学術奨励会研究費によるところが大きかったのでここに謝意を表する。

### 2. 方 法

実施学年は本校中学一年の二学級で、一つの学

級を実験先行型で指導し（以後この学級を実験群と略す）、他の一学級を原理先行型で指導した（以後この学級を原理群と略す）。なお両群は抽せんにより採用した入学生徒を無作為に二分して編成したもので、入学時におこなったウェクスラベルヴェー知能診断テストによる知能指数および金子書房の小学校6年用の理科標準学力検査による偏差値の平均値と標準偏差値とを示すと表1のようであり両群に差はない。

表1 両群のI.Q.および理科標準検査偏差値

	I.Q.	理科学力検査偏差値
実験群	M=114.0 S.D.=9.5	M=66.2 S.D.=11.2
原理群	M=113.8 S.D.=9.5	M=65.9 S.D.=10.2

実施期間は本年9月と10月にかけておこない、教材としては「水はどのように使われているか」の単元中、水質、水圧、比重、溶液などについての範囲をあつかった。

この範囲の教科書にある実験を主としておこなったのであるが、概略を次に示す。

1. 硬水の性質をしらべる。
2. 飲料水としての水質検査、試薬やリトマス試験紙の使い方。
3. 溶液の性質をしらべる。
4. 表面張力についての実験。
5. 水そうにより水深と水圧との関係をしる。
6. パスカルの原理をしらべる。

- 7.注射筒により水圧機の理をしる。
- 8.アルキメデスの原理をしらべる。これより比重、密度の概念も理解させる。

上述の各実験は両群ともグループ実験の形で全生徒がおこなえるように心掛けた。実験群においては各実験毎に導入、問題提起、実験、討議、教師による説明の順ですすみ、原理群ではその順だけを導入、問題提起、討議、教師の説明、実験のように変えた。

ただし、実験群でも実験させるためには一応方法についてあらかじめ教示しなければならない点もあり、原理群でも実験の後整理は必要であるのでそれらのために時間を全然使わないというわけではない。また両群とも実験の手引書として教科書を相当高度に使用させていること、家庭での予習や復習などをふくめて考えると、本研究の意図する実験先行、原理先行の条件は生徒の学習にとってはあまり大きな要因ではないかもしれない。しかし実際教育の中での研究としてはやむをえない点であり、むしろこのような条件下においての資料がより実際的なものであろうとも考える。

評価は前述の教材を全部終了した時ペーパーテストにより行った。

### 3. 研究結果および考察

#### 1. 生徒の実験学習目的の理解について

実験群と原理群で指導法の違いにより最も左右されると見られる点は個々の生徒がどの程度実際の内容を理解し、目的を定めて行っているかの点であろう。

これについての調査の方法としては、下記のような問題を作成した。

問題 I 君たちが行った次の9つの実験はそれぞれどういうことを調べるためであったか。下の(イ)から(ト)までの中から1つずつえらんで実験の番号の前にあるの( )中に記号をいれなさい。

実験

- ( ) 1.水そうの水の上にぬい針をうかせてみた実験
- ( ) 2.孔のあいたテニスボールに水をいれて、それを指でおさえて水のとびでるようすをしらべた実験
- ( ) 3.少量のでん粉を水にとぎ、これをこし紙でこし、こされた水にヨード液を加えて色をみた実験
- ( ) 4.シャボン玉をつくり管を口からはなすと玉が小さくなっていくことをみた実験
- ( ) 6.大小二つの注射器をゴム管でつなぎ水をいれてそれぞれのかっそくに分銅のをせつりあうときの重さを調べた実験
- ( ) 7.ミルクかんに孔をあけこれに水を入れて、孔からとびでる水のいきおいや方向をしらべた実験
- ( ) 8.連通管で水面がおなじ高さになることをみた実験
- ( ) 9.ガラス栓をビーカーの水の中に入れあふれた水の重さをはかり、これとガラス栓が水の中で軽くつった分をくらべた実験

実験の目的

表2 実験の学習目的の理解の仕方

実験の 番号 実験 の目的	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
	実	原	実	原	実	原	実	原	実	原	実	原	実	原	実	原	実	原	
イ		2			51	49		1	1	1									
ロ	41	31		3		1	48	40	41	40			1	2	2				
ハ		2	51	46			1	4	1	1	10	20	5	6	10	21			
ニ	1	1	1	1			1	2		2	8	1	46	40	34	17			
ホ	9	14		1			1	1			6	6		2	2	3	33	27	
ヘ	1	1								3	19	15				3	18	19	
ト					1	1	1	3	6	4	9	9		1	1	6	1	5	
無答									2							3	1		

表中 太字は正解者数 実実験群(52名) 原は原理群(51名)

- イ、溶液になっていないことをしらべる
- ロ、表面張力のあることをしらべる
- ハ、水に加えられた圧力のつたわり方をしらべる  
(パスカルの原理)
- ニ、水による圧力と深さとの関係をしらべる
- ホ、浮力の大きさをしらべる (アルキメデスの原理)
- ヘ、比重をしらべる
- ト、密度をしらべる

以上のテストにおいて両群の生徒が各実験にどのような学習目的を考えていたかの概略がわかったので解答一覧表を示す。(表2)

表1によって考えられることは実験の種別によっても相当様子はちがうが、案外理解しないで実験をおこなっている者が多い。この結果を実験群と原理群とで比較するために各個人の正解数を得点とし、群別にその度数分布表を作ってみると次のようになる。(表3)

表3 実験の学習目的の比較

群	得点	2	3	4	5	6	7	8	9	計
実験群				3	3	13	11	17	5	52
原理群		2	3	4	9	10	8	10	5	51

実験群 M=7.0 S.D.=1.3  
 原理群 M=6.2 S.D.=1.8  
 検定により平均値は1%の危険率で有意差あり

この結果から考察すると実験をまず行ってその経験にもとづいて原理をまとめさせるという指導の方が実験の目的を理解している程度が大きいということが分る。教師が先きに説明してから実験する群の理解度が小さいのは実験の印象がうすいためかとも考えられる。

つぎに実験の学習目的を理解していないものは実験時間中にグループの中でみずからすすんで実験に参加せず、他人にまかせて消極的態度をとっているのではないかという予想のもとに生徒の実験態度を教師の観察記録と生徒の相互評価によって5段階にわけ、これと実験の学習目的の理解との間の相関をとってもとると、実験群では相関係数0.25; 原理群では0.46となっていていずれも相関はあるとはいえない。なお実験群と原理群との間に検定によって相関係数の差はない。

## 2. 知識・理解について

客観テスト・論文体テストなどの混合で素点42

点のテストを行った。(問題全文は省略する)このテストの成績を実験先行群, 原理先行群の得点分布表を示すと表4のようになる。

表4 両群のテスト成績分布表

	11 13	14 16	17 19	20 22	23 25	26 28	29 31	32 34	35 37	38 40	41 41	合計
実験群	1	3	4	5	4	8	6	5	7	7		50
原理群	1	3	4	5	7	3	7	5	7	7	2	51

実験群 M=28.7 S.D.=8.0  
 原理群 M=28.3 S.D.=7.6  
 検定により平均値は有意の差なし

以上の結果から、知識・理解の面では両群に指導の相異が影響をあたえていないと考えられる。

上の成績を両群とも男女別度数分布表にしたのが表5である。

表5 両群内の男女別の成績

	11 13	14 16	17 19	20 22	23 25	26 28	29 31	32 34	35 37	38 40	41 41	合計
実験群	男		1	2	4	2	2	4	4	2	3	24
	女	1	2	2	1	2	6	2	1	5	4	26
原理群	男		2	2		4		5	5	3	5	26
	女	1	1	2	5	3	3	2		4	2	25

実験群 男 M=28.1 S.D.=6.8  
 女 M=28.4 S.D.=7.2  
 原理群 男 M=30.0 S.D.=7.4  
 女 M=27.5 S.D.=8.4

いずれの群間および男女間においても平均値の有意差は認められない。したがって二種の指導法はそれぞれ男女間でも同じ効果を及ぼしたものと考えられる。

次に二種類の指導が理科の成績上位の生徒において効果にちがいを生ずるか、あるいは逆に下位の生徒に差異があらわれてくるかを判定するために、第一学期に理科の成績の優秀であったもの(5段階法による5・4の成績をとったもの)と理科成績の悪かったもの(2・1)についてそれぞれ実験原理の両群の成績を比較した。(表6)

表6により理科成績上位生徒の実験群・原理群間には理解・知識面での成績に差は認められない。このことは成績下位生徒の両群間にもいえる。ただし理科成績上位生徒は両群とも下位群に



表6 理科成績上位、下位別指導型別の成績

		11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	合計
		13	16	19	22	25	28	31	34	37	40		
理科成績上位	実験群						2	3	2	1	3	7	18
	原理群				1	1	1	4	4	6	6	2	25
理科成績下位	実験群	1	1	3	3	2	2	1		1			14
	原理群	1	3		2	4	1	2			1		14

上位 { 実験群 M=33.5 S.D.=5.6 5%の危険率での  
 { 原理群 M=38.6 S.D.=7.1 Mからの限界±2.9  
 ±2.9  
 下位 { 実験群 M=22.1 S.D.=4.9 ±3.0  
 { 原理群 M=22.9 S.D.=1.2 ±3.5

対して依然好成绩をとっていることは上表からも認められるので指導法がちがってもそれを別の要因で成績は決定されるものであろう。

### 3. 原理の理解と実験能力およびその関連性

実験群と原理群とでいずれがよく原理および実験装作を理解し、なお二つをたがいに関連させて理解しているかについて考察するために、「アルキメデスの原理とはどういうことか」という問題と、他の一つは必要な実験道具を図示し、これを使ってアルキメデスの原理を説明する実験および空気中と水中との物体の重さの差を利用して物体の比重をだす方法があるがその方法を説明させる問題を並べて提出し、それぞれの得点をまとめた。

その結果第一のアルキメデスの原理を記述する問題に正解をした生徒数は

実験群	51名中	32名
原理群	52名中	27名

でこの正解率は両群の間で有意差はない。

また実験操作に関する問題についての正解者についてまとめる

実験群	51名中	19名
原理群	51名中	14名

この場合も両群について正解率に有意差はみとめられない。この事実から実験群において実験操作の面ですぐれ、原理の理解に欠け、逆に原理群で原理の理解はすぐれ実験装作面ではおとるといふことはいえない。

また原理を理解しているものが実験操作において正解をうる関連性があるかを調査するため、無

相関検査をおこなった。その結果は表7、表8である。

表7 実験群の原理と実験との関連実験装作

		正 答	誤 答	計
原理の理解	正 答	14	18	32
	誤 答	5	14	19
	計	19	32	51

$$X^2=0.88$$

表8 原理群の原理と実験との関連実験装作

		正 答	誤 答	計
原理の理解	正 答	11	16	27
	誤 答	3	22	25
	計	14	38	52

$$X^2=4.09$$

表7、表8を比較するに原理群では原理の理解と実験装作との間で関連性がみとめられるが、実験群ではそれが無い。この事実は本研究の表2にあらわれた結果と一見矛盾するように見えるのであるが、表2の結果は全範囲にわたる実際の学習目的の理解を総括したものであり、表7、表8の結果はその中とくにアルキメデスの原理の問題について原理の理解と実験装作との連関理解をとりあげたのであるから、当然分析のねらいはちがっていると考える。このアルキメデスの原理をとりあつた場合、原理先行型で指導したことが原理の理解と実験装作およびこれに関連する比重の問題にまで無理なく一連のものとして生徒は学習したものと考えてよい。

### 4. 総 括

1. 中学一年生に「水」の単元を学習させる場合に各実験を帰納的な考察を進めるようにとりあつて実験先行型の指導をした組と、検証的な目的に実験をとりいれて原理先行型の指導をした組とをつくらせて、学習効果を比較検討した。
2. 各実験の学習目的を理解している程度は実験先行型で指導した群がいちぢるしくすぐれていた。
3. 理解・知識面での学習効果については実験先行

## 各 個 研 究

型と原理先行型の指導との間に差はない。これは各群間の男女別・理科成績上位下位別の比較においても同様な結果となった。

4.アルキメデスの原理の指導一つをとりあげて考えた場合、これを実験先行型で指導しても、原

理先行型で指導しても、原理の理解面や、実験操作の理解面で優劣はない。ただ原理と実験操作と関連させて理解していることは原理先行型で指導した組においてすぐれていた。

(中根)