

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

加藤十八・加藤貞夫・三橋一夫

本紀要第1集から第3集までにおいて、同じ主題で第1報から第14報までの抄録を掲載したが、本集はそれにひきつづき、研究成果を第15報から第19報にまとめて報告する。報告中第15報は日本理科教育学会東海支部第6回大会において三橋が、第16報は全国附属高

等学校教育研究協議会において戸荊が、また第17、第18報は日本理科教育学会第8回大会においてそれぞれ加藤(貞)と中根とが口頭で発表し、第19報は「理科の教育」2月号(1959)に発表したものである。

第15報 理科教材としての花の観察能力について

I 目的

中学校の教材としての花は、中1の「生物はどのように生きているか」、中3の「生物は変化するものだろうか」等の単元に取り上げられているが、生徒にきわめて日常身近な材料で入手することも容易であり、実習で必要とする器材も少なくてすむので、どのような条件の学校でも最も手軽にとり上げられる材料の一つであると考えられる。しかし本校の入学者についての調査では、花の実習を小学校でして来ているものは10.5%にすぎないので、中学校で花の観察を実習として課し、十分な学習効果をあげることが出来れば、大変好都合であると思ひ、その観察能力や興味について調査し、実態を掴み指導上の参考にしていきたいと考えた。

II 調査の方針

本校2、3年生を対象とし、アヤメ、ナデシコ、ツツジ、ハマギクを材料として器具はピンセットと虫めがねを使用させた。調査の方法としては実際の授業形態をどうするかということより、その前段階としての実態調査が私の差し当たっての問題であったので、次のように行った。

- (1) 四つの花のつくり、名称について実習以前にもっている知識を予備調査した。
- (2) 模式図によって花の基本的形態を説明。
- (3) 四つの材料を渡し、前の説明と関連させて自力で観察させ、所定の報告書を作成させる。なおこの時個人で実習する学級と、2人1組のグループ研究の学級とに分けた。

- (4) 報告書を集めてから問答式で教師の説明。
- (5) この実習についての興味、感想等の調査。
- (6) 1週間後、この第1回目の実習についての知識保持を調べるためのテストを行い、さらにもう一度別の花を用いて第2回目の実習をし、新しい花に接した場合、前回の実習がどの位活用、応用されているかを調べた。

III 結果のまとめ

1. 与えられた材料を理解していく過程

- I) 各花についての実習前の生徒の知識を、名称等について尋ね、6点満点で採点したところ、ツツジ(4.7)、ナデシコ(4.2)は大部分が正しく理解しているが、アヤメ(2.9)、ハマギク(0.5)はほとんどわかっていない。
- II) 次に実習中、自力で発見した分が何点にあたるかを見た処、ハマギク(0.6)、ツツジ(0.9)、ナデシコ(1.2)、アヤメ(1.5)で特にハマギクが悪く、生徒が自力で発見していくことは、私が予想した程容易なものではないことがはっきり示された。
- III) 従って最後の教師の説明までわからなかったものがツツジ0.1点分、ナデシコ0.1点分、アヤメ1.9点分、ハマギク4.9点分という結果になり、ハマギクの理解の困難性を示している。

2. 諸 関 連

このような花の観察能力や2回目の実習でのその応用力や知識保持が学業成績、知能指数等との関連をもつかどうかを見るため、第1表のような組合せで二項分布表を使った無相関検定を行った。表中、既知、発

見, 困難性というのは(1)の I) II) III) に相当するものであり, 類似性の発見は 2 回目の実習の際の材料と最初の材料との類似点を考えさせたもので, 系統的な考え方とは, 例えばナタネとヤグルマソウの間に, ツツジを入れるというような見方をするかどうかをみたものである。各組み合わせで, 一方のよいものが他方もよいといえないものは×印, 5%の危険率でこの仮説が棄却できるものには○印, 10%のものには※印をつけてある。

これによると 1 回目の実習では各項目についてほとんど積極的な関連は認められないが, 2 回目の実習に関しては, 知能のよいものが全般に優れた結果をおさめていることがわかる。

3. 花の観察力についての男女差

第 2 表に示すように, 1 回目の実習の際の発見性に関しては男が優るが, 2 回目の実習テストに関しては有意差こそないものが多いがすべてに女子が優っており, 一般の理科の成績が低い本校の女子の状況から考えて特に注目さるべき事だと思う。観察のような静的な仕事が女子に適するのであろうか。又実習態度の着実さ, 花への親しみなどが原因かとも考えられる。

4. 個人研究と協同研究との比較

第 2 表からあきらかな如く, 発見性について協同研究の方が非常によいのは, 話し合いの結果であり, 当然のこととも思われるが, 2 回目の実習の調査に関し

ては有意差のないものが多いが, 数字の上からはすべて個人研究の方がよくなっている。この両クラスは学習成績によって組分けをし, 5 月に行った標準学力テストの理科の成績についても有意差のないクラスなので, これは学習形態の相異に由来する差であると考えられる。これから花の観察等については個人研究の方が発見性は悪いが, 独力で観察するため他に頼らず身につけた知識となり, 協同研究は一見活潑そうであるが, それが表面的な活潑さだけに終る危険性があるのではなかろうか。 (三 橋)

第 1 表

	適応性 診断検査	向性 検査	知能検査		標準学力検査			学年末成績	
			新B 田 中式	名 大 式	国 語	理 科	四科目計	理 科	総 合
既 知	×	×	※	×	×	×	×	×	×
発 見	×	×	×	×	×	※	×	×	※
困難性	×	×	○	○	×	×	×	○	×
類似性の 発見	×	×	※	○	×	×	○	×	×
系統的な 考え方	×	×	○	※	×	×	×	※	※
計(応用)	×	×	○	○	※	×	○	※	×
知識保持	×	×	○	○	×	×	×	×	※

第 2 表

		既 知	発 見	困 難 性	類 似 性 の 発 見	系 統 的 な 考 え 方	計 (応 用)	知 識 保 持
男	M	5.98	2.77	3.39	5.56	1.92	7.48	9.70
	SD	2.91	2.02	1.81	2.18	1.29	2.80	1.34
有 意 差		×	○	×	×	×	×	○
女	M	6.82	1.58	3.60	6.08	2.18	8.26	10.60
	SD	1.78	1.06	1.20	1.15	1.42	2.70	1.20
有 意 差			○		×	×	×	○
協 同 研 究	M		3.98		5.76	1.77	7.55	9.49
	SD		1.86		2.26	1.34	2.81	1.33
有 意 差			○		×	×	×	○
個 人 研 究	M		1.44		5.88	2.30	8.18	10.79
	SD		1.22		1.91	1.38	2.74	1.55

有意差検定については危険率 5% で認められるものを○印で示す。

第16報 高校化学実験における効果的な指導法 発見のための二、三の試み

I はじめに

理科における実験は、その対象とする視象ないしは反応が一つであっても、それを行う方法は実験方法、実験形式の面その他で多種多様であるが、いかなる形式によるのが最も効果的であるかは、従来余り深く検討が加えられていないように思う。

このような効果的な方法を、各対象について分析追求して体系化を行おうとするのが本研究のねらいである。

この場合、実験指導効果の判定基準ひいては実験そのものの目的は非常に重要な前提となる。これについては最終的には印象深い具体的な現象の裏付けをもった確実な基礎理解に基づく応用力、創造性にあることは論をまたないが、当面の第一に重要な点は確実な基礎の理解にあるから、本研究の第一段階における効果判定は、まずある実験に対する生徒の興味の深さと、その印象の持続性、更にこれに基づく正確な基礎知識の理解にしばって考察することにした。

II 研究経過

昨年は化学の学習指導における実物幻灯利用の効果について研究し、セミ・ミクロの現象については生徒

実験よりも遙かに優れた効果をあげうることを確かめたので、本年は更に濾紙による点滴反応、試験管実験、幻灯などの効果を生徒実験、教師実験の両面からみ合わせて比較検討した。

まず5月頃、予備的に「燃焼により物が重くなること」の実験をMgの燃焼前にバランスさせておいた上皿天秤が燃焼させてから載せるとMg側が下ることおよびロウソクの燃焼生成物を固体NaOHに吸収させる装置全体を、ばね秤でつって、ロウソクの燃焼につれて重くなってゆくことの二つの方法で行って見せ、その何れが興味深く感じたか、またその理由は何であるかを高2 A52名について調査した結果、一般によく行われている実験法でも、生徒の興味の上からは相当に大きな開きのあるものがあることが認められたので週期律と化学結合の処で第1表のように実験番号6, 7, 8を配位結合の例として実験させ、また酸化還元に関連して1~5の実験を行わせ、それらに対して、二者択一法による興味調査を行い、あわせて方法の2~3種のうち、最も興味深く感じたものに対する具体的な理由を調査した。なお対象群高2 Bに対しては、幻灯法、試験管法、濾紙法ともに講義実験によって10月中旬に行い、調査も10月中旬末に行った。

第1表 実験群(高2 A)に対する実験調査の時期

実験番号	実験項目	方 法			興味調査	エ ス ト	
		試験管	口 紙	幻 灯		連 想	理 解
1	Cu + H ₂ SO ₄	9 下	—	10上	10上	10中	10中
2	CuSO ₄ + Zn	9 下	—	10上	10上	10中	10中
3	H ₂ SO ₄ + Zu + Cu線	9 下	—	10上	10上	—	—
4	H ₂ SO ₄ + Zn + CuSO ₄	9 下	—	10上	10上	—	—
5	KI + Br ₂	9 下		10上	10上	10中	10中
6	FeCl ₃ + K ₄ [Fe(CN) ₆]	6 下	6 下	7 上	10上	10中	10中
7	FeCl ₃ + KSCN	6 下	6 下	7 上	10上	10中	10中
8	CuSO ₄ + NH ₃ aq	6 下	6 下	7 上	10上	10中	10中

注：表中10上は10月上旬を意味する。

第2表

実験番号	実験群 (H2 A)		対象群 (H2 B)		A Bの比較
	管	幻	管	幻	
1	7	42***	0	51***	***
2	8	41***	5	46***	
3	15	34***	2	49***	***
4	11	38***	2	49***	***
5	9	40***	7	44***	
6	5	44***	5	46***	
7	8	41***	4	47***	
8	6	43***	5	46***	

注：表中***は危険率1%以下を、**, *はそれぞれ5%, 10%以下を示す。

III 結 果

a) 試験管法と実物幻灯法

調査結果は第2表の如くであり、両法とも講義実験で行った対照群については勿論のこと、試験管法を自ら実験している実験群においても幻灯法の方が明らかに優位であることが判る。その理由は次の通りである。

1. 現象が拡大されて目に見えぬ細部までわかる。
2. 色が鮮かで濃淡もはっきりする。
3. 肉眼では見逃すような細部をみることができる。
沈澱ができて又とける。
泡の出方。
色の変わり方。
結晶成長の様子。
反応し烈しくなってゆく様子。
4. 反応の瞬間々々がはっきりわかる。
5. 沈澱か溶液かの区別が明らか。特に一旦できた沈澱がとけるとき。
6. 動きが大きく迫力がある。
7. 透明な色の感じが美しい。

また実験群と対照群の間での差は χ^2 検定で調べたところ、1, 3, 4の実験については両群の間に1%以下の危険率で有意の差が認められた。この傾向は動きの烈しい現象に対して強いように考えられる。その理由は次の通り。

1. 幻灯法は始めてで珍しかった。
2. 幻灯法では現象と講義がマッチして理解し易い。
3. 幻灯でみるまでは化学反応がこんなに面白いものとは思わなかった。
4. 試験管法では不透明なもの色がはっきりわかる。
5. 幻灯の上下逆なのが変な感じがする。
6. 試験管でも同じ様にわかるなら、幻灯を使う必要はない。

b) 濾紙法と実物幻灯法

第3表

実験 番号	実験群(H2A)		対照群(H2B)		ABの 比較
	口	幻	口	幻	
5	16	33**	10	41***	**
6	9	40***	6	45***	
7	17	32**	8	43***	
8	10	39***	7	44***	

調査結果は第3表の如くであり、実験群、対照群ともに幻灯法の方が優位にあることがわかる。然し実験7については、実験群と対照群との間に5%以下の危険率で有意の差が認められ、直接実験している生徒にとっては、講義実験の場合より濾紙法の方を優位とする者が相当増えていることは注目すべきであり、これに対する理由は次の通り。

1. 幻灯もよいが自分自身でできて、結果もはっきりわかる。
2. 白い紙を背景にするので色の変化が明らか。

c) 濾紙法と試験管法

調査結果は第4表の如くであり、対照群においては実験7において5%以下の危険率で濾紙法の優位性が認められるのみであるのに対し、実験群に於ては、実

第4表

実験 番号	実験群(H2A)		対照群(H2B)		ABの 比較
	口	管	口	管	
5	34	15***	28	23	
6	27	22	27	24	
7	35	14***	33	18**	
8	28	21	26	25	

験5, 7について、1%以下の危険率で濾紙法の方が優位であることが判った。未だ資料が少ないのでこれだけの結果から断定的なことは勿論言われないが、少なくとも直接実験する場合には試験管法より濾紙法の方が有利である場合があることは明白で、濾紙法を優位とする下の理由からも青の系統よりも赤の反応がみられるものの方により有利ではないかとの仮説も考えてみたくなる。

1. 変化が鮮かなのが印象的。
2. 手軽に行えて、しかもはっきり結果がわかる。
3. 反応の段階がはっきり残って観察できる。
4. 色や反応の様子の比較が楽にできる。
5. 試験管より、大きくひろがるので見易い。

以上 a)~c) を総合すると、幻灯法はいろいろの面で他の二法に比して優れた点を持っているが、結局はデモンストレーションの一形態にすぎず、生徒が直接手を下して生の体験をするのではない点は充分承知してかからなくてはならない。

また、濾紙法は生徒実験をさせる限りにおいては少量で、短時間に、簡単な操作で行い得て、しかも反応の各段階を固定し比較することが出来る点で、試験管法より遙かに優位にある場合が少くないようである。しかしこれには呈色反応でなければならず、また溶液同志の反応でなければならぬという(一方が気体であってもよいが、少なくとも固体では不可)大きな制約のあることは忘れてはならない。

なお実験群と対照群との4つの実験のどれについても有意の差は認められなかったが、比率の差の検定結果から見ると全く差はないとも言い切れないようにも思われる。また、このデータについては、実験群の方については、実験5以外は夏休前に行った実験経験について10月上旬に調査したものであることも多少は影響していると思われる。

d) 定着とその拠り所

第5表

実験 番号	実験項目	定 着				否
		管	口	幻	計	
1	Cu+H ₂ SO ₄	17	—	25	42	9***
2	CuSO ₄ +Zn	33	—	10	43	8***
5	KI+Br ₂	12	5	16	33	18**
6	FeCl ₃ +K ₄ [Fe(CN) ₆]	18	11	5	34	17**
7	FeCl ₃ +KSCN	18	11	6	35	16***
8	CuSO ₄ NH ₃ aq	16	9	11	36	15***

以上の実験のうち1, 2, 5, 6, 7, 8について10月中旬の第2学期中間テスト直後に実験の項目だけを言葉で書いたものに対し、最初に思い出した実験法の内容を具体的に書かせたものについて、正しいもののみを抽出し(記憶が定着したものと見なす)その拠り所に分けたものが第5表である。各実験について何れも相当な開きがあるから、実験しない場合あるいは講義実験の組と比較したら可成りの有意差が出るように予想される。

此の調査方法自体がまだ一つの試みの域を脱しないので、断定的なことは言われないが、少なくとも試験管法のみであったら遙かに少なかったと思われる記憶定着者がこの程度になっていることは注目してもよいと考えられる。

e) 定着と理解

これも実験群についてのみ10月中旬の第2学期中間テストに、方程式の右辺の完成の問題を出し、その完全に出来たものを調べた結果が第6表であるが、定着

第6表

実験 番号	実験項目	定着○		定着×		相関
		理解○	理解×	理解○	理解×	
1	Cu+H ₂ SO ₄	35	7	1	8	**
2	CuSO ₄ +Zn	37	6	5	3	
5	KI+Br ₂	22	11	6	12	
6	FeCl ₃ +K ₄ [Fe(CN) ₆]	13	21	7	10	
7	FeCl ₃ +KSCN	15	20	6	10	
8	CuSO ₄ +NH ₃ aq	14	22	9	6	

と理解の相関は実験5についてだけ危険率5%以下で考えることが判ったが、その他、特に実験6, 7, 8は実験5と同系統に属するが相関は考えられなかった。これは実験6, 7, 8が第一学期に行ったものであることが影響していると考えられる。

IV 今後の見通し

今後定着を確める連想法テストをより信頼度の高いものにする、また理解の判断の尺度を如何にするかをはっきりさせること、更に理解は単なる理解に終るべきではなく、転移の利く、応用性のある理解でなくてはならぬが、その点の適確な評価方法を考案することなどの問題を解決し、このような方向で研究を進めて行って、高校化学実験の全項目について最も有効な実験法を発見し、さらにそれらを教材体系、実験技術の両面から検討して高校化学の新しい指導体系にまとめ上げたいと考えている。

(戸莉)

第17報 理科実験の基礎的操作の指導

(試験管の使い方)

I はじめに

理科実験指導上、簡単な操作であってもひじょに応用範囲の広い基礎的操作¹⁾に習熟させてないと、思わぬ混乱や、事故発生の原因ともなる。それでこれらの困難点を調べ、その指導の時期・方法などについて考察したいと思い、その手始めとして試験管の使い方をとりあげた。

II 研究の方法

中1を研究の基盤として、中3・高2へも及ぼした。調査時期は昭和33年9月から10月。チェックリストによる観察法を用いた。

第1回調査は硫酸銅溶液にアンモニア水をませあわせる操作で、その結果から約30分間指導した。なお各

B組にはスライド²⁾を併用した。第2回は塩化バリウムに稀硫酸を入れた。

III 研究の結果と考察

1. チェックリストの結果³⁾と考察

①試験管のもち方 口のところをもったり、管全体を手でおおすぎて、試薬の観察に不相当であり、かつ液が指につきやすい。

②試薬びんのもち方 ラベルのところを逆にもったり注意をしないのが多い。

③試験びんのせんの扱い方 せんを机に上においておくの多い。液のついている方を下におくのさえあった。せんを試験管をもっている手でもって要領がわるく危険である。中には試薬びんをもっている手

の方でもつのも出た。せんをこじあげ管の液をこぼした。

- ④試薬をそそぐ位置 下すぎてかえって自分の手の陰となつて液の状態が見えないが多い。また怖がつて手を前に出しすぎ、姿勢の悪いのがあった。
- ⑤試薬のそそぎ方 試験管を立てすぎるため、液が一度に沢山入った。
- ⑥試薬をとった量 意識しないか、そそぐとき呼吸を止めないためか、多くとりすぎる。
- ⑦そそいだあとの処置 忘れるのが多い。
- ⑧試験管のふり方 腕や手ばかり動いて液はまざりあわれないが多い。原因の一つに試験管のもち方が下すぎたり、指が動かないのではないかと思う。

2. 障害となっている原因の考察

中1について次の相関はなかった。すなわち、小学校の基礎操作の経験⁴⁾、標準学力テスト(理・数)、知能、作業、性格、理科学習興味、器具の名称調査⁵⁾などである。また中3、高2も興味と器具を調査したが同様認められなかった。器具は中1⁶⁾が成績よく、興味もある。

3. 指導による効果

びんのもち方、せんの扱い方及び量については30分の指導で効果はあった。スライドによる効果は認められないが、今後利用すべき余地はあると思う。全般的に中1⁷⁾の方が指導による効果は大きい。

Ⅳ ま と め

試験管のふり方の指導が最も困難であった。けれども、その障害となる原因はわからなかった。しかし指導の効果は学年進行にともなつて困難となることがわかった。それで中学の教科書⁸⁾にもっと適正な説明があつてもよいと思う。

今後は、評価の客観化とスライドなどの利用を考えてみたい。
(加藤貞)

- [註] 1) 東京教育大附中 理科における実験観察の最低基準の設定, P.P. 48—69, 1957
 2) 宮崎四郎 薬品の使い方, 1958
 3) (表1) 4) (表3) 5) (表4)
 6) (表5) 7) (表1) 8) (表2)

図1 試験管の使い方(試案)

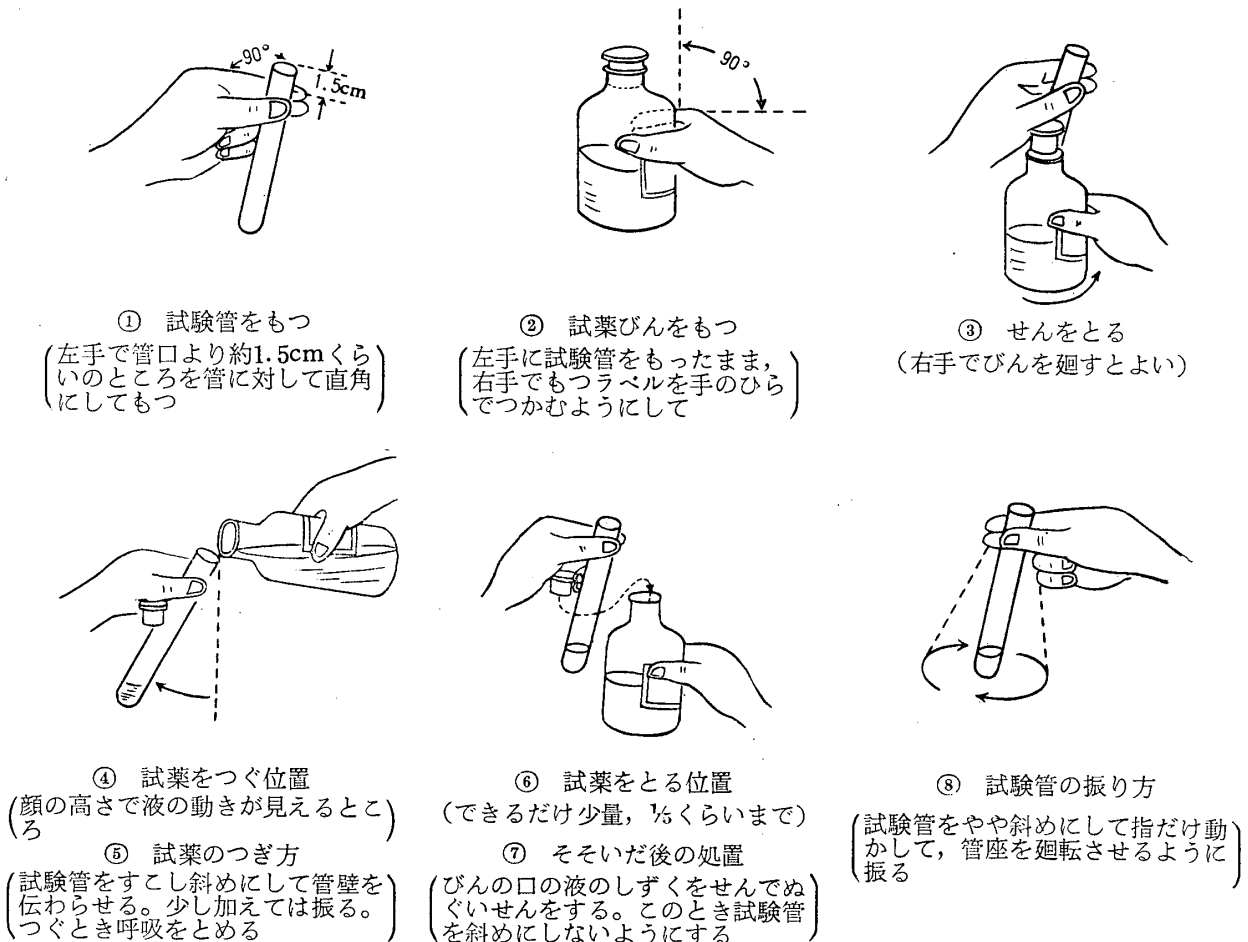


表 1

		“試験管の使い方” チェックリスト誤操作数 (%)					
		学 年		中 1	中 3	高 2	
誤操作回数	調査人員	84	107	91			
	指導前後	前 後	前 後	前 後	前 後		
1	試験管の持ち方	1	3.6	6.5→2.8	11.0→5.5		
		2	4.8→2.2	30.8→12.3	13.4→14.6		
2	試薬びんの持ち方	1	7.1→7.1	13.2→3.8	14.6→11.0		
		2	5.9→4.8	38.3→5.6	12.2→1.1		
3	せんの扱い方	1	11.9→2.2	2.8→3.8	7.7→3.3		
		2	21.9	83.3→2.8	20.9→2.2		
4	試薬をそそぐ位置	1			3.3		
		2			5.5→1.1		
5	試薬のつぎ方	1	7.1→3.6	3.8→5.6	5.5→1.1		
		2	3.6	47.7→6.5	20.9→7.7		
6	試薬をとった量	1	7.1	3.8→5.6	3.3→1.1		
		2	10.1→8.3	74.8→4.7	25.3→9.9		
7	そそいだ後の処置	1	9.5→3.6	0.9→9.4	1.1→11.0		
		2	13.1→13.1	73.8→14.0	74.8→42.8		
8	試験管の振り方	1	25.0→9.5	80.4→64.5	50.6→50.6		
合 格 数			31.0+34.5	0.9+16.8	5.5+15.8		
(%)			(65.5)	(17.7)	(21.3)		

表 2

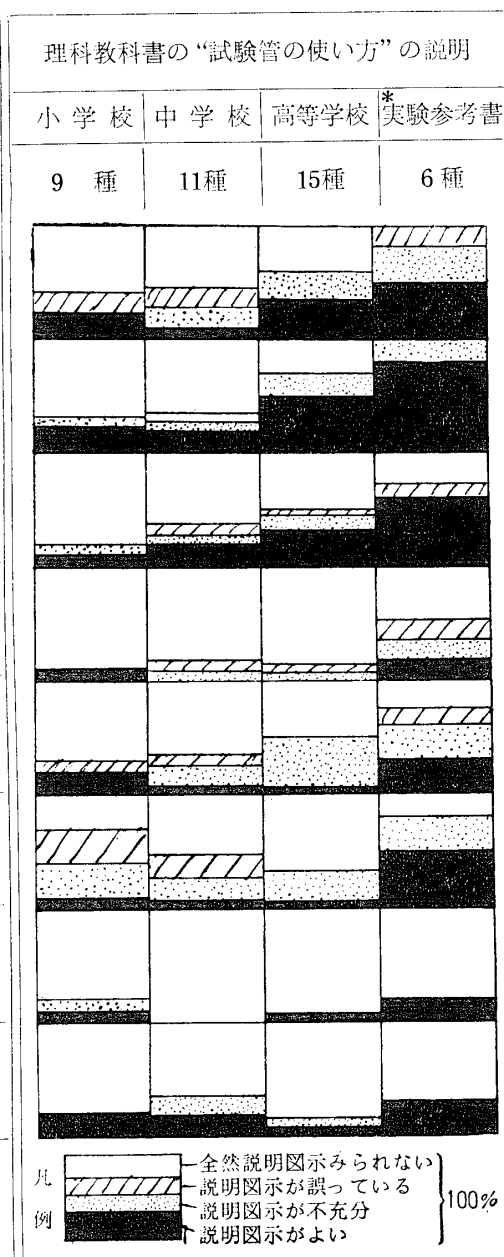


表 3 試験管の使い方

<小学校での経験>

調査段階	中学 1 年 (82名)	計 (%)
手にとってよく使っていた		9.8
手にとって使ったことがある		32.9
先生や他の人のやっているのを見たことがあるだけ		31.7
手にとって使ったことも見たこともない		25.6

*実験参考書

- 木 羽 敏 泰 試験管で出来る実験, 1950
- 文 部 省 理科実験における事故防止, 1954
- 藤 木 源 吾 等 理科実験図説, 1954
- 日本理科教育学会 理科実験・観察指導講座 I, 1955
- 共 立 出 版 化学実験特集 (科学の実験), 1957
- 宮 崎 四 郎 薬品の使い方 (日本光芸), 1958

表4 実験器具の名称調査(誤答数%)

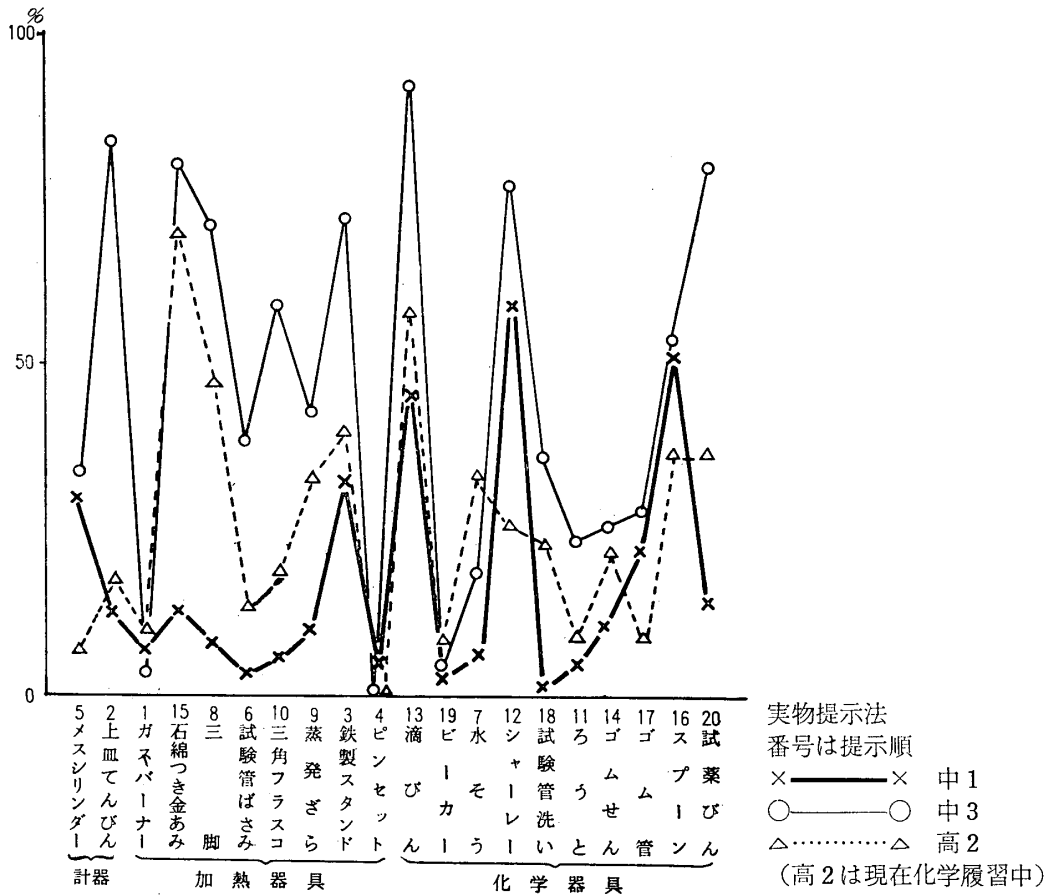


表5 器具の名称の平均・S. D.

	中 1	中 3	高 2
誤答の平均	17.18	10.91	15.26
誤答の標準偏差(S. D.)	1.98	4.36	2.78

第18報 教師実験とグループ実験とにおける原理の理解・

能力・態度の比較

I. 目的と方法

同じ教材をあつかった実験でも、生徒がグループでおこなった場合と、デモンストレーションの形で教師が行った場合とで、個々の生徒が、それらの実験に対する原理の理解・能力・態度などの面で、どのような学習をしたかを比較するために次の実験をおこなった。

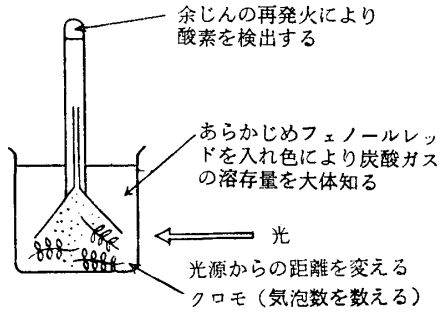
本附属高校1年の理科・生物の指導にあたって、植物の同化作用、呼吸、発酵についての一連の実験を昭和33年9月から10月のはじめにかけて約1月間実習させた。A・B2組のクラスのうち、A組にはグループ実験を、B組には教師実験をおこなった。両組の構成は下記のごとくで、同質とみてよい。

A組 51名(うち男子29) 知能 70.9 中学校理科標準検査値 63.0
B組 54名(うち男子29) 知能 70.6 検査偏差値 62.6

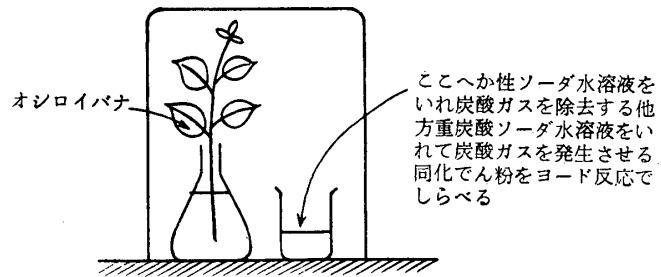
実験としておこなったのは次の4つである。(第1図参照)

- 実験Ⅰ 照度と同化作用との関係
- 実験Ⅱ 炭酸ガスの量と同化作用との関係
- 実験Ⅲ 植物の呼吸の観察
- 実験Ⅳ 酵母菌による発酵の観察

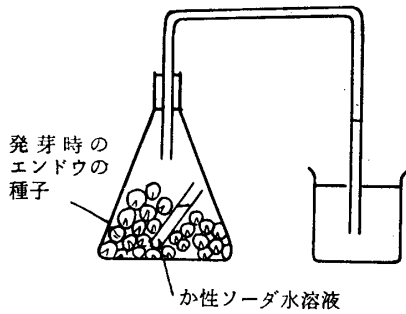
評価の方法は、原理の理解、実験技術の理解などの面についてはペーパーテストにより、実験計画、装置の準備、組み立て、実施、結果の整理などの能力、態度の面については、実際に新たな別の実験を両組とも



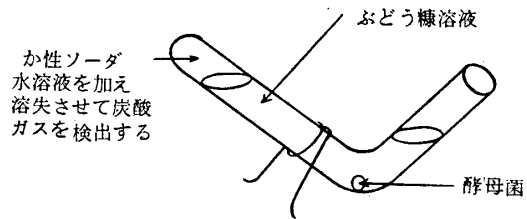
実験 I



実験 II



実験 III



実験 IV

同じ条件におき、全生徒に対し、2名ずつのグループにして行わせ、これに対する教師の観察によりおこなった。この際おこなわせた実験は同化作用と水温との関係を知るものであり、クロモを用い、気泡測定法により、水温を変えていくものであるが、それ以外の方法上の指示は一切行わないで、生徒の行動を記録することにつとめた。

II. 結果と考案

ペーパーテストによる質問は、例えば実験 I についてのべると、1. この実験は植物のどんな作用と、外界のどんな要因との間の関係をしらべようとしたものか。2. この実験によって発生する気体は何であるか。3. 発生する気体の量は外界の要因の変化に対してどのような変化をしたか、という形で質問し、これらの間に完全に正解したものを実験 I について原理の理解ができていとみなした。実験 II から IV までについても同じである。このようにして、両群の正解者数を実験別に表示すると、第 1 表のようになる。

第 1 表

実験	グループ実験群 (A組 51名)	教師実験群 (B組 54名)
I	45	45
II	37	48
III	48	47
IV	45	42

この表によると、両群とも正解者数はいずれの実用についてもほとんど同じで、検定の結果からも、正解率に有意の差はみいだせなかった。

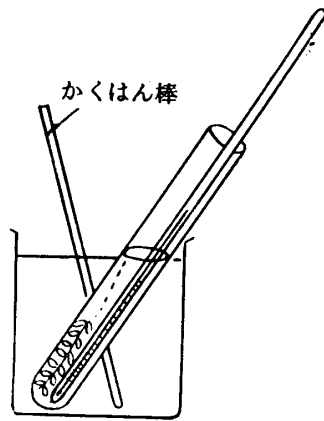
実験技術についての理解および、現象の観察能力についても、ペーパーテストによりおこない、質問項目およびそれに対する正答率を表示したものが第 2 表である。

第 2 表

実験	質問	グループ実験群 (A組 51名)	教師実験群 (B組 54名)
I	a. フェノールレッドをいれるわけ	45	53
	b. 呼吸をふきこんでおくわけ	26	25
	c. フェノールレッドが局部的に変色すること	5	0
	d. 光源からの距離と照度との関係	46	32
II	e. 葉をアルコールで煮るわけ	32	51
	f. アルコールと水との沸点の差	43	30
	g. か性ソーダ・重炭酸ソーダを使うわけ	31	39
III	h. か性ソーダを使うわけ	45	41
	i. 温度を厳密に規正するわけ	24	28
IV	j. 炭酸ガスを検出する方法	49	45

両群の間における概括的な学習効果の差はみうけられないが、質問項目別にみると表中 d と f の項についてはグループ実験群が、e 項については教師実験群が、5%の危険率で有意差をもち正解率が高い。これについての意味づけはここではひかえるが、グループ実験、教師実験のそれぞれに個々の点については特殊な効果があることは考えられる。

実験の計画、準備、装置、組み立て、実施、結果のまとめなどについての能力、態度については、教師の観察によっておこなったが、一応主な観点を実験の装置におき、教師のねらった最もよい装置として、第2図のごとく、ビーカーの水を加熱して、10°C から30°C ぐらいの間で変化させ、試験管の中にクロモの小枝を一つ入れ、温度計をあらかじめ挿入しておく。このような装置をAとした。



これに対し、温度計を試験管の外に出しビーカーの水の温度を測定しているものをB、試験管の中にクロモをいれず、直接、ビーカーの水中に入れ、ビーカーの水を別にわかした熱湯を適当な割合で混入するものをCとした。

またCのような場合熱湯を混入するかわりに直接ビーカーの下から加熱しているものをDとする。CとDとは、クロモの小枝が、水のかくはん、対流などにより移動し、気泡が正確な速度では発生しなくなり、

クロモの生理状態も乱れてくるから、実験方法としては拙劣である。

この実験は2人1組で全員におこなわせたが、これを個人別の頻度表として、4つの方法別に比較したものが第3表ある。

第3表

	Aの方法 でおこなったもの	Bの方法 でおこなったもの	Cの方法 でおこなったもの	Dの方法 でおこなったもの	計
グループ実験群 (A組 51名)	6	26	12	7	51
教師実験群 (B組 54名)	0	20	19	15	54
計	6	46	31	22	105

上表において無相関検定の結果、危険率5%で両群の間の各実験方法に属する人員の比率に有意差をみとめることができる。すなわち、グループ実験によって前のIからIVまでの実験をおこなって来た群は新しい実験に対して経験を転移させ、活用する能力ができていると考えられる。

Ⅲ. 結 び

おなじ教材をグループ実験で生徒が直接行った場合と、教師実験として生徒はそれを観察していたのみの場合とでは、実験による原理の理解、実験技術の知識については、差はない。ただ、技術の知識について特定の事項については、それぞれの群に特徴が全くないわけではないが、意味づけをする段階までは行かない。生徒が直接実験をおこなっていた群が全般的に、新しい一つの、しかも、関連性の大きい実験に対する実施の技術には若干の優位はみとめられた。(中根)

第19報 実験結果のまとめ方

(板書による法)

I. ま え が き

実験結果をまとめるのに従来は報告書¹⁾形式があるが、多忙な中で評価指導していくことは大変な労力がある。そればかりでなく、実験指導の目的からは時機を失することが多い。それで、労少なく実験を結果だけでなく、早期に誤りを発見でき実験態度などの指導が容易である方法はないかと試みたものである。

Ⅱ. 方 法

討論方式のバズメソッドを実験指導に応用したもの

である。すなわち板書した実験結果の要点を中心に生徒のグループ活動を惹起し、実験経過及び結果をその都度板書させることによって、教師はグループの活動状態を知り、個別的な重点指導をし、おわりには結果の集計比較などによって方法・態度を反省しつつまとめるものである。

1. 実験の基礎的操作の指導に

(表1)及び(表3)はグループ毎、(表2)、(表4)は板書しておく。グループ毎の平均を黒板にまとめる。

例1 試験管に液をとる操作2)

(表1)

1 班	堀田	菊地	加納	杉浦	内藤	平均
第1回	cc					
第2回						

(表2)

班	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
第1回										
第2回										

例2 上皿天秤で物をはかる操作

(表3)

8 班	5円硬貨	10円硬貨	ゴムせん
大 西			
高 橋			
遠 藤			
村 上			
竹 川			
平 均			

(表4)

班	5 円	10 円	ゴムせん
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
平 均			

2. 実験の進み具合を知るに

(表5)はプリントして生徒に与え、(表6)は板書しておく。

例3 水をしらべる実験

(表5)

採水場所	水道の水	井戸の水	川の水	海の水	どぶ水
しらべるもの					
にごりや色					
におい					
中性かどうか					
食塩分					

(表6) できたら○印

班	計 画	器具薬品	水をとる	実 験
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

3. 実験値を他のグループと比較するに

例4 アルキメデスの原理を知る実験

(表7)

班	小石の空気中の重さ (Ag)	その小石の水中での重さ (Bg)	あふれた水の体積 (Ccc)	$\frac{A-B}{C}$ (g/cc)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
			平均	

4. 実験結果を総合して判定するに

全グループの結果を総合して、慎重に判断させる。

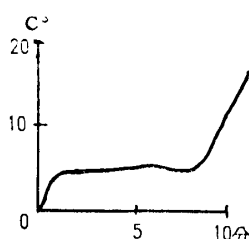
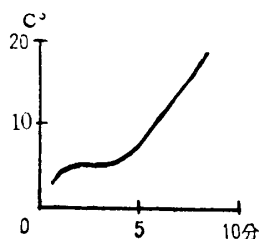
例5 酸性、アルカリ性をしらべる実験

(表8)

班	せっけん水	さく酸	石かい水	アールコール	食塩水
1	青にかわる				
2	青				
3	うす青になった				
判定	アルカリ性				

5 観察の要点を短い文でまとめるに

定性的な結果のまとめに用いる。



例6 酸素の実験

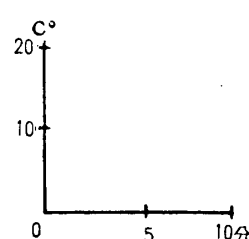
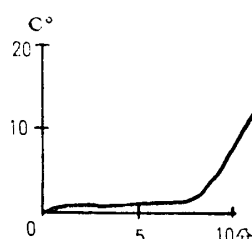
(表9)

班	酸素が集気びんにとれたら○印	火のついた炭を入れたら○印	イオウのときは	鉄線のは
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

6 グラフ化した実験結果の場合に

大体の結果を見るために。

例7 氷のゆう解の実験 (下図参照)



7 全グループが分担し、短時間にまとめるに

溶解度のような実験によい。

Ⅲ 考 察

1. 実験結果の比較・反省 結果が出ると同時に他グループと比較でき、自信を深め³⁾たり、やりなおしを試みる動機ともなる。また慎重に判断⁴⁾する態度も養われると思う。しかし、無意味なまね⁵⁾をしないように指導する必要がある。
2. 個別指導 実験指導は実験そのものの動きの中にとらえねばならない。その意味では実験進行と結果が記録されるので、重点的な指導が可能となるし、また誤りの早期発見もできる。それで、生徒を真剣⁶⁾に実験させることができる。
3. 労 力 なんとしても、簡便に実行できることである。実験の要所を事前によく見極めておく必要はもちろんであるが、臨機応変に処置が可能である。すなわち器具の少いとき、時間的余裕のない時⁷⁾でもやりようによって実験・実証ができる。

Ⅳ あとがき

板書による実験結果のまとめは、実験そのものの指導に即効性を強調するもので、この点では報告書 ※

※ 形式とは本質的な差異があるのではなかろうか。であるから報告書の指導は別の方面で考える必要はあると思っている。(加藤貞)

[註]

- 1) 筆者「実験ノートの作成」理科の教育 1953
- 2) 本誌P. P. 52~55実験指導の基礎研究 第17報
- 3) 生徒の感想 1
- 4) §2 4)
- 5) 生徒の感想 9
- 6) " 3
- 7) §2 7)

生徒の感想

(調査対象中学1年、人員89名)

() 内は実数を示す。

○長所として

1. ほかのグループの結果と比較でき、自信や反省ができる。(38)
2. いままま(板書の方法)でよい。(14)
3. なまけないで、いっしょうけんめいに行ける。(6)
4. 結果のまとめがおぼえやすい。(4)
5. 全体の平均がわかるのでよい。(3)

中学校・高等学校における理科実験指導の基礎研究

6. 実験にまとまりがつく。(2)
7. どのくらい実験が進んでいるのかわかる。(1)
8. 簡単で、めんどうでない。(1)

○短所として

9. 他のグループの結果をまねやすい。(17)
10. 競走となってゆっくり落ち着いて実験できない。
(4)

○要望意見として

11. もう少し、くわしくかくようにする。(0)
12. グループごと紙にかいて出す。(9)
13. グループごと口頭発表する。(4)
14. 一斉に黒板に記入する。(4)
15. 黒板に書く人を交代にしてほしい。(2)