

教材・教具の使用過程が学習効果に及ぼす影響について

—電気そうじ機の実験授業成績—

盛政 貞人・久我 俊子

The Influence of the Process of Using Teaching Materials and Tools on the Effectiveness in Learning

—The Results of the Experimental Lesson in Which the Electric Cleaner Was Used—

Sadato MORIMASA, Toshiko KUGA,

Abstract : Purpose ; As one of the series of researches on the influence exerted by the process of using teaching materials and tools on the effectiveness of learning, we intended, with the electric cleaner as the subject for the experimental lesson, to inquire into (1) the difference in the influence exercised by the textbook (T) and the object (O) respectively on the effectiveness of learning, and (2) the influence shown on the results of learning by the use of the minilyzer (ML) for testing (as the answerchecker), with a view to acquiring some previous knowledge for the use of the ML as a teaching materials, or as a tool for educational research.

Method ; The four different kinds of experimental lessons such as shown below were done at the Junior High School attached to the Faculty of Education, Shimane University (E : Evaluation).

The process of using teaching materials and tools	The learners
(a) T. E.	22 girls of 3rd Year, Class I
(b) O. E.	20 girls of 3rd Year, Class II
(c) T. ML. E.	21 girls of 3rd Year, Class III
(d) O. ML. E.	21 girls of 3rd Year, Class IV

Results ; The important results are as follows :

1. The difference in the influence of the textbook and the object on the effectiveness of learning lies in that (a) in the learning from the textbook the learner tends to exactly memorize the words as contents of the learning, and (b) in the learning through the object, she has the tendency to grasp the contents of the learning concretely and substantially, or as a whole.

2. When the minilyzer is used for testing, (a) the results obtained were such as would be followed by the increase of the learner's memorizing achievement shown in her

answers, and (b) this results showed that it had less correlation with the learner's intelligent quotient than in the case of memorizing achievement in learning.

I 目 的

教材・教具の使用過程が学習効果に及ぼす影響に関する一連の研究の1つとして、このたびの研究では、電気そうじ機を題材にとって、(1)教科書(T)と実物教材(O)との学習効果に及ぼす影響の差異を追究するとともに、(2)ミニライザー(ML)のテスト用(アンサーチェッカー)としての使用が学習効果に及ぼす影響など、そのML(ミニライザー、MINILYZERは、または、簡易レスポンス・アナライザーとも呼ばれ、ミニマム・エッセンシャルの機能をもつレスポンス・アナライザーであると説明されている)を教具あるいは教育研究用機器として使用するにあたっての予備的な知識を得ることを目的とした。

II 方 法

鳥根大学教育学部附属中学校において、授業を久我俊子が担当し、題材に電気そうじ機をとりあげ、つぎのような4種の組の実験授業を行なった。

教材・教具 の使用過程	学 習 者
(a) T・E	…女子3年1組, 22名
(b) O・E	… “ 2 “, 20名
(c) T・ML・E	… “ 3 “, 21名
(d) O・ML・E	… “ 4 “, 21名

すなわち、(a)のT・Eの組(1組)では、教科書(T)による授業の後に、ペーパーテストによる評価(E)を行なった。(b)のO・Eの組(2組)では、実物教材(O)による授業の後にEを行なった。(c)のT・ML・Eの組(3組)では、TとEとの間にミニライザー(ML)によるテストを挟んだ。(d)のO・ML・Eの組(4組)では、OとEとの間にMLによるテストを挟んだ。

実物教材による授業においては、教科書による授業内容に準じて、第1表に示したような説明を加えるとともに、観察を行なわせた。

また、MLによってテストを行なった項目は、第3表および第4表に示したように、ファン、集じん部、およびリモコンスイッチの名称、ならびに、モーターのW数、ファンの回転数、機内の風速の6項目であった。

なお、生徒の知能偏差値(S.S.)の平均は、T・Eの組(1組)が62.09、O・Eの組(2組)が59.53、T・ML・Eの組(3組)が60.48、O・ML・Eの組(4組)が60.14であった。

第1表 電気そうじ機についての実物教材による教授内容

a. しくみ

〔説明〕電気そうじ機は本体（機体）とホースとすいこみ口からなっており、本体の内部にはモーターとファン（羽根車）と集じん部がおさまっている。

集じん部には普通、集じん袋（通気性がよく捕じん率の高い布）がとりつけてある。

ホースのさきにはリモコンスイッチがついている。

付属すいこみ口には使用目的によって種々のものがある。

〔観察〕大まかなしくみのほかに、ファンの羽根の状態、集じん部のしくみ、リモコンスイッチのしくみ、付属すいこみ口の種類などについても観察させる。

b. 働 き

〔説明〕モーター（普通300～400W）でファンを回転（1分間約10,000回）させると、すいこみ口からはき出し口に向けての空気の流れ（風速20～40m）が起る。このとき、すいこみ口の近くのごみがいっしょにすいこまれるが、そのごみは集じん袋にたまり、空気は通過してはき出し口から出る。

〔観察〕スイッチを入れて、空気の流れや、はき出される空気があたたまることや、集じんの状況などについて観察させる。

III 成績および考察

A. 教科書による学習と実物による学習とが学習効果に及ぼす影響の差異

1. ペーパーテストによる評価

$T \cdot \dot{E}$, $O \cdot \dot{E}$, $T \cdot ML \cdot \dot{E}$, および $O \cdot ML \cdot \dot{E}$ の組の、それぞれの \dot{E} の段階において、つぎの質問、

〔問： 電気そうじ機のしくみを答えなさい。〕

によるペーパーテストを行なって、得られた答の内容——記憶内容の構造——は、第2表に示したようであった。

第2表 教材・教具の使用過程が生徒の記憶内容の構造に及ぼす影響

記憶構造 教材・教具	本 体			モーター		フ ァ ン			集			
	本 体	機 体	円 と う 形 の もの	モ ー タ ー	電 動 機	フ ァ ン	特 殊 フ ァ ン	フ ァ ン 水 車 状 の 特 殊	集 じん 部	集 じん そ う	吸 じん 体	風 じん 部
T・E, 22名	19	—	—	18	2	14	5	—	2	—	1	1
O・E, 20	17	1	—	16	1	5	14	1	12	1	—	—
T・ML・E, 21	14	—	—	20	1	15	5	—	4	—	—	—
O・ML・E, 21	12	—	1	18	1	10	8	1	9	—	—	—

記憶構造 教材・教具	し口	ス イ ッ チ					ホ ー ス				すいこ	
	後 の ぬ け 口	ス イ ツ チ	リ モ コ ン ス イ ツ チ	リ ス イ ツ チ リ モ コ ン ト ロ ー	リ ロ ー ル リ モ コ ン ト ロ ー	リ モ コ ン	ホ ー ス	吸 込 み ホ ー ス	吸 入 ホ ー ス	自 由 に 曲 げ る こ と の で き る ホ ー ス	す い こ み 口	す い こ み 口 (各 種 の もの)
T・E, 22名	—	3	6	1	—	—	12	6	1	—	15	1
O・E, 20	—	—	2	5	1	1	14	—	—	—	6	8
T・ML・E, 21	—	—	12	2	—	1	16	—	—	—	—	12
O・ML・E, 21	1	3	4	1	9	1	11	—	—	1	4	7

注：Eの上の・印は、その段階の評価であることを示す。

目立つこととして、つぎのようなことが認められる。

a. T・Eの組およびT・ML・Eの組で、「リモンコンスイッチ」の言葉を正確に記憶しているものが多かった。すなわち、教科書による学習では、言葉を正確に記憶する傾向がみられた。

b. O・ML・Eの組で、「リモコンスイッチ」のことを「リモコントロール」と答えたものが多かった。すなわち、実物教材による学習では、言葉を不正確に記憶する傾向がみられた。

c. O・Eの組およびO・ML・Eの組で、「ファン」を「水車状のファン」と、また、O・ML・Eの組で、「ホース」を「自由に曲げることのできるホース」、「本体」のことを「円とろ形のもの」と答えたものがあつた。すなわち、実物による学習では具象的・実態的に把握する傾向がみられる。

d. O・Eの組では、「集じん袋」のことを、「集じん袋（通気性のある布や紙）」と答えたものが多く、また、O・ML・Eの組で、「集じん袋（通気性のある布）」と答えたものが多かったように、実物による学習においては、集じん袋の材料についてまで、実体的に把握するもの

—電気そうじ機の実験授業の成績— [問：電気そうじ機のしくみを答えなさい]

じ ん 部											は き 出							
集じん袋	性のよいもの(通気)	集じん袋(通気)	性の強いもの(通気)	集じん袋(通気)	紙のある布や	性の強いもの(通気)	集じん袋(通気)	集じん袋(吸い)	の(風)	通じやすいもの(風)	袋	袋(通気性のよいもの)	ごみをためる袋	吸じん袋	はき出し口	排気口	はいせつ口	後部の口
8	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	2	1	1	—
11	2	—	4	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1
19	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	2	—	—	5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	—	—	—

み 口			(付属品) コ ー ド						図 示
すいこみ	すいこみ入口	吸入口	集じん口	付属品	コード	自動的にしにえ	のびる限界を示す線のついたコード	コード	
—	1	2	—	—	—	—	—	—	2
1	—	—	1	—	5	1	1	1	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	2	—	—	—	—

が多い傾向がみられた。

e. O・Eの組で、「はき出し口」を「後部の口」と、また、O・ML・Eの組で、「はき出し口」を「後のぬけ口」と答えたものがあつたように、実物による学習では、具象的・構造的に把握する傾向がみられた。

f. O・Eの組およびO・ML・Eの組では、授業で説明を加えなかつた「コード」のこゝについて答えているものがあるように、実物による学習では、全体的に把握する傾向があることがみられた。

g. O・Eの組で、「コードのことを「のびる限界を示す線のついたコード」, 「自動的にしまえるコード」などと答えたものがあつた。すなわち、実物による学習では、直観によって、機構的・機能的に把握する傾向がみられた。

2. ミニライザーによる評価——実物照合式——

T・ML・Eの組では教科書による授業のあと (T・ML・E) で実物を見せて、O・ML・E

の組では実物による授業のあと (O・ML・E) で実物を見せて、ともにMLの使用によって名称を答えさせた成績、すなわち、実物照合式の評価成績は第3表に示したようであった。

第3表 教科書による学習と実物による学習とが実物照合に及ぼす差異

——電気そうじ機の実験授業成績〔ミニライザー (ML) の使用による評価〕——

組	成績	名称		
		ファン	集じん部	リモコンスイッチ
T・ML・E	正答率	38%	30%	100%
	誤答率	62	70	0
O・ML・E	正答率	95	95	100
	誤答率	5	5	0

注：MLの上の・印は、その段階の評価であることを示す。

この成績によれば、教科書による学習の場合には、ファンや集じん部の正答率が38%あるいは30%と非常に低かった。すなわち、教科書による説明や図示で得られた知識は、必ずしも実物の照合ができるまでに達していない場合が多いことを示すものと思われる。

B. ミニライザーの使用が学習効果に及ぼす影響

1. 選択式のテストによる評価

第4表 a の質問事項、すなわち、モーターのW数、ファンの回転数、および機内の風速に関して、それぞれ、与えられた数値のうち、正しいもの（モーターのW数は b を、ファンの回転

第4表 ミニライザーの使用が記憶の定着に及ぼす影響

——電気そうじ機の実験授業成績——

a. 質問 (選択式)

モーターのW数	<ul style="list-style-type: none"> a. 100~200W b. 300~400 c. 500~600
ファンの回転数	<ul style="list-style-type: none"> a. 10,000回 b. 20,000 c. 30,000
機内の風速	<ul style="list-style-type: none"> a. 10~20m b. 20~40 c. 50~60

b. 成績

組	事 項	モーターのW数		ファンの回転数		機 内 の 風 速	
		正 答 (%)	誤 答 (%)	正 答 (%)	誤 答 (%)	正 答 (%)	誤 答 (%)
T · E, 22名		21 (95.5)	1 (4.5)	22 (100)	0 (0)	16 (72.7)	6 (27.3)
O · E, 20		20 (100)	0 (0)	20 (100)	0 (0)	18 (90.0)	2 (10.0)
T · ML · E, 21	ML	(92)	(8)	(100)	(0)	(92)	(8)
	E	20 (95.2)	1 (4.8)	21 (100)	0 (0)	21 (100)	0 (0)
O · ML · E, 21	ML	(100)	(0)	(100)	(0)	(100)	(0)
	E	20 (95.2)	1 (4.8)	21 (100)	0 (0)	21 (100)	0 (0)

数は a を、機内の風速は b を、それぞれ、正答とした) を、筆答による場合 (E) は O で囲ませ、ML による場合はボタンで押させて、得られた成績は第 4 表 b のようであった。

これによると、T・ML・E の組の「モーターの W 数」についての正答率が、ML の使用段階の評価では 92% であったものが、筆答を行なった段階の評価 (E) では 95.2% と上り、また、同じく、T・ML・E の組の「機内の風速」についての正答率が、ML の使用段階の評価では 92% であったものが、E の評価では 100% に上っているように、さらに、「機内の風速」についての E の評価による正答率が、ML を使用しなかった T・E の組が 72.7%、O・E の組が 90% であったのに比べて、ML を使用した T・ML・E の組、O・ML・E の組、ともに、100% に上っている。すなわち、ML のテスト用としての使用には、記憶の定着をよくする傾向が認められた。

ただし、O・ML・E の組で、「モーターの W 数」についての正答率が、ML の使用段階の評価で 100% であったものが、そのあとで行なった E の評価で 95.2% に下がっていることは、ML の使用による回答には幾分か真の記憶でないものが含まれる可能性があることを示すもののように思われる。

2. 記述式のテストによる評価

a. 質 問

T・E、O・E、T・ML・E、および O・ML・E の組の、それぞれの E の段階において、つぎの質問、

〔問： 電気そうじ機の動きを答えなさい。〕

を行なった。すなわち、記述式のテストを行なった。

b. 評価基準——答の要素解析とその配点——

MLの使用が学習結果に及ぼす影響を追究するためには、とくに、精密で、客観的な評価基準を設定することが必要であろう。このような観点に立って、第5表に示したように、答を要素に解析するとともに、その各要素に配点して、つぎのような評価基準をつくった。

第5表 評価基準（回答の要素解析と、その配点）

——電気そうじ機の実験授業——

a	(要素) [10点 (配点)]	モーターで、
b	(10点)	ファンを回転し、
		<u>すいこみ口からはき出し口に向けての空気の流れ(風)をおこす、</u>
c	(30点)
	c' (20点)
	c'' (20点)
		c''' (10点)
		<u>すいこみ口から、ごみがすいこまれ、</u>
d	(20点)
		d' (10点)
		<u>ごみは集じん袋(集じん部)にたまり、</u>
e	(10点)
	e' (5点)	e'' (5点)
		<u>空気ははき出し口から出る</u>
f	(20点)
	f' (10点)

このような評価基準は、評価に精密性や客観性を与えるばかりでなく、ひいては、信頼性や解釈容易性、採点容易性などを与えるであろう。

今後、答をこのような要素に解析して評価する方法を要素数法 (factor-counting method)、さらに、この解析された要素に配点した基準によって評価する方法を要素・点数法 (factor-and-point-counting method) と呼ぶこととする。

C. 評 価

(1) 要素法による評価

回答あるいは記憶内容を要素構造によってあらわすと、第6表に示したようである。

第 6 表 教材・教具の使用過程が生徒の記憶内容の構造に及ぼす影響

—電気そうじ機の実験授業の成績（答の要素解析）— [問：電気そうじ機の働きを答えなさい]

教材・教具	記憶構造 (要素)												
	a b c c' c'' c''' d d' e e' e'' f f'	a b c	a b c	a b c	a b c'' c''' d e f	a b c''' d e f	a b c''' d e f	a b c''' d' e f	a b c''' d' e f	a b c''' d' e' f	a b c c'' d e e'	a b c'' d e	a b c''' d e
T・E, 22名	—	—	—	1	1	—	1	3	—	—	—	—	—
O・E, 20	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	1	2	—
T・ML・E, 21	—	1	1	—	—	2	1	2	—	—	—	1	—
O・ML・E, 21	—	1	—	—	—	1	1	4	1	—	—	3	—

教材・教具	記憶構造 (要素)											
	a b c''' d' e''	a b c''' d' e	a b c''' e f'	a b d e f	a b d' e f	a b d' e f'	a c''' d' e f	a c''' d' e f'	b c''' d e f	b c''' d' e f'	a b c''' d'	a b c''' d
T・E, 22名	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
O・E, 20	1	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
T・ML・E, 21	—	2	—	1	1	1	—	—	—	—	4	1
O・ML・E, 21	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1

教材・教具	記憶構造 (要素)	a	a	a	a	a	b	b					a	
		b	b	b										b
		c								c''				
		c'												
		c''												
		c'''	c'''			c'''		c'''			c'''	c'''	c'''	c'''
		d				d				d				
		d'		d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'
		e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
		e'								e'				e'
		e''												
		f									f			
		f'				f'		f'	f'	f'	f'	f'	f'	f'
T・E, 22名	—	1	—	1	1	—	—	1	1	1	1	—		
O・E, 20	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—		
T・ML・E, 21	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
O・ML・E, 21	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	1		

教材・教具	記憶構造 (要素)	a	a	a	a	b	b			a			
		b	b					c					
				c'''			c'''						
		d			d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'		d'
		d'	d'		d'	d'	d'	d'	d'	d'	d'		d'
		e	e		e	e	e	e	e	e	e		e
		e'										e'	
		T・E, 22名	1	3	—	—	—	—	—	—	1	1	1
O・E, 20	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	
T・ML・E, 21	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	
O・ML・E, 21	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	

さらに、この表の成績を要素数によってとりまとめると、第7表のようになる。

第7表 回答の解析要素数の比較

—電気そうじ機の実験授業成績—

教材・教具 解析要素	T・E, 22名	O・E, 20名	T・ML・E, 21名	O・ML・E, 21名	計
a	16	14	20	14	64
b	12	16	19	18	65
c	0	3	2	2	7
c'	0	0	0	0	0
c''	2	1	0	0	3
c'''	14	13	14	17	58
d	5	5	7	7	24
d'	15	13	15	13	56
e	13	17	16	17	63
e'	3	0	0	1	4
e''	0	1	0	0	1
f	5	1	4	4	14
f'	8	2	6	7	23
計	93	86	103	100	382
1人当り平均 (%)	4.23 (100)	4.30 (100)	4.90 (115.8)	4.76 (110.7)	4.55

これによると、回答要素数の1人当り平均が、教科書(T)による学習のあと、ただちにペーパーテスト(E)を行なったT・Eの組では4.23であったのに対して、TとEとの間において、MLを使用して、学習の一部である第3表(ファン、集じん部、リモコンスイッチなどの名称)、および第4表(モーターのW数、ファンの回転数、機内の風速)に揚げた事項についての質問を行なったT・ML・Eの組では4.90であった。これを指数で示すと、前者が100に対し後者が115.8で、後者の成績が約16%良く、また、同様にして、回答要素数の1人当り平均が、実物(O)による学習のあと、ただちにEを行なったO・Eの組が4.30であったのに対して、T・ML・Eの場合と同様のMLの使用による質問を挟んで行なったO・ML・Eの組では4.76であった。これを指数で示すと、前者が100に対し後者が110.7で、後者の成績が約11%良かった(ただし、MLの使用が回答成績を良好にする程度は、授業中のMLの使用の程度によって異なるであろう)。

このように、教科書による学習の場合、実物による学習の場合、ともに、それらの学習中に、MLを答のチェック、すなわち、記憶の状況を調べることに使用した組が成績が良かった。

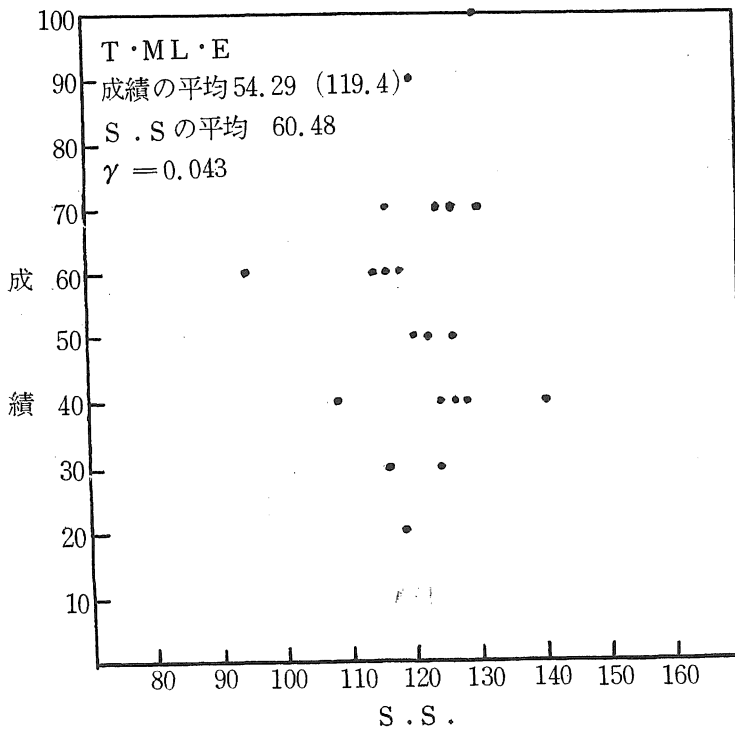
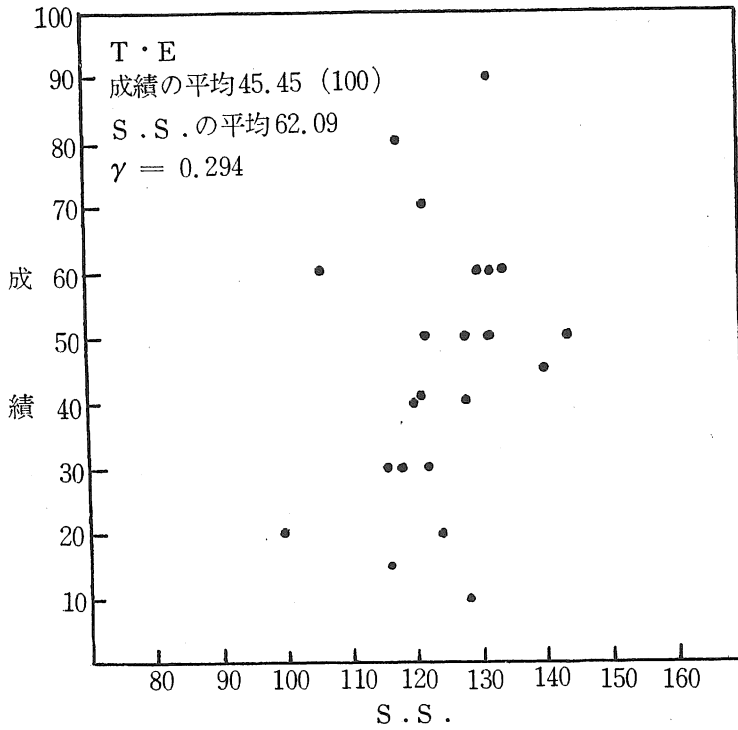
このことは、MLの使用が記憶の定着作用をもっていることを示すものと思われる。

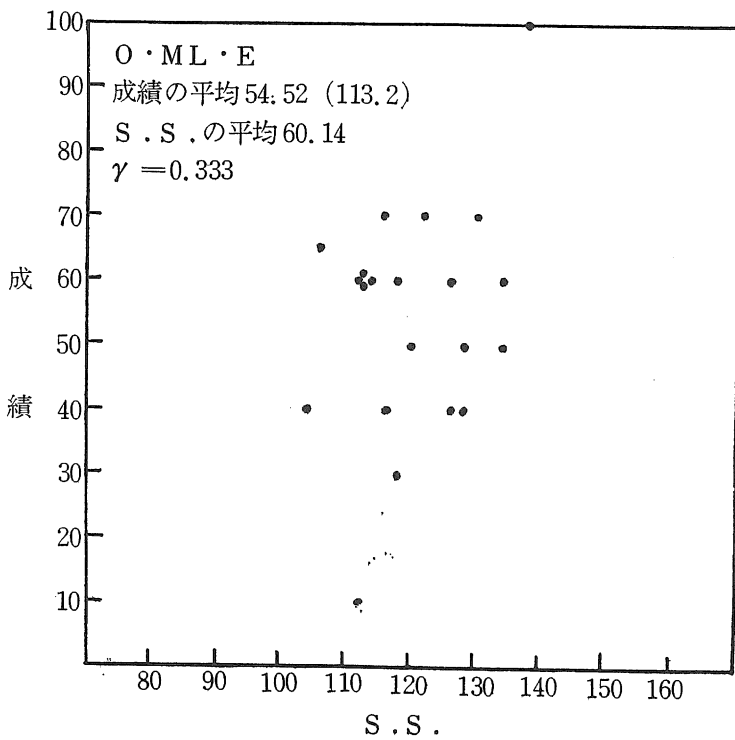
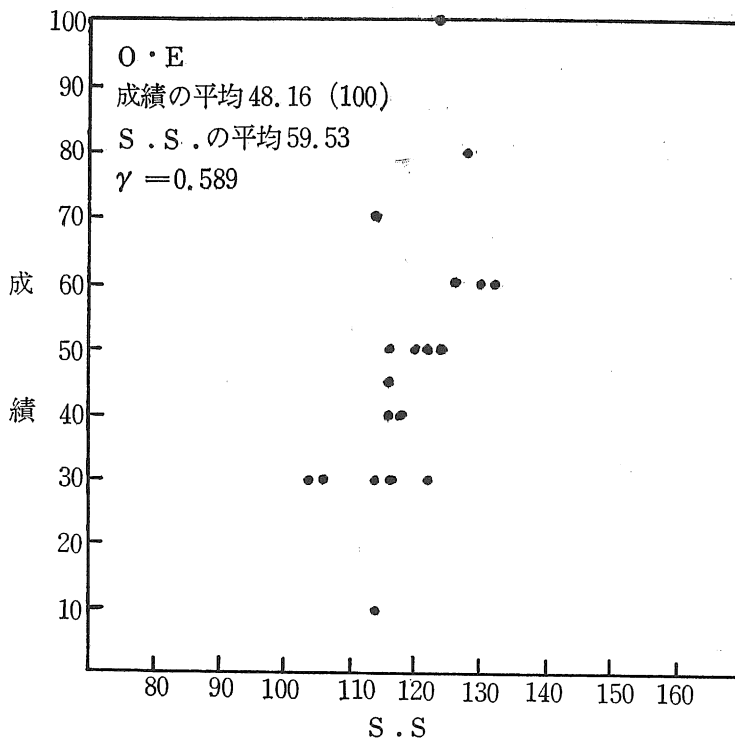
(2) 要素・点数法による評価

要素・点数法によって得られた成績、ならびに、この成績と京大NX9-15知能検査による知能偏差値(S.S.)との相関は、第1図に示したようである。

第1図 要素・点数法による成績，ならびに，それと知能偏差値（S.S.）との相関

〔問：電気そうじ機の働き〕





すなわち、成績の平均は、T・Eの組が45.45（指数100）、T・ML・Eの組が54.29（119.4）、O・Eの組が48.16（100）、O・ML・Eの組が54.52（113.2）で、教科書（T）による学習の場合、実物（O）による学習の場合、ともに、MLの使用を挟んだ組が成績がよかった。すなわち、要素数法による評価の場合と同様に、MLの使用が記憶の定着作用をもつことを示すものと思われる。

今後、これを仮りに、MLの記憶定着効果と呼ぶこととする。

（3）要素・点数法による成績と知能偏差値との相関

要素・点数法による成績と知能偏差値（S.S.）との相関を検討してみると、その相関係数の平均が、T・Eの組は $\gamma = 0.294$ 、T・ML・Eの組は $\gamma = 0.043$ 、O・Eの組は $\gamma = 0.589$ 、O・ML・Eの組は $\gamma = 0.333$ であった。すなわち、教科書（T）による学習の場合、実物（O）による学習の場合、ともに、MLの使用を挟んだ組の相関係数が、その使用を挟まない組に比べて小であった。

このことは、Tによる学習だけ、あるいは、Oによる学習だけの場合には、その成績は、比較的知能に相関が強く、一方、それにMLの使用を加えた場合の、成績の上昇、あるいはMLの記憶定着効果は比較的知能との相関が弱くあらわれることを示すものようである。