

技術科の種々の評価法と、その適用例

盛 政 貞 人*

Sadato MORIMASA

Several Kinds of Evaluations in Industrial Arts Education And Their Applications

Abstract: In order to inquire into, and grasp, the relationship between the given conditions and their results in various kinds of experimental lessons, it is necessary to have some reasonable and efficient methods of their analysis and evaluation which are corresponded to them. In this paper, I would like to make a report of the methods of analysis and evaluation used in our experimental lessons: some of them were developed by the present writer himself from the viewpoint stated above, and applied in the experimental lessons, and others were those methods of evaluation which this writer picked up from among the methods that had been used previously, and that he found of especial significance in our application of them in the experimental lessons. The following are the methods used in our experimental lessons:

- (1) The learning-element-checking method, and the answer-element-analysis method—the methods of evaluation of the essay-type tests.
- (2) The substance-against-language-checking method, and the language-against-substance-checking method.
- (3) The product-evaluation method based on the concept of technology.
- (4) The actual-skill-based evaluation method.
- (5) Other special methods of inquiry into the learning-consciousness of the learners

種々な実験授業における、与えた条件とその結果との関係の追及・把握のためには、それに応じた合理的・能率的な解析・評価法が必要である。そのような観点に立って、筆者が工夫・開発したものと、その適用例、あるいは、これまで用いられてきている評価法のうちで、適用してみて、とくに、その意義を認めたものなどの主なものについて、ここに、まとめて報告したい。

I 学習内容の要素照合法および回答内容の要素解析法 — 論文体テストの評価法 —

A 目的および方法の概要

論文体テストによれば、与えられた問題の規定するところに関して、学習者(生徒)が学習(あるいは認知)・記憶した内容の全体と、性質をうかがうことができる回答が得られ易いであろう。したがって、論文体での回答を求めると、(1)学習内容の各要素毎の、ならびに、要素が構成する全体的、構造的なものについての生徒(個

人ならびに全体)の学習状況(あるいは、学習目標に対する到達度の状況)を知ることができるとともに、(2)学習過程(学習内容の構造、教材、教具の使用、その他によって構成される)と学習効果との関係、ひいては、(3)学習に関する原理(学習者の認知の発達段階、認知の過程などと、学習・記憶との関係など)などを知る上で、有用な資料が得られると思われる。

しかし、他方において、論文体テストは、適当な解析法が用いられなければ、結果の処理が複雑であり、手数がかかり、あるいは解析の徹底が欠け、解釈が主観的に流れ、ひいては、評価の信頼性が疑われることにもなりかねないであろう。

そこで、論文体テストの長所を生かし、短所が除けるような方法が求められる。

このような観点に立って、工夫・開発したものが学習内容の要素照合法と、回答内容の要素解析法である。

「学習内容の要素照合法」は教科書や教師の補充説明などによって学習した内容を因子的、または、文節などの要素に解析し、構造的に配列して、評価基準を作成し、その基準に論文体テストの回答の内容を照合して、

* 島根大学教育学部技術科研究室

表1 教科書の内容

(ア) ガソリン機関の働き 機関の働きを模型的に示すと、図4のようになる。

吸気行程 ①では、ピストンがクランク軸からもっともはなれた位置にある。この位置を上死点という。吸気弁が開かれてピストンが下がってくると、シリンダの中の圧力が大気圧よりも低くなり、大気圧との圧力差で混合気がシリンダの中にすいこまれる。そして、ピス

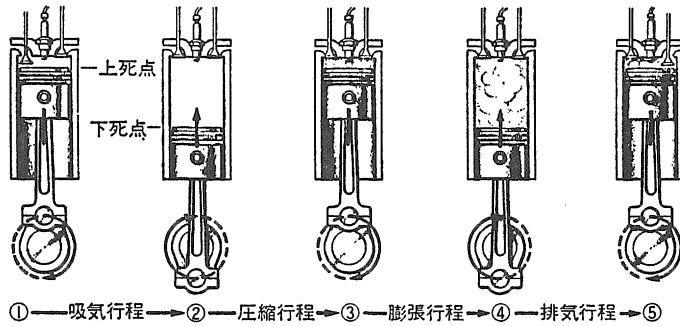


図4 4サイクル機関の働き

トンは②のようにクランク軸にもっとも近い位置まで下がり、吸気弁がとじる。この位置を下死点という。また、上死点から下死点までの距離、あるいはその間での運動のことを行程といい、①から②までの行程を吸気行程という。

圧縮行程 吸気がおわり、ピストンが下死点から上死点に上がっていく間は、吸気弁も排気弁もとじており、シリンダ内の混合気は圧縮され、その圧力も温度も高まる。この②から③までの行程を圧縮行程という。

膨張行程 圧縮行程のおわりで、点火し、混合気を爆発させ、その爆発力で③から④のように、ピストンを上死点から下死点までおし下げる。この行程を膨張行程という。

排気行程 下死点で排気弁が開き、燃焼したガスがふき出す。さらに、④から⑤のように、ピストンは上昇し、シリンダ内に残っているガスを追い出し、上死点に達して排気弁をとじ、はじめの状態にもどる。この行程を排気行程という。

機関がこのような運動を続けていくためには、吸気・圧縮・膨張・排気の四つの行程が、くり返される必要がある。このように、連続し

表3 生徒の回答内容の要素構成
——内燃機関のしくみの実験授業成績—— (附中)

群 生番 徒号	対 照 群		実 験 群	
	I	II	III	IV
	T	T	T+模型作成	T+模型作成
1	ADI	ACDIL	ens	ACDIL
2	acd g	ac f	OR	C
3	ORV	ACDIL	ACDL	OPRTV
4	AI	ACDIL	abcegh	enqs
5	AD	ACDIL	ADGLM	aceg
6	ACDLM	ACDHLM	OQSV	acfh
7	a	ACDIL	O	OQTUV
8	ADI	ACDIL	AEIN	ens
9	abc	afh	acg	OV
10	abcg	ACDHL	ACDIL	enoquv
11	es	ACDIL	OQV	acef
12	ACDIL	ADI	eo	OV
13	ORV	OV	OPQV	lnstu
14	OV	ac	OPQV	ace
15	emr	ACDIL	acg	loq
16	eq	ACDIL	ACDIL	lmqsu
17	ACDL	abceg	aceg	ACGL
18	ABDL	ACDIL	x	OQSV
19	a	DEI	abc	ADEI
20	enot	ADI	ADEI	OQSV
21	cd	acefh	ACDIL	ac
22				eou

評価する方法である。

「回答内容の要素解析法」は、回答そのものを、正答ばかりでなく、誤答までも含めて、同様に解析し、構造的に配列して評価する方法である。

B 適用例と方法の詳細

ここでは、学習内容の要素照合法を「⁽ⁱ⁾内燃機関のしくみ」の学習において、「四つ行程のうち、どれか一つの行程をとりあげて、しくみと動きとの関係を述べよ」という問題を与えて得られた回答の評価に適用した例をとりあげて述べたい。表2は、その学習内容を文節的要素に解析し、回答の内容と照合する過程を経て、最後にまとめられたものであるが、この表によりながら、その各過程を説明したい。

1 学習内容の要素解析とその構成
—評価基準の作成—

表1にみられる教科書の内容と、教師の補充説明の内容などを、表の左側の学習内容の要素の欄に記載しているように、吸気行程をA~M、圧縮行程をO~Y、膨脹行程をa~j、排気行程をl~v、その他に解析し、文節的に配列・構成する。そして、各要素毎に符号を与える。ただし、これは表2をまとめる前段階として、別の

用紙にまとめて記入する。

2 学習内容の要素と回答内容との照合

学習内容の要素と照合して、生徒の各個人の回答内容に含まれる要素を符号で示す。そして、全生徒の結果を表3のようにまとめる。

3 要素構成別、群構成別の表示

ついで、表3のデータから要素の構成を種類別にまとめる。そして、できたものが表2の平仮名の「あ」から片仮名の「キ」にわたる回答の要素構成の欄である。そして、下側の欄には、要素構成別の数と、それらの各々に含まれる要素の数とが、生徒の群構成別にまとめられる。さらに右側の欄には、各要素の種類別の計が、群構成別にまとめて記入される。

このようにして、この学習内容の要素照合法によれば、重複をさけて、構造的で、精密な解析結果が得られる。そして、ひいては、評価に客観性が与えられるばかりでなく、信頼性や解釈容易性が与えられるものと思われる。

4 結果の考察と利用

さて、この結果についてみると、吸気行程(では)(要素A)をあげたものが、教科書だけによって学習した対照群では、第I群が8例、第II例群が14例で計22例

あり、教科書と模型製作とで学習した実験群では、第Ⅲ群が7例、第Ⅳ群が3例で計10例であった。すなわち、吸気行程をとりあげたものは、対照群において、実験群においてよりも多かった (χ^2 検定の結果、5%の水準で有意差が認められた)。他方、圧縮行程(では)(o)をとりあげたものは、実験群において、対照群においてよりも多かった。また、排気行程(では)(l)をとりあげたものが実験群の第Ⅳ群において多かった。これらのことを総括的に考察すると、教科書で学習した群では、初めに学習したもの、すなわち、「吸気行程」をよく学習・記憶しており、心理学でいわれている「初頭性の法則、law of primacy」が働いたものと思われる。他方、模型製作を加えて学習した群では、その製作によって、強く関心を引かれたり、記憶するところが、他に移ったのではないかと思われる。

その他、どのような要素がよく把握・記憶され、どのような要素が把握・記憶されにくいかなどの学習状況が、個人的、全体的にとらえられる。

このように、この学習内容の要素照合法は、学習指導に直接役立つような構造的な資料を得る上でも、また、学習過程の改善に、その基礎を与える学習・記憶に関する心理などの、学習の原理を究明していく上でも有用であると思われる。

5 能率的処理

表3のデータから表2のとりまとめができるコンピュータによる処理法が、同じ研究室の福間彰教授によって

開発されている。

6 因子的要素の場合の相異

例えば「4サイクル機関の行程の名称を答えなさい。」という問題を与えた場合には、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、および排気行程、などが答えられるであろう。このような場合を因子的要素と呼んでいる。

因子的要素の場合には、文脈についての考慮などがないので要素解析が比較的容易である。

7 回答内容の要素解析法の場合の相異

回答内容の要素解析法の場合には、学習内容の要素照合法の場合に比べて、多種・多様な回答一ひいては、要素一が出てくることと、予め、要素の配列順序を決めておへことができないこと、などによって、解析作業に手間がかかる。

この方法の場合には、テストを見ていく順序に、要素の解析を行ない、その出てくる要素の順序に、仮りの符号を付しておいて、テストを見終った際に、その順序を、学習内容の叙述順序(あるいは、学習内容の体系的構造)や、正答から誤答の順序、などにしたがって構成しなくてはならない。

8 要素の点数化

要素を点数化する場合には、各要素毎に適当に配点して、それを集計する。その配点のしかたを、電気そうじ機の実験授業の際に用いた評価基準に例をとって示すと、表4の通りである。

表4 評価基準(回答の要素解析とと、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、 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。
c	(30点)

	c' (20点)

	c'' (20点)

	c''' (10点)

	すいこみ口から、ごみがすいこまれ、
d	(20点)

	d' (10点)

	ごみは集じん袋(集じん部)にたまり、
e	(10点)

	e' (5点) e'' (5点)

	空気ははき出し口から出る
f	(20点)

	f' (10点)

II 実体・言語照合法および言語・実体照合法

A 方法および意義

実体・言語照合法は、実体を見せて、その対象となる言葉を答えさせる方法であり、言語・実体照合法は、逆に、言葉を述べて、その対象となる実体を指摘させるも

のである。

これらの評価法は、学習が、記号 (sign) と記号対象 (significate) との結びつきによって成立するとする「S-S説, sign-significate theory」(あるいは、場理論, 認知説ともいう) の理論にも合致する1つの重要

な評価法であるといってもよいと思われる。

B 適用例

実体・言語照合法⁽²⁾を、電気そうじ機の実験授業の評価に適用して、表5に示したように、教科書による学習の

表5 教科書による学習と実物観察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—

群	成績	名 称		
		フ ァ ン	集 じ ん 部	リモコンスイッチ
T	正 答 率	38%	30%	100%
	誤 答 率	62	70	0
O	正 答 率	95	95	100
	誤 答 率	5	5	0

<注> T:教科書, O:実物観察

場合には、ファンと集じん部の、それぞれの正答率が38%, 30%と非常に低く、実物観察による学習の場合には、正答率がともに95%と非常に高かった。そして、このことは、筆者が、「教科書によれば記号的把握がよくなり、スライドやOHPなどによれば映像的把握がよくなり、実物観察によれば具体的把握がよくなり、実習によれば行動的把握がよくなる傾向」、すなわち、「情報の受容型学習(あるいは、認知)の優勢傾向」と呼ぶ理論をみいだす端緒となった。

III 技術の概念にもとづいた作品評価法

A 方法および根拠

作品の評価基準を、筆者が、「技術(の核)の成立の3要素と呼んでいる「目的(機能, 働き)」、「根拠(原理)」、「方法(機構, しくみ)」と、それに「創意」を加えた観点に立って作成し、それによって、作品を評価する方法である。

木材加工⁽³⁾の作品の評価基準として、作成した例を示す

表6 作品(木材加工)の評価基準

項	目	評 点	倍 率	調整評点
使用目的にあっているか		5点	4	20
加工方法 (原理を含む)	木材の合理的な使い方ができているか	5	3	15
	上手にけずれているか	5	3	15
	こぐちの仕上げや、接合が上手にできているか	5	3	15
	塗装が上手にできているか	5	3	15
創意(工夫)がみられるか		5	4	20
計				100点

<注> (1) 各項目の評点は1点~5点の5段階(普通のを3点とする)として与える。

(2) 各項目の評点に、表中に示した倍率をかけて、調整評点の満点が100点となるようにする。

と表6の通りである。

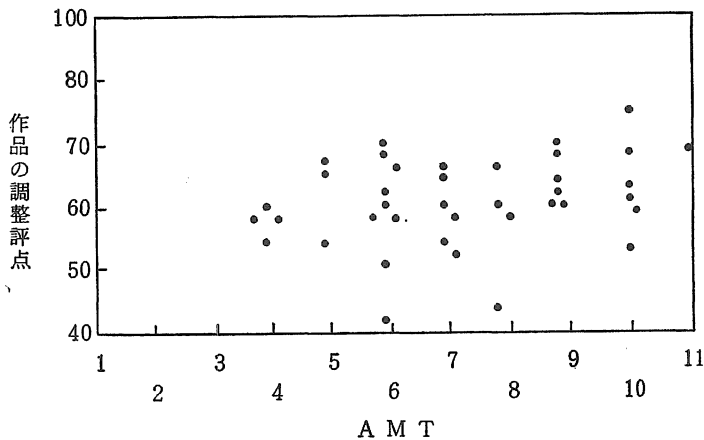
B 適用例

この評価基準にしたがって、生徒(40名)が製作した本箱の作品について得られた調整評点と、その生徒達の、人格を構成する一要素とみられる達成動機について

のAMT法による得点との間の関係を調べたところ、図1にみられるように、微弱ではあるが、正の相関がある結果が得られた。

この評価の方法は、評価基準の配点のしかたなどについて論議を要するところがあるかと思われるが、技術的な作品の評価法について、一つの基本的な観点を与える

図1 作品の調整評点と達成動機 (AMT) の得点との相関



- <注> (1) N (生徒ならびにその作品の総数) = 40
- (2) 作品の調整評点の平均 = 61.35
- (3) AMTの平均 = 7.20
- (4) $r = +0.127$

ことができるものと思う。

力を養うことに効果があるかは、ペーパーテストではつかみにくく、それを実際に行なわせてみる、実技テストによって評価することが必要であると思われる。つぎに述べる評価結果は、そのことを示唆しているといえよう

IV 実技による評価法

A 方法および意義

技術のいろいろな学習法が、どれだけ、技術的実践能

B 適用例

表7 教材・教具の使用過程が回路計を使つての抵抗測定に及ぼす影響
——回路計の実験授業成績——

(a) 回路計の文字盤の読みとり

群	項目	正		答		誤	答
		値(単位つき)	絶対値だけ	計			
T+V,	2年1組24名	6	5	11		13	
T+V,	2組24名	10	1	11		13	
T+O,	3組24名	4	3	7		17	

(b) 回路計を使つての実測

群	項目	リード線のさしこみ		レンジの選び方		0Ω調整		抵抗測定値			態度				
		正	誤り, または不能	正	誤り, または不能	正	誤り, または不能	正			誤	不	能		
								値	絶対値のみ	計					
T+V,	2年2組22名	21	1	15	7	8	14	3	3	6	5	11	4	9	9
T+O,	3組23名	21	2	21	2	14	9	5	7	12	8	3	11	9	3

<注> T:教科書, V:視覚教材(OHP), O:実物教材

(4) 回路計の実験授業における評価を、「回路計の文字盤の読みとり」をペーパーテストで行ない、「回路計を使つての抵抗測定」を実技によるテストで行なつた。その結果は表7に示した通りであつた。前者の場合においては、教科書とOHPを使つて学習した群がよい成績を示し、後者の場合においては、とくに、実技テストによらなければ把握できないような、抵抗測定の不能者が少ないこと、測定の態度がよいことなどにおいて、明らか（それぞれ、 $x^2=7.17>3.84_{0.05}$ 、 $x^2=4.45>3.84_{0.05}$ ）、教科書による学習に実習を加えた群がよい成績を示した。

評価しようとする対象に適応した評価方法を用いることが大切であるといえよう。

V 意識調査による評価法 —学習者による評価—

A 方法および意義

学習の各題材毎に、その学習についての学習者の(1)平明意識（わかりやすかつたことと、その理由）、(2)難解意識、(3)興味意識、(4)疑問意識、(5)操作意識（学習したことが技術的操作に役立つと思うか）、(6)応用意識、(7)創造意識、などの意識—学習者による評価—を知ることは、この教科の学習過程にかかわる原理その他の知識をつかむためにも、また、直接、学習指導上に役立つような資料を得るためにも意義が大きいであろうと思われる。

B 適用例と方法の詳述

(5) ここでは、自転車の力の伝導のしくみの実験授業において、平明意識についての調査を行なつた例を、表8によって述べてみたい。

表8 学習上の理解容易事項と、その理由—平明意識—
——自転車の力の伝導のしくみの実験授業成績——

〔質問1. 自転車の力の伝導のしくみの学習でわかりやすかつたことと、その理由〕

〔a〕事項

事 項	わ か り や す か っ た こ と				計	
	例 数 (理 由)					
	対 照 群	実 験 群				
	M+P	G・M+P	G+M+P	M+P・G		
あ. 伝導のしくみ	9(a・3, h・3, q・3)	1	1(b・1)	1	12	
い. 伝導のしくみとギャ比の関係	3(b・1, p・1)				3	
う. ギャ比	10(b・2, h・1, j・2, r・3, t・2)	2(h・1, w・1)	2(b・1)	2(b・2)	16	
え. ギャ比の求め方				1	1	
お. ギャ比と回転比の関係	1(r・1)				1	
か. ギャ比と速度との関係		2(k・1)	1(a・1)	2	5	
き. 伝導のしくみと、速く走るときや楽に走るとき の力との関係	2(a・1, q・1)	6(g・2, i・2, n・2)	4(c・1, l・1, s・1, v・1)	1	13	
く. 回転モーメントの説明		2(t・2)	6(d・1, i・1, f・1, s・1, u・1, x・1)	6(e・2, g・2, i・2)	14	
け. 伝導のしくみと回転モーメントとの関係		1(w・1)	2(g・1, i・1)		3	
こ. ギャ比と回転モーメントとの関係		1(s・1, v・1)	6(a・1, e・1, i・1, n・1, o・1, y・1)	1	9	
さ. ギャ比の求め方と回転力との関係		1(e・1)	1(m・1)	2(e・2)	4	
小 計		25	17	23	16	81
な し		2	1			3
回 答 な し				1		1

a. なし、回答なしの生徒数の和	2	1	1	0	4
b. 学習生徒総数	23	22	22	24	91
c. わかりやすかったことをあげた生徒数 (b-a)	21	21	21	24	87
平明意識率 (c/b)	91.3%	95.5%	95.5%	100.0%	95.6%

〔b〕理由

a. 経験をもっていたから……………6	} 日常経験があること……………14
b. 実際に自転車に乗ったり、見ているから……………7	
c. いつも自転車を分解、調整しているから……………1	
d. 実験されたから……………1	} 実験による学習……………10
e. 実験して、説明をされたから……………8	
f. 重りの実験がよかったから……………1	
g. 図によって説明されたから……………5	} 図示による学習……………10
h. 図による説明がよかったから……………5	
i. VTRで学習をしたから……………7	
j. 説明が合理的であったから(合理性)……………2	} 説明のしかたがよいこと……………5
k. 順序よく説明をされたから(順序性)……………1	
l. 説明がていねいであったから……………1	
m. 熱心に説明されたから……………1	} 関連教科で学習していたこと……………5
n. 小学校の理科学習の応用であったから……………3	
o. 理科で学習したことの応用であったから……………1	
p. 数学で習っていたから……………1	} 教科書による学習……………4
q. 教科書の説明でよかったから……………4	
r. 数字を入れて考えてみたから……………4	
s. 教え方がよかったから……………3	} 数字による具体的な学習……………4
t. 小学校でも学習していたから……………2	
u. 小学校の時に、テレビ学習で習ったから……………1	
v. 前から少し知っていたから……………2	} 教え方がよいこと……………3
w. 実験後VTR学習でもう一度復習ができたから……………2	
x. 簡単だから……………1	
y. 表を使って学習したから……………1	} 既習経験があること……………3
	} 予備知識があること……………2
	} 反復過程による学習……………2
	} 学習内容の簡単……………1
	} 表示による学習……………1

実験授業には、M+P:M〔方法(しくみ)〕とP〔目的(働き)〕を主な内容とした教科書によって学習を行なった群、G・M+P:G〔根拠(原理…回転モーメント)〕の学習をした後に、教科書による学習を行なった群、G+M+P:Gの学習を教科書による学習の中に加えて行なった群、M+P・G:教科書による学習の後に、Gの学習を行なった群、の4群を構成して行なった。対照群のM+Pには、原理(G)学習が加えられていなく、実験の3群には、いずれも、原理学習が加えられている。

この表8は、生徒から回収された(群別、生徒番号順に整理した)調査用紙に出てくる順序に、事項と理由に符号を与えて表示してゆき、全部終わった段階で、事項については、(ここでは)学習内容の叙述順序(学習内容のまとまり)によって、理由については、(ここでは)例数の多い順序にまとめたものである。

平明意識率は、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を求めたものである。

「理解容易であった事項」として、対照群では、ギャ比(符号う、い)や、伝導のしくみ(あ)などに多くの例数をあげ、実験群では、回転モーメントの説明(く)や、ギャ比と回転モーメントとの関係(こ)などに多くの例数があげられている。これによると、この学習において加えた原理(回転モーメント)の学習は、生徒によって把握・理解が容易に行なわれたものと認められる。

平明意識率は、対照群(M+P)が91.3%、実験群のG・M+PならびにG+M+Pが、それぞれ95.5%、M+P・Gが100%であった。すなわち、実験群が対照群よりやや良い傾向がみられた。

「理解容易であった理由」として、例数の多いものから述べて、日常経験があること(a~c)14例、実験による学習(d~f)10例、図示による学習(g~h)10例、視覚機器による学習7例、説明のしかたがよいこ

と5例、関連教科で学習していたこと5例、その他があげられているが、これらは、学習を理解容易なものにする原理や方法をよく示唆しているものと思われる。したがって、このような意識調査は、学習過程～学習指導法の研究上からも大いに有意義なものと考えられる。

難解意識その他も、同様な方法によってまとめることができる。

参 考 文 献

(1) 盛政貞人：学習内容の要素照合法，昭和51年度文部省科学研究費・特定研究・科学教育・研究資料（盛政班）・中学校理科の学習内容の構造と学習効果との関係解析，13～18頁，昭和52年

(2) 盛政貞人・久我俊子：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—，島根大学教育学部紀要，第6巻（教育科学編），165～178頁，昭和47年

(3) 盛政貞人：創造能力，昭和47年度文部省科学研究費・特定研究・科学教育・研究資料（盛政班）・科学技術教育における学力の解析とその育成—学習過程と評価の改善をめざして—，53～56頁，昭和48年

(4) 盛政貞人：操作能力，同上44頁

(5) 盛政貞人・中山義弘：学習内容の構造が学習効果に及ぼす影響について—自転車力の伝導のしくみの実験授業成績—島根大学教育学部紀要，第7巻（教育科学編），139～161頁，昭和48年