

高校物理学習における生徒の認知傾向*

東京大学

大村 彰 道**

問 題

高校の物理の授業を取り上げてみると、各生徒に与えられる物理の内容（すなわち、情報）は一定と考えられる。もちろん、教師によつて教え方、内容、重点の置き所が一樣でないから、情報の種類や、情報の与え方も厳密には同じではないが、本研究では、教授法の違いや教授内容の違いに焦点をあてているのではない。それゆえ、おおざっぱに、与えられる情報は一定であると仮定しておく。少なくとも、同一の教師によつて教えられるあるクラスの生徒全員に対しては、まったく同一の情報が与えられていることになる。

しかし、生徒が、その一定の情報のどのような側面に注目することを好むか、また一定の情報をどんな方法で受入れるかといった認知傾向は一定でなく、各生徒特有の認知傾向があるだろう。生徒は各人特有の認知傾向をもつて、教師や教科書から物理を学習してゆくのである。各人ひとりひとりがみな少しずつ異なる認知傾向を有するのであるが、それほど精密に認知傾向の差異を識別する方法が現在はないから、本研究では、Heath, R. B. (1964) に従つて物理に関して4つの認知傾向を仮定した。

認知傾向1（記憶） 事実や術語、公式の記憶など、記憶を中心にして物理を学習する傾向

認知傾向2（応用） 実際面への応用に関心を持つて物理を学習する傾向

認知傾向3（疑問） 批判的態度で色々と疑問を発しながら物理を学習する傾向

認知傾向4（原理） 単に断片的に知識を吸収するのではなく、物理の基本的原理の理解や物理の構造の理解に関心を示す傾向

以上4つの認知傾向に対応する考え方の例を示す。

認知傾向1（記憶） 氷の融解熱は 80 cal/gram であ

る。

$f = ma$, ($f =$ 力, $m =$ 質量, $a =$ 加速度)

認知傾向2（応用） この図は、氷が良い冷凍剤であることを示している。

ロケットから噴射されるガスが一定の推進力を持つているとき、加速度が生じる。

認知傾向3（疑問） 0°C の氷にたくさんのエネルギーを与えても、温度が上らない理由を考えてみる必要がある。

“反作用の法則”に従つて、力が常に一對になつて（大きさが等しく、向きが逆）生ずるならば加速度はどうなるだろう。

認知傾向4（原理） 温度を変えないで、物質の状態変化を起こすにはエネルギーが必要である。

物体によつて達成される終りの速度は、加速度の連続時間によつてのみきまることになる。

これら4つの認知傾向が、与えられた情報にどのように反応するかを決定する情報処理様式であるとするならば、ある個人が実際に示す行動とかれの有する認知傾向とは関連があるはずである。そこで本研究では、認知の好み (cognitive preference) で測定した認知傾向の差異が行動の差異と対応がつくかどうかを調べる。

実 験 I

目的：1 たとえば、物理を好む者と社会科を好む者との間に認知傾向の差がみられるかなど、認知傾向と学科の興味との対応を調べる。

2 学科興味、日常の興味、職業興味を調べ、それにより一般的興味を、理科技型、non-理科技型、混合型の3群に分類し、認知傾向と興味型との対応を調べる。

方法：東京都立西高校3年生(69名)、同文京高校3年生(86名)計155名(男93名、女62名)を被験者にし、認知傾向テストおよび、学科興味・日常の興味・職業興味についての質問紙調査を実施した。

ここでいう認知傾向テストは、Heath, R. B. の作成

* Cognitive preferences in high school physics.

** by Akimichi Omura (University of Tokyo)

したもので、扱われている物理の内容は、日本の高校生にも十分理解できるものである。

認知傾向テストは20問からなっており、各問について、4つの認知傾向を反映する文章が書かれている。“これは普通のテストとは違います。これからあなたに選んでもらうA, B, C, D, 4項目の内容はすべて正しいのです。だから、どう答えるのが正しいとか、誤っているとか、ということはありません。すべての問題は、前置きの文章や図表ではじまっています。この前置きの文章や図表に関連するA, B, C, D, 4項目のうち、あなたが最も気に入った項目、あるいは、あなたが一番満足できる項目を解答欄に記入してください。”という教示ではじまる。

“物体の加速度は、その物体に作用する力に比例する”という前置きの文章のあとに、4つの認知傾向を反映するA, B, C, D, 4項目が以下のように示される。

- (A) $f=ma$ (f =力, m =質量, a =加速度)
- (B) ロケットから噴射されるガスが一定の推進力を持っているとき、加速度が生じる。
- (C) “反作用の法則”に従って、力が常に一対になつて(大きさが同じで、向きが逆)生ずるならば、加速度はどうなるだろう。
- (D) 物体によつて達成される終りの速度は、加速度の連続時間によつてのみきまることになる。

このような形式の問題が全部で20問あり、20問のうち各認知傾向に属する項目がいくつ選択されたかの数によ

つて、おのおのの認知傾向得点を表わす。たとえば、認知傾向1が10点というのは、20問中認知傾向1を示す項目が10問題について選択されたことを示す。だから4つの認知傾向得点の合計は常に20点になる。

結果および考察：1. 学科の好みの違いによつて認知傾向得点に差が出るかを調べるために、学科ごとにそれが一番好きであると選択した人の認知傾向得点の平均と標準偏差を求めた。選択者数の少ない学科はいくつかをまとめて扱う(Table 1)。

Table 1にもとづいて、物理や化学を好む者と、その他の学科を好む者について、認知傾向得点の平均値の差の検定を行なつた(Table 2)。

Table 2から、物理や化学を好む者とその他の学科を好む者との間に、はつきりとした認知傾向の差があることがわかる。生物や地学を好む者とは認知傾向の差はみられなかつたが、数学、社会、芸術、家庭、体育をそれぞれ好む者は、物理や化学を好む者より認知傾向1(事実や術語あるいは公式を記憶する傾向)がより大であり、認知傾向3(批判的態度でいろいろの疑問を発しようとする傾向)がより少ないといえる。

国語や英語を好む者は、認知傾向1が有意に大であるが、その他の認知傾向については有意差は認められなかつた。

家庭科や体育を好む者は、認知傾向1, 3のほか、認知傾向4において有意差がみられ、物理や化学を好む者に比べて、基本的原理の理解の傾向が少ない。

Table 1 学科興味と認知傾向

認知傾向	物理, 化学 N=16		生物, 地学 N=7		数 学 † N=22		社 会 †† N=37	
	m	σ	m	σ	m	σ	m	σ
1. 記 憶	4.75	3.17	7.57	3.85	7.59	4.56	7.49	3.95
2. 応 用	4.19	2.81	3.86	2.69	4.23	2.90	4.57	3.20
3. 疑 問	6.00	3.55	4.43	2.66	3.45	2.51	3.81	2.62
4. 原 理	5.06	2.28	4.14	2.10	4.73	2.94	4.11	2.01

認知傾向	国 語, 英 語 N=16		芸 術 ††† N=27		家 庭 N=6		体 育 N=19	
	m	σ	m	σ	m	σ	m	σ
1. 記 憶	7.25	2.95	7.96	4.19	10.17	1.18	8.26	3.92
2. 応 用	4.69	2.11	4.26	3.27	3.83	.91	4.89	3.58
3. 疑 問	4.13	2.73	3.33	2.31	2.67	1.24	3.11	1.20
4. 原 理	3.94	1.27	4.41	2.00	3.33	.49	3.74	1.88

† 数I, 幾何, 数II, 数III
 †† 日本史, 世界史, 人文地理, 社会科社会
 ††† 美術, 工芸, 音楽

Table 2 物理、化学を好む者とその他の学科を好む者との認知傾向の平均値差の検定

認知傾向	学科名	生物, 地学	数 学	社 会	国語, 英語	芸 術	家 庭	体 育
		N=7	N=22	N=37	N=16	N=27	N=6	N=19
1. 記 憶			※	※	※	※	※※	※
2. 応 用								
3. 疑 問			※	※		※※	※※	※
4. 原 理							※	※

※5%水準で有意差あり

※※1%水準で有意差あり

ここで興味あることは、数学を好む者と物理を好む者との間に認知傾向の差があることだ。普通に考えると、数学、物理、化学は共通点が多いように思われるから、認知傾向に有意差がなくてもふしぎではないのだが、ここではこの常識的見解は否定されている。

Table 3 数Ⅰ、数Ⅱ、数Ⅲをそれぞれ好む者の間の認知傾向の平均値差検定

	数Ⅰ N=5		有意差	数Ⅲ N=6		有意差	数Ⅱ N=9	
	m	σ		m	σ		m	σ
1. 記憶	10.80	2.93	※※	2.83	1.78	※	8.00	4.08
2. 応用	4.00	1.41		4.67	3.54		4.00	2.87
3. 疑問	2.60	1.50		5.50	2.81		3.33	1.71
4. 原理	2.60	1.02	※※	7.00	2.38		4.67	3.23

※ 5%水準で有意差あり

※※ 1%水準で有意差あり

Table 3 から、数Ⅰを好む者、数Ⅱを好む者、数Ⅲを好む者の順に認知傾向1は減少し、認知傾向3、4が増加する傾向がうかがわれる。人数が少ないので厳密にはいえないが、人数を増しても同様の傾向が保たれるならば、同じ数学であつても、数Ⅰ、数Ⅱ、数Ⅲを好む者の間には認知傾向に差があることになり、数学教育上有意義な資料を提供するものと思われる。

しかしこれらの結果は物理に関する認知傾向テストから得られたものであることに注意しなくてはならない。社会科学を好む者は批判的に疑問を発する傾向が少ないといつても、物理に対して批判的発問をする傾向が少ないのであつて、社会科学に対しては疑問を頻繁に出すかもしれない。また、事実や術語、公式の記憶の傾向が物理に対して大であつても、社会科学の基本的原理はよく理解しようとし、社会科学の構造に接近しようとするかもしれないのだ。もつとも、社会科学教育においては、“考える社会科学”を強調しながらも実際に行なわれているのは事実や年号、人名などの詰め込み教育で、生徒は丸暗記中心の

学習をしているのが現状であり、それが認知傾向に如実に反映しているのだといえないこともないが。

数学の認知傾向テストを作つて、数Ⅰ、数Ⅱ、数Ⅲを好む者の間に認知傾向の差があるかを検証することは有意義なことと思う。また、物理の認知傾向テストと数学の認知傾向テストの結果から、物理を好む者と数学を好む者との間にどんな関係があるかを調べることもできるだろう。

“認知傾向”という概念を導入することにより、単に各学科を好む者の認知傾向を調べるのみでなく、一歩進んで、各学科がどのような認知傾向を生徒の中に植えつけているかを研究することも可能になつてくる。

2. 学科興味、日常の興味、職業興味から、一般的興味を理科型、non-理科型、混合型の3群に分類するための基準を設ける。各群に属する例を下にあげておく。

<理科型>

学科興味：物理、化学、数学、等

日常の興味：科学雑誌を読む。科学番組を視聴する。

薬品実験。数学や物理の応用問題を解く。科学研究に従事する、等々。

職業興味：物理学者、化学者、天文学者、技師、等

<non-理科型>

学科興味：日本史、文学、芸術、等

日常の興味：随筆、小説、詩などを作る。昔のできごとを知る。文学研究に従事する。美術館へ行く、楽器をひく、等々。

職業興味：芸術家、文学者、等

<混合型>

質問紙の結果から、理科型興味と non-理科型興味とを両方とも持つていて分類不能のもの。

これらの興味型の違いによつて、認知傾向得点の平均値に差が出るかを調べたのが Table 4 である。

Table 4 から、興味が理科型の人 non-理科型の人より認知傾向1（記憶）は小さく、認知傾向3（疑問）

Table 4 興味型のちがいによる認知傾向の平均値差検定

認知傾向	興味型	non-理科型 N=75			理科型 N=35			混合型 N=45	
		m	σ		m	σ		m	σ
1. 記憶		8.19	3.67	***	5.37	4.17	***	8.27	3.67
2. 応用		4.68	3.03		3.91	2.66		4.13	3.12
3. 疑問		3.15	1.95	***	5.48	3.40	***	3.60	2.24
4. 原理		3.97	1.81	***	5.26	2.75	*	3.96	1.78

* 5%水準で有意差あり *** 1%水準で有意差あり

と4（原理）が大きいこと、理科型と混合型の間にも同様の関係があることがわかる。non-理科型と混合型の間には認知傾向の差は認められなかった。

以上の結果、理科型の興味を示す者は、批判的発問の傾向と基本的原理を理解しようとする傾向が比較的多く、事実や術語および公式を記憶しようとする傾向が比較的小さいこと、non-理科型の興味を示す者はその反対であることがわかった。

認知傾向と興味型とに対応があることはわかったが、認知傾向が興味型のちがいを規定しているのか、興味型が認知傾向を規定しているのか、それとも相互に規定し合っているのかについてはこのような研究方法では明らかになつてこない。

また、認知傾向のちがいには知能の程度が影響してこないであろうか。事実や術語を記憶することは知能がそれほど高くない生徒でも可能であるが、物理に対して批判的疑問を発したり、その基本的原理を理解したりすることは知能が高くないとできないということがあるかもしれない。知能の違いによつて認知傾向の出方が異なるか、あるいは知能を一定に統制しておいてもやはり認知傾向に差が出るかなどを検討する必要がある。

実験II A

実験Iで、認知傾向と学科の好み、興味型との対応をみたのであるが、生徒の示す興味とかれの実際に示す行動とは必ずしも同じではない。物理が一番好きな学科でなくても、実際には物理で優秀な成績を示す生徒もあるし、興味は理科型であつても物理や数学の成績が良くない生徒もあるだろう。その意味で、学科の好みや興味型のちがいは、実際行動の規準としては厳密なものではない。また実験Iの方法では、認知傾向と行動との“対応の強さ”は明らかになつてこない。実験IIでは、この2つ欠点を克服しようと試みた。

目的：行動の差異の measure として学力型 (achievement type) を用い、この学力型と認知の好み (cognitive

preference) のレベルで測定した認知傾向の差異とがどのくらいの強さで対応しているかを調べる。

学力型測定のための学力テスト作成：4つの認知傾向に対応する学力テストを作成した。

学力テストI—認知傾向1（記憶）に対応させて、暗記していれば解ける問題からなつている。

学力テストII—認知傾向2（応用）に対応させて、応用例をあげさせる問題からなる。

学力テストIII—認知傾向3（疑問）に対応させて、誤文を訂正させる問題からなつている。

学力テストIV—認知傾向4（原理）に対応させて、単なる暗記では解けず、基本的原理を理解していなければ解けないような計算問題からなつている。

仮説：認知傾向と学力型とが完全に対応する場合を仮定するならば、認知傾向と学力型との相関関係は、Fig. 1 のようになるだろう。

Fig. 1 認知傾向と学力型との相関関係

認知傾向	学力型			
	I	II	III	IV
1 記憶	○			
2 応用		○		
3 疑問			○	
4 原理				○

すなわち、○印のつけてある対角線上の相関係数が高くなり、それ以外の欄では相関係数が低くなるのではなからうか。

認知傾向1の大きい者は学力型Iの得点が高くなり、認知傾向1の小さい者は学力型Iで低い得点をとる。しかし、認知傾向1の大小は、学力型II, III, IVの成績とは関係なく、相関係数が低くなる。その他の認知傾向と学力型との間にも同様の関係があるのではなからうか。

Fig. 1は認知傾向と学力型とが完全に対応する仮説的な関係を示しているのであり、認知傾向と学力型とは

たしてFig. 1に近いような関係にあるかどうかをみて仮説の検証を試みる。

方法：東京都立西高校3年生4クラス(183名)に対して、LIS 推理因子測定法(コンサイズ版)、認知傾向テスト、学力テストI, II, III, IVを実施した。

結果および考察：理科系志望者の多いクラスと文科系志望者の多いクラス、2クラス(83名)にLIS 推理因子測定法(コンサイズ版)を実施した結果、ほとんど全員が全部正解を出し、T得点70を示した。そこで被験者の知能には差がないと考えてもよいだろう。厳密には知能に差があるのだろうが、高校3年生に適用でき、しかも短時間に集団法で実施できるすぐれた測定法は現在LISコンサイズ版である。その方法で被験者の知能程度を弁別できなかつたので、いちおう知能に差がないと考えておく。

学力テストの問題数はたくさんあるが、2時間かけて解答させたので、すべての問題を解くのに十分時間はあつた。

認知傾向テストと学力テストと両方資料のとれたのは183名中144名であつた。認知傾向テストと学力型の平均および標準偏差をTable 5に示す。

Table 5 認知傾向および学力型の平均, 標準偏差 (N=144)

認知傾向	m		σ	学力型	m		σ
	1	2			3	4	
1 記憶	6.40	3.42		I	13.44	4.67	
2 応用	4.65	3.03		II	11.60	2.39	
3 疑問	4.19	2.40		III	14.08	5.42	
4 原理	4.74	2.20		IV	8.68	7.55	

認知傾向と学力型との Pearson 積率相関係数は Table 6のとおりである。

Table 6 認知傾向と学力型との相関係数表 および有意性の検定 (N=144)

認知傾向	学力型			
	I	II	III	IV
1 記憶	-.133	-.283**	-.269**	-.331**
2 応用	-.147	-.012	-.010	-.084
3 疑問	.069	.187*	.187*	.277**
4 原理	.255**	.215**	.255**	.330**

* 5%水準で有意

** 1%水準で有意

Table 6で最も対応が顕著なのは認知傾向4(原理)と学力型IVであり、その相関係数は.330である。認知

傾向4の大なる者は学力型IVで高い得点を取り、認知傾向4の小さい者は学力型IVで低い得点をとる傾向がみられる。認知傾向4と学力型I, II, IIIとの対応は学力型IVとの対応ほど強くない。

認知傾向1と学力型Iとは無相関であり、認知傾向1の大小は学力型Iの成績の高低とは無関係である。ところが学力型II, III, IVとの対応は負の相関を示し、なかでも学力型IVとの相関が顕著である。つまり認知傾向1の大きい者は学力型II, III, IVで低い得点を取りがちである。

認知傾向2(応用)と学力型とは顕著な対応はみられなかつた。

認知傾向3(疑問)と対応の最も顕著なものは、学力型IIIではなくて学力型IVである。学力型IIともいくらかの相関があるが、学力型Iとは無相関である。

認知傾向4と学力型との対応はすべて正の相関を示し、認知傾向4の大きい者は、どの学力型でも高い得点を得る傾向がみられた。認知傾向3も同様の関係を示している。

認知傾向1と学力型との対応はちょうど逆で、認知傾向1の大きい者は、どの学力型でも低い得点をとる傾向がある。

Table 6において、認知傾向1, 2と学力型との相関が負であるのに対し、認知傾向3, 4と学力型との相関が正であるのは、認知傾向テストに対する解答のしかたが影響したものと思われる。“前置きの文章や図表に関連するA B C D 4項目のうち、最も気に入った項目を選びなさい”という指示であつたから、ある生徒が認知傾向1の項目をたくさん選択すれば、選択される認知傾向2, 3, 4の項目は自動的に減る。極端な例として認知傾向A, Bの2つだけを仮定すると、Aが増加すれば、Bは減少する。ゆえに認知傾向AとBとの相関をとれば、負相関になるだろう。認知傾向1, 2, 3, 4の相互相関をとつたところ、Table 7のように負の相関がみられた。この認知傾向間の負の相関関係の影響がTable 6に現われたものと思われる(Table 7)。

Table 7 認知傾向間の相関係数 (N=144)

認知傾向	1 記憶	2 応用	3 疑問
2 応用	-.425		
3 疑問	-.485	-.303	
4 原理	-.399	-.340	.070

以上のように、知能(推理因子)を一定にしておいてもやはり認知傾向の違いがあり、認知傾向と学力型との

間には仮説で述べたような完全な対応はみられなかつたが、少なくとも認知傾向1, 4については、仮説の方向にそつた結果が得られた。すなわち自分の認知傾向と一致する学力型では良い成績をあげられるが、自分の認知傾向と一致しない学力型では良い成績をとれないのである。

生徒の有している情報処理様式と課題解決のために要求される情報処理様式とが合致しているときには、その生徒は比較的容易に課題解決に成功するであろうが、課題解決のために要求される情報処理様式と生徒の情報処理様式とがくいちがつているときには、容易には課題解決に成功しないと考えられる。

実験 II B

4つの学力テストを生徒に実施することは、生徒に反応を強制することであり、課題解決に必要な情報処理様式を生徒に強制的に使わせることを意味する。たとえば学力テストⅣを解くためには、認知傾向4の小さい者もかれの少ない基本的原理の理解の傾向を完全に使うことを強制される。そして認知傾向4の小さい者も学力テストⅣを解いて解けないことはないのである。同様のことが学力テストⅠ, Ⅱ, Ⅲについてもいえるだろう。この反応を強制されれば解けないことはないということが、認知傾向と学力型との対応を仮説のように明確にしなかつたひとつの原因であろう。

もし生徒にもつと反応の自由性を与えるならば、各生徒の認知傾向と行動とがよりはつきりと対応するのではなからうか。この点を検証するために次のような方法を考えた。

物理的事実に関する短文を提示して、それに関連して考えついたことを自由に答えさせる。このテストを以後“自由反応テスト”とよぶ。たとえば、“物体Aが物体Bにある力を及ぼすときは、BはAに対して同一線上で大きさが等しく向きが反対の力を及ぼす”という問題文に対して、ある生徒は“これは作用反作用の法則だ”と考え、“物体A, Bの摩擦を考えてないのではないか”と考える者もある。また別の生徒は“この法則と運動方程式から運動量保存則が考えられる”と答えるだろう。生徒のなしたこれらの反応は、各人の認知傾向を反映しているものと思われる。

この自由反応テストの各問題文に対して生徒のなした反応を、事実、術語、公式などの記憶を反映したものであるか、実際面への応用に関心を示すものであるか、批判的な疑問であるか、基本的原理の理解を反映しているものかの4範ちゅうに分類する。生徒のなす反応数は一

定ではないから、各範ちゅうに属する反応が全反応の何パーセントであるかを計算し各範ちゅうの得点とした。そしてこの各範ちゅうの得点と認知傾向テスト得点との間に、Fig. 1で示したような対応がみられるかを検証する。

認知傾向テストと自由反応テストとの平均および標準偏差を Table 8 に示す。

認知傾向得点と自由反応テストの得点との積率相関係数は Table 9 のとおりである。

Table 8 認知傾向および自由反応テストの平均、標準偏差 (N=183)

認知傾向	m		σ	
	自由反応テスト	m	σ	
1 記憶	6.44	3.44	[1] 記憶	36.07 14.54
2 応用	4.57	2.93	[2] 応用	36.32 13.83
3 疑問	4.17	2.41	[3] 疑問	17.87 16.68
4 原理	4.77	2.23	[4] 原理	10.03 8.64

Table 9 認知傾向と自由反応テストとの相関係数表および有意性の検定 (N=183)

認知傾向	自由反応テスト	<1>	<2>	<3>	<4>
		記憶	応用	疑問	原理
1 記憶		.436**	.075	-.328**	-.173*
2 応用		.028	.242**	-.111	-.122
3 疑問		-.392**	-.195**	.438**	.096
4 原理		-.246**	-.180*	.194**	.343**

* 5%水準で有意

** 1%水準で有意

Table 9 をみると、Fig. 1 の仮説どおりに対角線上の相関係数が高く、その他の欄の相関係数は低くなつている。しかも認知傾向4と範ちゅう3の相関が.194である以外は対角線上の相関係数のみが正の相関を示し、その他の欄では負の相関が現われてきた。認知傾向1の高い者は範ちゅう1の反応をしやすく、認知傾向1の低い者は範ちゅう1の反応をしにくいのである。認知傾向2, 3, 4についても同様のことがいえる。自由反応テストのように自由に反応してよい状況においては、認知の好み(cognitive preference)のレベルで測定した認知傾向と生徒の実際に示す反応とがより強く対応するといえる。

すなわち一定の情報を提示して、その情報の処理のしかたは各生徒の自由であるから、生徒のなした反応はかれの情報処理様式をより直接的に反映している。特定の情報処理のしかたを要求する学力型の問題を提示された

場合、その情報処理のしかたが不得意であつても反応しななければならないが、情報処理のしかたが自由ならば、あえて不得意な処理のしかたをする必要がない。そこで各人の有している情報処理様式が比較的素直に反映されるのであろう。

Table 6, Table 9 の相関係数の絶対値は非常に小さい。認知傾向の違いに知能の影響があるのではないかと思ひ、本研究では知能を一定に統制してもなお認知傾向の違いが現われ、しかも認知傾向と行動の差異とに対応があるかを調べようとした。L I S 推理因子測定法の T 得点が70の者を被験者にしたのであるから知的にすぐれた者に限られ、被験者のレンジが非常に狭い。このレンジの狭さが、相関係数の絶対値を低下させているひとつの原因であらう。知能を一定に統制しても認知傾向に差が出るのが明らかになつたのだから、今後は被験者のレンジをもつと広くとつて実験すべきであらう。

4つの学力型が独立的なものとは考えられないだろう。学力型間の相関係数を Table 10 に示す。

Table 10 学力型間の相関係数表 (N=144)

学 力 型	I	II	III
II	.332		
III	.323	.398	
IV	.461	.427	.575

基本的原理の理解を要求する学力テストIVを解くためには、事実、術語、公式を記憶していなければならないだろうし、物理量の簡単な定義も知らなければならない。学力テストIIIの不正確な文章を訂正するためには、物理量の定義、基本的原理などを理解していなければならないだろう。

認知傾向テストの答え方、採点法などを改良する必要があるだろう。また認知傾向テストの妥当性、信頼性の検討も今後の問題として残されている。

要 約

物理に関して4つの認知傾向を仮定した。すなわち事実や術語、公式の記憶など、記憶を中心にして物理を学習する傾向(認知傾向1)、実際面への応用に関心を持つ傾向(認知傾向2)、批判的態度でいろいろと疑問を発しようとする傾向(認知傾向3)、物理の基本的原理の理解や物理の構造に関心を示す傾向(認知傾向4)、である。認知の好み(cognitive preference)で測定したこれらの認知傾向の差異が行動の差異と対応がつくかどうかを調べる。

実験Iでは、認知傾向と学科の興味との対応、認知傾向と興味型との対応を東京都内の高校3年生155名について調べた。物理や化学を好む者は、その他の学科を好む者に比べて認知傾向1(記憶)がより少なく、認知傾向3(疑問)がより大であつた。理科型の興味を示す者は、認知傾向3(疑問)、認知傾向4(原理)が比較的多く、認知傾向1(記憶)が少なかった。non-理科型の興味を示す者はちょうどその反対であつた。

実験IIでは、行動の差異をみる規準として学力型を用い、この学力型と認知の好みのレベルで測定した認知傾向の差異とがどのくらいの強さで対応しているかを調べた。学力型測定のため、4つの認知傾向にそれぞれ対応する学力テストI, II, III, IVを作成した。

認知傾向と学力型との間には完全な対応はみられなかったが、認知傾向1, 4については仮説の方向にそつた結果が得られた。すなわち自分の認知傾向と一致する学力型ではよい成績をあげられるが、自分の認知傾向と一致しない学力型では良い成績をとれないのである。

物理的事実に関する短文を提示して、それに関連して考えついたことを自由に答えさせる“自由反応テスト”を実施した。学力テストを実施して生徒に反応の仕方を強制するのではなく、自由反応テストのように自由に反応してよい状況においては、認知傾向と生徒の実際に示す反応とがはつきり対応することが明らかになつた。

附記 この研究は東京大学の肥田野直、東洋両助教授の指導のもとに行なわれた。都立文京高校の湯本先生、都立西高校の中込八郎先生のお世話になつた。記して感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- Heath, R. B. 1964 Curriculum, cognition and educational measurement. *Educ. Psychol. Measurement.*, 24, 2, 239-253.
 印東太郎・鮫島史子 1962 L I S 推理因子測定法—non verbal—日本文化科学社
 日本職業指導協会編 1961 児玉ストロング職業興味検査。日本文化科学社

(1965年6月29日原稿受付)

付表 1 学力型測定のための学力テスト*

学力テスト I

次の物理量の定義を簡単に示せ。(15題)

(1) 速度

* 学力テストの問題作成は都立西高校の中込八郎先生にお願いした。

- (2) 加速度
- (5) 比熱
- (15) 照度

学力テストII

次のおのおの場合にはどのようなことに応用されているか。その例をできるだけたくさん示せ。(15題)

- (1) 外から力が作用しないならば、初め静止している物体はいつまでも静止し、運動している物体はその速度を変えない。
- (9) 水の比熱は非常に大きい。
- (12) コイルに磁石を入れたり出したりすると、コイルには起電力が生じる。

学力テストIII

次の各文を読み、誤っている部分があれば、その部分にアンダーラインをつけ、しかも訂正せよ。(15題)

- (2) 傾角 θ の斜面上に重さ W の物体が静止している。この時の静止摩擦係数を μ とすれば、この物体にはたらいっている静止摩擦力は $\mu W \cos \theta$ である。
- (6) 質量 m の物体を水平と θ の方向に初速 v_0 で投げ上げる。この物体が軌道の最高点に達したときの速さは 0 である。

学力テストIV

次の問題を解け。(6題)

- (1) 質量 $25g$ 、密度 $2.5g/cm^3$ の球を密度 0.5 の粘性の大きな液体中を自由落下させると、やがて球は等速運動をする。このとき、球が水を下方に押す力はいくらか。
- (5) 断面積が $0.04cm^2$ の銅の電線に 5 アンペアの電流が流れている。このとき、自由電子はすべて一定の速度で動くものとすれば、その速さはいくらか。ただし、この銅線中に含まれる自由電子の数は 4×10^{20} 個/cm³ とし、電子の電気量は 1.6×10^{-19} クーロンとする。

付表2 自由反応テスト

以下の各文を読んで、それについて考えつくことを自由に書きなさい。各問について、いくつ答えなければならぬという制限はないから、考えついたことを考えついた順に、なるべく多く書きなさい。(10題)

- (2) 変形が小さいうちは、力と変形の間には比例関係が成り立つ。
- (3) 物体のもつ内部エネルギーと力学的エネルギーとを合わせて考えれば、物体の状態の変化に際してエネルギーの総量は、常に一定に保たれる。
- (8) 電流はそれに加えた電圧に比例して増す。

第13巻 第1号 正誤表

頁	らん	行	誤	正
15	波多野・久原 論文 Table 3	右端	43.3	54.4

第13巻 第2号 正誤表

川村 論文				
94	Table 1	註	頻数の下の	頻数の横の
95	Table 2	下から14行右から3列目	26.131	26.133
98	左	下から2行目	例外に	例外的に
99	右	下から6~5行目	硬さが大であるほど	硬さの大小で
126	左	下から19行目	meauure	measure
"	右	下から14行目	other group	other groups
"	"	下から12行目	inspecited	inspected
"	"	下から1行目	thar zero	than zero