

國中物理教師科學態度研究

科教研究小組

一、研究之目的

本研究之目的在於瞭解目前國民中學物理教師的科學態度，以探究物理本科畢業教師與非物理本科畢業之教師對科學態度之差異，從而歸納研究結果以供修訂師範院校物理系課程設計研究之參考。

二、文獻探討

在過去的數十年來，科學教育上有關科學態度評量的量表為數不少，其中有些曾用於學術研究上。1935年首先由NOLL(1)設計用來評量科學態度的量表。在五十年代中旬，許多用於評量科學計劃、科學、科學家的態度方面的量表先後完成，像Allen(2)、Mead和Metraux(3)、與Cooley和Klopfer(4)。其中最有名的和被用得最廣的可能是Klopfer和Cooley(5)所設計的量表，叫做「瞭解科學的測驗」(Testing on Understanding Science)，這是種對科學、科學家、科學方法和科學之目的綜合評量表。Lowery(6)的「態度的投射測驗」(Projective Test of Attitudes)，利用間接方法測量學生對科學、科學家和科學過程的態度。Schwirian(7)設計的科學量表是根據Barber(8)的五點文化價值的結論，這五點價值是理性(rationality)、實利主

義(Utilitarianism)、普通性(Universalism)、個人主義(individualism)、與改良主義(meliorism)。Moore和Sutman(9)的科學態度目錄(An Inventory of Scientific Attitudes)，是根據一些態度目標的知識來測量三種智力的態度和根據情緒對科學的反應，來測量三種情緒態度的設計。最近的研究有關科學態度評量的，還有Billeh和Zakhariades(10)、Fisher(11)、與Flegg和Hukins(12)和Fraser(13)(14)，在此不再贅述。

大部份上面所提到的評量方法，都有相當明確的理論基礎，但是每種都或多或少有下列的缺點：

- 1 態度的定義太廣泛。
- 2 在態度的標題下，含混了好幾個科學的界面。
- 3 沒有將態度評量上的情義與知識部份區分出來。

到目前為止，還沒有任何研究是使用適當的評量表來測量國民中學物理科教師的科學態度的。本研究希望能避免上述的缺點，故採用Nay和Crocker(15)所編的「科學家的情意表徵」目錄(An inventory of affective attributes of Scientist)來做本評量的依據。

三、研究方法與過程

研究過程包括下面幾個階段：

1. 科學態度的定義與分類。
2. 試題的製定。
3. 試題的分析與選訂。
4. 實施程序。

1. 科學態度之定義與分類

科學態度 (Scientific Attitude)，就是 Rokeach (17) 曾定義為 “一個人對一件事或情況所作優先反應之傾向”。

在本研究中，根據 Kozlow 和 Nay (16)、以及 Nay 和 Crocker 及 Rokeach (17) 的觀點，將科學態度方面的觀念，分為兩大部份：A 類知性的 (Cognitive) 與 B 類意向的 (Intent)。知性部份表示受測者對科學家在從事科學活動中所表現對科學態度的瞭解；意向部份表示受測者對這些科學態度同意或不同意的傾向。

科學態度又再分成六項態度來定義，以作為本研究評量之依據。此六項態度為：

- (1) 質疑的態度
- (2) 慎下斷言
- (3) 尊重事實
- (4) 誠實
- (5) 客觀性
- (6) 改變意見之意願

表 3 - 1 將六項態度分別加以行為定義

表 3 - 1 科學態度的行為敘述

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">(1) 質疑的態度 (Questioning Attitude)
一位學生表現出「質疑的態度」，當他<ol style="list-style-type: none">① 尋找敘述與結論的不一致性。② 當尋找資料時，請教專家們。③ 尋找經驗證據來支持或反駁解釋。(2) 慎下斷言 (Suspended Judgement) |
|--|

一位學生表現出「慎下斷言」，當他

- ① 僅當有適當的證據支持時，才作推論。
- ② 在下結論之前，儘可能多收集數據。
- ③ 承認結論是暫時試驗性的。
- ④ 在下結論之前，先請教多位專家 (包括書本、期刊和人)。

(3) 尊重事實 (Respect for Evidence)

一位學生表現出「尊重事實」，當他

- ① 尋找憑經驗得來的證據或反駁別人的解釋。
- ② 要求解釋與事實相符。
- ③ 對無事實根據的敘述，要求提出支持的證據。
- ④ 對自己的敘述，提供憑經驗得來的證據。

(4) 誠實 (Honesty)

一位學生表現出「誠實」，當他

- ① 報告所觀察的結果，甚至當這些結果與他的假說相抵觸時也是一樣。
- ② 承認別人所做的工作。
- ③ 考慮所有可利用的資料後再做推斷與結論。

(5) 客觀性 (Objectivity)

一位學生表現出「客觀性」，當他

- ① 考慮所有可利用的數據 (不只是那些對他有利的假設數據)。
- ② 考慮和評估別人所提之觀點。
- ③ 檢驗一個問題的多面性和考慮多種可能的解答。
- ④ 評估一種情況時，考慮到正、反兩面。

(6) 改變意見的意願 (Willingness to Change Opinions)

一位學生表現出「改變意見的意願」，當他

- ① 承認結論是暫時試驗性的。

- ②承認知識是不完整的。
- ③考慮和評估別人所提的觀點。
- ④評估與自己假說相抵觸的證據。
- ⑤當需要的時候，改變自己的假說來適應憑經驗得來的數據。

2 試題之製定

本研究之試題是依據Kozlow和Nay的Test on Scientific Attitude 目錄中按表3-1所提之六項態度的具體行為目標設計與收集試題。全部試題初稿共分兩類四十題，見表3-2。知性部份、意向部份，每一題有四個選目，包括一個正確選目與三個附屬選目，試題內容見附錄Ⅱ。

表3-2 科學態度試題之分類

科學態度	A	B
(1)質疑的態度	9 19 20	21 24 25 31 32 36
(2)慎下斷言	1 2 4 6 7 11 18	24 26 27 28 34 35 37
(3)尊重事實	10 11 12 14 16	26 27 28 31 32 33 38
(4)誠實	3 8 18	22 33 39
(5)客觀性	8 13 15 17	23 29 30 36 40
(6)改變意見的意願	1 3 4 5 6 10	29 30 37

3 試題分析與選訂

(1)試題試測：交由高雄師範學院化學系及物理系四年級學生共六十四位試測。

(2)難度分析與鑑別度分析：試測之試題，收回後計算其通過百分比之估計值P以分析其難度，另計算其鑑別指數D (Index of discrimination) 以分析其內部一致性 (Internal Consistency)，結果如表3-3。表3-3中另列有一種具有等距尺度 (Interval Scale) 特性的難度指數 Δ ，為美國教育測驗服務社 (Educational Testing Service) 所創，它是一種以13為平均數，4為標準差，下限為1，上限為25之標準分數， Δ 值愈小，難度愈低，r是兩列相關

係數 (Biserial Correlation)。以上二項查自范氏項目分析表(20)，經剔除難度指數P在0.19以下， Δ 在16以上，鑑別指數r在0.14以下，D在0.16以下的四題外，剩下26題A類為19題、B類為17題，剩餘之26題再加修改後成定稿，修改後之26題與刪除之4題詳見附錄Ⅱ。

(3)信度：信度採用奇偶折半信度測驗法 (Split-half reliability) (18)，並使用斯布公式 (Spearman-Brown Formula) 加以校正，藉以估計整個測驗之信度。

$$\text{得 } r_{xx} = 0.71$$

故試題信度甚高。

表3-3 試題難度分析表

題號	高 群 PH	低 群 PL	難度 P	難度 Δ	鑑別度 r	鑑別度 D
1	23 0.92	16 0.64	0.78	9.7	.40	0.28
2	24 0.96	17 0.68	0.82	9.0	.48	0.28
3	20 0.8	14 0.56	0.68	11.1	.28	0.24
4	22 0.88	12 0.48	0.68	10.9	.46	0.40
5	16 0.64	9 0.36	0.50	13	.28	0.28
6	14 0.56	7 0.28	0.42	13.8	.29	0.28
7	18 0.72	11 0.44	0.58	12.2	.29	0.28
8	13 0.52	7 0.28	0.40	14	.25	0.24
9	17 0.68	9 0.31	0.52	12.8	.32	0.32
10	24 0.96	14 0.56	0.76	9.7	.57	0.40
11	16 0.64	10 0.40	0.52	12.8	.24	0.24
12	25 1	15 0.60	0.80	8.9	.67	0.40
13	10 0.4	4 0.16	0.28	15.4	.29	0.24
14	22 0.88	14 0.56	0.72	10.5	.39	0.32
15	14 0.56	7 0.28	0.42	13.8	.29	0.28
16	23 0.92	14 0.56	0.74	10.2	.47	0.36
17	10 0.4	3 0.12	0.26	15.7	.36	0.28
18	19 0.76	12 0.48	0.62	11.7	.30	0.28
19	12 0.48	6 0.24	0.36	14.5	.26	0.24
20	4 0.16	4 0.16	0.16	17	.00	0

21	5	0.20	1	0.04	0.12	17.9	.35	0.16
22	16	0.64	10	0.40	0.52	12.8	.24	0.24
23	14	0.56	8	0.32	0.44	13.6	.25	0.24
24	22	0.88	12	0.48	0.68	10.9	.46	0.40
25	15	0.60	6	0.24	0.42	13.9	.37	0.26
26	23	0.92	14	0.56	0.74	10.2	.47	0.36
27	14	0.56	8	0.32	0.44	13.6	.25	0.24
28	17	0.68	12	0.48	0.58	12.2	.21	0.20
29	21	0.84	12	0.48	0.66	11.2	.40	0.36
30	23	0.92	17	0.68	0.80	9.5	.36	0.24
31	23	0.92	18	0.72	0.82	9.2	.32	0.20
32	19	0.76	10	0.40	0.58	12.1	.37	0.36
33	22	0.88	16	0.64	0.76	10.1	.32	0.24
34	13	0.52	7	0.28	0.40	14	.25	0.24
35	5	0.2	3	0.12	0.16	17	.14	0.08
36	16	0.64	5	0.2	0.42	13.9	.45	0.44
37	14	0.56	9	0.36	0.46	13.4	.20	0.20
38	22	0.88	15	0.6	0.74	10.3	.36	0.28
39	5	0.2	4	0.16	0.18	16.7	.06	0.04
40	16	0.64	4	0.16	0.40	14.1	.50	0.58

4. 實施程序

問卷調查先由本研究小組按全省各縣市國中物理教師人數之比例隨機抽樣，取總物理教師人數百分約十三。36題問卷分為四類分別發出，每類包括八至十題，以求測驗時間不太長，以免引起受測者之不耐。共發出問卷 316 份，收回 185 份，廢卷 12 份，再由收回答卷中各類抽選出由物理系畢業之答卷者 14 人，非物理系畢業之答卷者 26 人，故共取樣本人數物理系畢業者 64 人，非物

理系畢業者 104 人。

將收回答案卷分別予以評分，每題答對者給 5 分，答錯零分。

四、統計結果分析與討論

物理系與非物理系畢業教師，對六項科學態度，知性及意向兩大類以及全部綜合的平均值、標準差及 t 值比較如表 3 - 4，分項平均值如圖一。

「此處所採用的 t 值，是假設兩個母群變異數不相等的 $\sigma x_1^2 \neq \sigma x_2^2$ 。是根據 Cochran & Cox 1950 年所發展出之方式。」

茲將結果分別分析如下：

1 「質疑的態度」上，物理系畢業教師與非物理系畢業教師沒有顯著差異。

2 物理系畢業與非物理系畢業教師，在「慎下斷言」上有顯著差異，達百分之一水準。

3 物理系畢業與非物理系畢業教師，在「尊重事實」上有顯著差異， $p < 0.05$ 之水準。

4 物理系和非物理系畢業教師，在「誠實」上有非常顯著之差異，已達 $p < 0.001$ 之顯著水準。

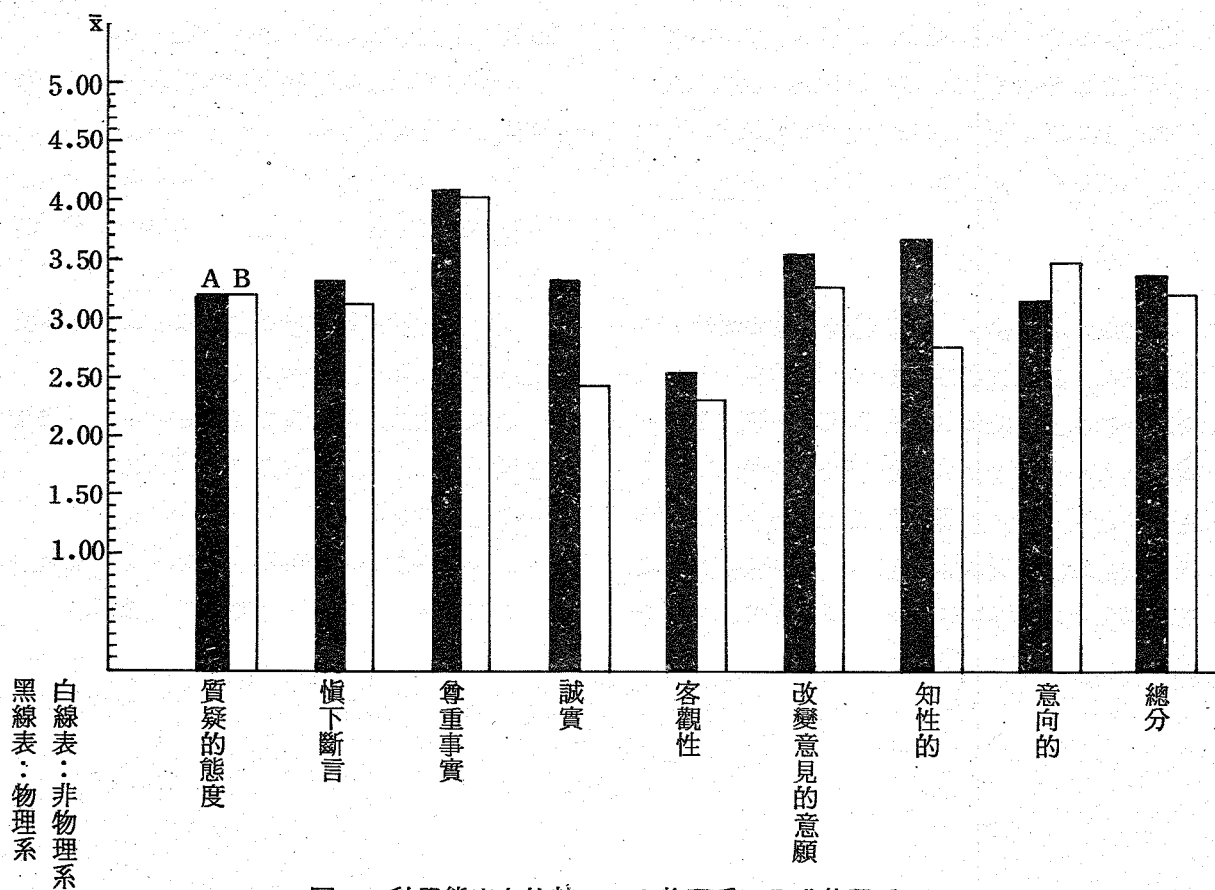
5 物理系和非物理系畢業教師，在「客觀性」上亦達 $p < 0.001$ 之顯著差異。

6 物理系和非物理系畢業教師，在「改變意見之意願」上，有非常顯著之差異，達 $p < 0.001$ 之顯著水準。

7 物理系和非物理系畢業教師，在「知性」類上，亦達 $p < 0.001$ 之極顯著差異水準。

表 3-4 物理系與非物理系畢業國中教師科學態度問卷調查結果

統計 樣本	項 目 值	(1) 質疑的 態度	(2) 慎下斷 言	(3) 尊重事 實	(4) 誠實	(5) 客觀性	(6) 改變意 志的意願	A、知性的	B、意向的	總 分
物理系 N=14	平均值	3.11	3.27	4.05	3.06	0.42	3.45	3.56	3.09	3.32
	標準差	0.54	0.52	0.36	0.51	0.62	0.50	0.48	0.54	0.51
非物理系 N=26	平均值	3.16	3.08	3.96	2.38	2.24	3.16	2.78	3.40	3.09
	標準差	0.53	0.54	0.42	0.63	0.65	0.53	0.58	0.50	0.54
t 值		-0.69	3.37	2.28	15.37	4.26	4.31	14.25	-3.83	3.23
p <			0.01	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	0.01



圖一 科學態度之比較 A 物理系 B 非物理系

8.物理系和非物理系畢業教師，在「意向」類上，有非常顯著之差異。

9.物理系和非物理系畢業教師，對全部科學態度而言，有顯著之差異。

五、結論與建議

本次的調查所得的結果中，可看出除「質疑的態度」一項科學態度外，其他五項在物理系畢業與非物理系畢業教師之間，都達很顯著及顯著的水準。

對「知性的」與「意向的」兩大類而言，物理系畢業與非物理系畢業教師之間亦有顯著之差異。

對整個科學態度綜合而言，物理系畢業與非物理系畢業教師之間有顯著之差異。

對質疑的態度，物理系和非物理系畢業的並無顯著差異，這也許與我國一般大學中採講授式的教學法有關，講授式的教法注重知識的灌輸，一般大學生對「教科書」中的內容與教授們的講解，會習慣性的接受，很少提出懷疑或反對的問題或意見。物理系內的教學方式亦不能免除上述的流弊，所以物理系畢業的與非物理系畢業的教師在質疑的態度上沒有顯著的差異。

對其他五項科學態度「慎下斷言」、「尊重事實」、「誠實」、「客觀性」、與「改變意見的意願」，物理系畢業和非物理系畢業之教師有顯著差異。從平均值上比較，物理系畢業的在此五項態度上比非物理系畢業的教師為高，顯示出受過物理系訓練出來的教師，在一般科學態度上優於非物理系訓練出來的教師。這也許與物理系著重於探討宇宙大自然的定理、定律，強調實驗求證的訓練，直接、間接培養學生正確的科學態度。在總分的比較上亦可印證出上述的結果。

知性的（Cognitive）是表示受測者對科學家在從事科學活動中所表現對科學態度的瞭解。

物理系畢業教師與非物理系畢業教師有顯著的區別，這應是預料中的結果，否則就變為不正常的現象。

至於意向（Intent）部份，是表示受測者對科學態度同意或不同意的傾向，在本研究結果顯示，非物理系畢業比物理系畢業的教師好（ $t = -3.83, p < 0.05$ ）這個現象，表示出對科學態度同意與否，還是很混淆不清，換句話說，物理系畢業的教師本身只具有科學態度較非物理系畢業的強，但對科學態度的定義與辨別並不很清楚。

根據以上結論，本文提出建議，加強啟發式的教學法。(19)

我國的教育，由小學、中學至大學，大部份學校的教師都沿襲傳統式的灌輸性教學法，養成學生聽、老師講的習慣。尤其是權威性的建立，使學生對授課者「言聽計從」，將教科書上的當作「金科玉律」，缺乏「好奇」、「質疑」的態度。今日的科學教育，應從小學紮根，以啟發式的教育，以學生為中心，透過自行發現問題、自行解決問題的過程來學習，尤其應充份利用在過程中所產生的創造思考。在大學物理系內，尤應強調知識的相對性，打破以往將科學知識視為正確無誤，不容置疑（在考試題目上常有「絕對性」的題目）的觀念，鼓勵學生多懷疑、多質問、多向權威挑戰。

參考資料

1 Noll V. H. "Measuring the Scientific Attitude". The Journal of Abnormal and Society Psychology, 30:145 ~ 154, (1935).

2 Allen, Hugh, Jr Attitudes of Certain High School Seniors Toward Science and Scientific Careers, New York. Bureau of Publications, Teacher College Columbia University, 1959.

3. Mead, Margaret and Rhoda Metraux, "Image of the Scientist Among High School Students-A Pilot Study", *Science*, 126: 384 ~ 390 (1957) .
4. Cooley, William W. and Leopold E. Klopfer, "The Evaluation of Specific Educational Innovations", *Journal of Research in Science Teaching*, 1:73 ~ 80 (1963) .
5. Klopfer, L. E. and W. W. Cooley, Tous, "Test on Understanding Science", Form W. Princeton, Educational Testing Service 1961.
6. Lowery, L. F. "Development of An Attitude Measuring Instrument for Science Education," *School Science and Mathematics*, 66:494 ~ 502, (1966) .
7. Schwirian, P. M. "On Measuring Attitudes Toward Science," *Science Education*, 52:172 ~ 179, March 1968.
8. Barber B. "Science and the Social Order", New York, Collier Books, 1962.
9. Moore R. W. and F. X. Sutman, "The Development, Field Test and Validation of an Inventory of Scientific Attitudes", *Journal of Research in Science Teaching*, 7:85 ~ 94, (1970) .
10. Billeh V. Y. and G. A. Zakhariades, "The development and application of a scale for measuring scientific attitudes", *Science Education*, 59:155 ~ 165 (1975) .
11. Fisher, T. H. "The development of an attitudes, survey for junior high science", *School Science and Mathematics*, 73:647 ~ 652 (1973) .
12. Flegg, R. B. and A. A. Hukins, "The measurement of a scientific attitude-Cun-osity, In R. P. Tisher (Ed) ", *Science Education: Research 1973*, Brisbane: Australian Science Education Research Association 1973.
13. Fraser, B. J. "Attitude to the social implications of Science: Its measurement and correlates", *Australian Sci. Teach J.* 23(2) 96 ~ 99 (1977) .
14. Fraser, B. J. "Development of a test of Science-Related Attitudes", *Science Ed.* 62:509 ~ 515 (1978) .
15. Nay, M. A. and R. K. Croker, "Science Teaching and Affective Attributes of Science", *Science Education*, 54:59 ~ 67 (1970) .
16. Kozlow, M. J. and Nay, M. A. "An Approach to Measuring Scientific Attitude", *Science Education*, 60:147 ~ 172, 1976.
17. Rokeach, M. *Beliefs, Attitudes and Values*, San Francisco, Tasse-Bass Inc. 1968.
18. Stanley, J. C. and Hopkins K. D. (1972), *Educational and Psychological Measurement and Evaluation*, Englewood Cliffs, N. J.: prentice-Hall, P. 125.
19. 現代啟發式教學研究 歐陽鍾仁 幼獅文化事業出版公司。
20. 范氏項目分析表 (C. T. Fan) 台省國民學校教師研習會印65年4月。