

科學性向與科學態度的分析研究報告

教育部委辦「國民中學數物生化四科學習成就評量改進研究計畫」報告



壹、前言

根據「國民中學數學、物理、化學、生物四科學習成就評量改進研究計畫」，性向分析小組須對參加評量實驗的學生進行科學性向與科學態度的分析，以作為自然科學學習成就評量的參考。因此，本年度性向分析小組的工作重點有二：一為國中學生科學性向的測驗，一為國中學生科學態度的問卷調查，現在工作已完成，茲擇要報告如次。

貳、研究對象

本年度參加國中數學、物理、化學、生物四科學習成就評量實驗學校計有台北市南門國中、金華國中、景美國中，台北縣永和國中，及台中市光明國中等校，因此科學性向測驗與科學態度問卷的實施對象，係就此五校學生取樣，其中科

表一：參加科學性向測驗人數

年級 性別	二 年 級	三 年 級	合 計
男	187	419	606
女	168	347	515
合	355	766	1121

盧欽銘 路君約 宗亮東

國立臺灣師範大學

學性向測驗一共測驗一一二一人（男生六〇六人，女生五一五人，見表一），而科學態度問卷調查一共調查一三四五人（男生七一三人，女生六三二人，見表二）。

表二：參加科學態度問卷調查人數

年級 性別	二 年 級	三 年 級	合 計
男	232	481	713
女	205	427	632
合	437	908	1345

參、研究工具

本研究共使用國中科學性向測驗與國中科學態度問卷二項工具，茲將此二者簡單說明如次：

〔一〕國中科學性向測驗

本測驗為一適用於國中二、三年級學生之筆紙式的團體測驗，測驗時間為四十九分鐘，加上分發試題和答案紙，以及例題說明，約可在兩節課實施完畢。本測驗包括語文理解、算術計算、數系、知覺確度、機械推理、歸類、和空間關係等七部分（參見表三）：

1. 語文理解測驗：這個測驗係測量學生理解語文概念的能力，共有廿九題，每答對一題得一分。得高分者表示理解語文概念的能力很高。在自然科的學習歷程中，在在須以語文為學習的媒介，同時科學方面的發現，更須用語文來表達，因此科學性向的分析，自然要包括語文理解能

力了。

表三：科學性向測驗內容大要

項目	語文理解	算術計算	數系	知覺確度	機械推理	歸類	空間關係
題數	29	30	28	60	25	25	30
分數範圍	0-29	0-30	0-28	0-60	0-25	0-25	0-115
測驗時間	5分鐘	10分鐘	8分鐘	2分鐘	8分鐘	6分鐘	12分鐘

2. 算術計算測驗：這個測驗係測量學生加、減、乘、和除等基本計算技術的能力，共有卅題，每答對一題得一分。在本測驗得高分表示算術計算能力好。算術計算能力對於自然科的學習之重要性，不言而喻，科學性向的分析也就將算術計算置在第二位了。

3. 數系測驗：這個測驗係藉由數目體系的材料，測量學生數學概念方面的能力，一共有廿八題，每答對一題得一分。在本測驗得高分表示數系概念方面的概括能力高。

4. 知覺確度測驗：這個測驗一共有六十題，每答對一分得一分，係藉由辨認語、數方面材料的異同，以測量學生觀察銳敏方面的能力。在本測驗得高分者，表示觀察力銳敏，辨認正確而迅速。

5. 機械推理測驗：這個測驗共有廿五題，每答對一題得一分。在本測驗得高分者，往往易於學習操作機械的原則，以及複雜裝置的修護工作。學生想主修自然科學（尤其是物理科學）在本測驗上得分不高者，則將面臨困難。

6. 歸類測驗：這個測驗共有廿五題，每題包括九個語詞或圖形，前四項語詞或圖形在某一方面是相同的，受試者在發現此相同的特質之後，要從後面的五項語詞或圖形中找出一個可以歸類的正確答案來。每答一題得一分。在本測驗得高分者，比較易於從複雜事物中尋求原則，即表

示其歸納能力高。

7. 空間關係測驗：這個測驗係測量學生由視覺處理空間形象的能力，一共有卅個題組，最高可得一一五分。在本測驗得高分者，比較易於學習幾何及其他涉及空間關係的學習材料。

科學性向測驗的信度資料，係於民國六十四年四月根據國中二年級學生一一三名，及國中三年級學生一〇二名的測驗結果，利用庫德-雷查遜（Kuder-Richardson）第廿一公式計算而得（見表四）。由表四得知：科學性向測驗各部份的信度係數介於 .79 與 .95 之間，如此證實其為一具有可靠性之性向測驗。

表四：科學性向測驗信度資料

測驗名稱 樣本	語文理解	算術計算	數系	知覺確度	機械推理	歸類	空間關係
國中二年級 n = 113人	.79	.88	.88	.92	.80	.90	.88
國中三年級 n = 102人	.81	.87	.84	.91	.89	.89	.95

科學性向測驗的效度研究，係就國中二年級學生五十二名，國中三年級學生五十三名，與參加高中聯招學生一〇七名進行預測效度分析的。上述學生分別於民國六十四年四月間參加科學性向測驗，其測驗分數分別與其二、三年級下學期數學、物理與化學三科之學期成績，及六十四學年度高中聯考數學、及自然科成績計算相關。科學性向測驗的預測效度係數如表五。由表五可見，這些預測效度係數介於 .21 與 .87 之間，而且大部分的預測效度係數之數位是屬於顯著（ $P < .05$ ）的相關係數，可以說科學性向測驗是屬於具有正確性之性向測驗了。

最後值得一提的是：科學性向測驗各分測驗的分數範圍並非一致，因此，學生在各分測驗之得分，請勿直接作比較，以免產生不必要的誤解。

表五：科學性向測驗預測效度係數

學 樣 本	測 驗 科	語 文 理 解	算 術 計 算	數 系	知 覺 確 度	機 械 推 理	歸 類	空 間 關 係
國中二年級 (52人)	數學	.28	.55	.52	.21	.26	.23	.41
	物理	.35	.30	.25	.49	.44	.30	.47
	化學	.22	.69	.77	.27	.39	.36	.30
國中三年級 (53人)	數學	.40	.87	.77	.35	.59	.37	.21
	物理	.30	.78	.72	.31	.64	.34	.36
	化學	.24	.59	.46	.35	.69	.21	.24
高中聯考 (107人)	數學	.25	.72	.67	.47	.22	.48	.35
	自然	.28	.45	.24	.23	.44	.26	.55

〔二〕國中科學態度問卷

性向分析小組於民國六十四年十月完成國中科學態度問卷初稿後，曾就這包括九十二題的初稿對石門國中、石碇國中、三重國中、光榮國中、正濱國中、陽明國中，和平國中，和復旦中學等七校二、三年級學生四百餘人進行預試工作，最後根據預試結果，刪改原稿而成為最後的問卷題本，一共有七十題。約可在半小時內實施完畢。科學態度問卷包括科學習慣、科學動機、創造思考、小心謹慎，及科學興趣等五部分（見表六）：

表六：科學態度問卷內容大要

內 容	科學習慣	科學動機	創造思考	小心謹慎	科學興趣
題 數	16	14	13	11	16
分數範圍	16—80	14—70	13—65	11—55	16—80

1. 科學習慣—本部分調查學生科學研究的習慣。高分數代表科學研究的習慣良好，有發現事實，解決疑難的習慣和態度，這種人能「大膽假設，小心求證」，對實驗工作能貫徹始終，重視研究方法與步驟，根據事實而非隨便臆測，能虛心求知，並樂意接受別人的批評與建議。

2. 科學動機：此部分調查學生自然科學學習動機的傾向。高分數表示對於自然科學學習動機強烈，在自然科學學習時從不分神，能如期完成指定的作業，不怕實驗工作的繁雜，鎮靜的尋求疑難問題的答案，並熱烈參與自然科的討論。

3. 創造思考：此部份調查學生獨創思考的傾向，得分高者表示喜歡具有思考性的工作，及追根究底，能深思熟慮，不喜歡例行而簡單的工作，具有懷疑態度，而非盲目的從眾，思想新穎而非偏狹固著。

4. 小心謹慎：此部分調查學生小心謹慎的傾向，得高分者代表小心謹慎，這種人在作決定之前，對於事物要作很仔細的考慮，不喜歡投機或冒險，不會急躁衝動，或憑一時的意念而行事，或遽下結論，除非有事實證明，不輕信別人。

5. 科學興趣：本部分藉由學生對於醫藥、天文、作物栽培、動物畜養、心理疾病治療，化學工業、地質研究、食品製造等與科學有關的活動的喜歡程度，求探求學生在科學方面的興趣。在此部分得高分者，教師應善加輔導，從其樂意從事與科學有關工作的心理，從而引導其學習自然科的興趣。

表七：科學態度問卷信度資料

項 目 樣 本	科 習 學 慣	科 動 學 機	創 思 造 考	小 謹 心 慎	科 興 學 趣
國中二年級 (437人)	.80	.85	.85	.74	.73
國中三年級 (908人)	.79	.83	.82	.74	.84

科學態度問卷的編製歷程已顧慮及內容效度，故不再作效度考驗，至於信度研究，係於民國六十五年四、五月間利用國中學生的問卷調查結果，經由庫德—雷查遜第廿一公式而求得，其結果如表七。由表七得知，科學態度問卷各部分的信度係數介於.73～.85之間，可見此問卷的信

度相當高。

肆、結果與討論

國中科學性向測驗與國中科學態度問卷調查分別於民國六十五年四、五月間在上課時間，以班級型態實施，其結果分析如次：

〔一〕科學性向測驗結果的分析

1. 年級間平均數的比較：性向測驗測量的是特殊能力，此種能力與成就的不同，乃在於成就，係指在某一特定的學習或訓練之後所表現出來的能力，而性向則指在該學習之前已有之能力水準，此種能力水準並不專指來自遺傳的本質，而

是兼指綜合遺傳與學習的發展成果，換言之，在某一特定學習或訓練之前，個體已具有的能力都可視為性向，而作為該項學習的基礎，而該項學習之後的學習量（即成就）與以前能力水準的融合，又可視為次一學習的基礎（即性向）。因此，性向測驗的結果會因發展階段而有差異。

國中二、三年級學生科學性向測驗分數的平均數和標準差如表八。由表八得知：科學性向測驗七部分的平均數都有顯著的年級間的差異存在，而且都是國中三年級學生組的平均得分，高過於國中二年級學生組的平均得分，因此，國中科學性向測驗必須根據為各年級建立的常模去解釋測驗分數。

表八：國中二、三年級學生科學性向測驗分數之比較

樣本	統計值	項目	語文理解	算術計算	數系	知覺確度	機械推理	歸類	空間關係
二年級 (n = 355 人)	平均數		18.39	17.35	14.33	22.71	11.15	14.08	83.76
	標準差		3.79	4.95	4.57	8.82	4.16	3.89	14.75
三年級 (n = 766 人)	平均數		20.44	20.31	17.06	25.05	12.23	15.81	90.43
	標準差		3.33	4.03	3.99	7.16	3.58	4.49	12.58
平均數之差			-2.05**	-2.96**	-2.73**	-2.34**	-1.08**	-1.73**	-6.67**

** 兩年級間平均數之差異已達百分之一的顯著水準

表九：國中二年級男、女生組間科學性向測驗結果之比較

樣本	統計值	項目	語文理解	算術計算	數系	知覺確度	機械推理	歸類	空間關係
男 (n = 187 人)	平均數		19.42	19.39	16.18	25.57	12.12	14.62	87.07
	標準差		3.25	4.08	4.19	7.23	2.75	4.16	13.12
女 (n = 168 人)	平均數		17.26	15.07	12.28	19.52	10.08	13.48	80.07
	標準差		4.01	4.84	4.05	9.32	5.10	3.47	15.57
平均數之差			2.16**	4.32**	3.90**	6.05**	2.04**	1.14**	7.00**

** 男、女生組間平均數之差異已達百分之一的顯著水準

2. 性別間平均數的比較：男、女兩性間在普通能力方面沒有顯著的差異，而在特殊能力方面有著顯著的差異，諸如女性在語文記憶優於男性，男性在機械操作，理解優於女性，乃是一般心理學家研究的成果。國中男、女生組在科學性向測驗的表現「是否有顯著的差異」，值得作分析。

國中二、三年級男、女生組的科學性向測驗

分數之平均數與標準差，分別列表於表九、表十。由表九，表十得知：國中二年級男生組在科學性向測驗七個分測驗的平均數，均顯著地優於女生組的平均數，同時，國中三年級學生組的測驗結果，也發現有顯著的性別差異存在。這種顯著的性別差異現象，與前述一般心理學家的研究結果相吻合，同時也為國中學科學性向測驗分別建立男、女生組的常模，找到充分的理由。

表十 國中三年級男、女生組間科學性向測驗結果之比較

樣本	統計項目	語文理解	算術計算	數系	知覺確度	機械推理	歸類	空間關係
男 (n = 419 人)	平均值	21.31	21.79	18.41	26.06	13.57	17.54	91.56
	標準差	3.13	3.49	3.70	7.71	3.09	3.47	11.66
女 (n = 347 人)	平均值	19.39	18.52	15.43	23.83	10.62	13.73	89.07
	標準差	3.25	3.92	3.73	6.23	3.47	4.69	13.49
平均數之差		1.92**	3.27**	2.98**	2.23**	2.95**	3.81**	2.49**

**男、女生組間平均數之差異已達百分之一的顯著水準

(二) 科學態度問卷調查結果的分析

1. 年級間平均數的比較：國中二、三年級學生科學態度問卷調查結果如表十一。由表十一得知，在科學習慣，與小心謹慎二項上，國中二

、三年級學生組的平均得分並沒有顯著的差異，這表示國中二、三年級學生組在科學習慣，與小心謹慎二項態度方面，無分軒輊。但在科學動機、創造思考、與科學興趣方面，都是國中二年級學生組的平均數顯著地大於國中三年級學生組的

表十一 國中二、三年級間科學態度問卷調查結果之比較

樣本	統計項目	科學習慣	科學動機	創造思考	小心謹慎	科學興趣
二年級 (n = 437 人)	平均數	58.50	46.49	45.07	39.04	52.30
	標準差	8.76	10.09	9.45	6.57	8.20
三年級 (n = 908 人)	平均數	57.80	44.18	43.81	38.30	50.88
	標準差	8.66	9.89	9.05	6.74	10.80
平均數之差		0.70	2.31**	1.26*	0.74	1.42*

**表示兩年級間平均數的差異已達到百分之一的顯著水準。

*表示兩年級間平均數的差異已達到百分之五的顯著水準。

表十二 國中二年級男、女生組間科學態度問卷調查結果之比較

樣本	統計項目	科學習慣	科學動機	創造思考	小心謹慎	科學興趣
男 (n = 232 人)	平均數	59.40	48.65	46.76	39.44	52.65
	標準差	8.29	8.89	8.65	5.95	10.11
女 (n = 205 人)	平均數	57.48	44.63	43.16	38.60	51.92
	標準差	9.16	10.06	9.95	7.17	11.08
平均數之差		1.92**	4.02**	3.60**	0.84	0.73

** 表示男、女生組間平均數之差異已達百分之一的顯著水準

平均得分，由此看來，國中三年級學生組在這三方面的態度反而不如國中二年級學生組了。

科學動機，創造思考，與科學興趣等三方面的年級差異現象的發現，使得筆者在此不得不呼籲國中自然科教師注重學生科學態度的培養，否則長此以往，國中自然科的教學足堪憂慮。

2. 性別間平均數之比數：國中二、三年級男、女生組科學態度問卷調查結果分別列於表十二，及表十三。由表十二、及表十三得知：

(1) 國中二、三年級學生中，科學動機，與

創造思考二項的平均得分，都是男生組高於女生組。這表示男生組的科學動機，及創造思考的傾向優於女生組者。

(2) 就科學習慣一項的平均數而言，國中二年級男生組高於女生組，但國中三年級學生在此項傾向上，則未發現有顯著的性別差異存在。

(3) 國中二、三年級學生中，在「小心謹慎」，及「科學興趣」二項的平均得分，並沒有性別差異存在，這表示男、女國中學生在小心謹慎傾向，及科學興趣都沒有什麼明顯的差別。

表十三 國中三年級男、女生組間科學態度問卷調查結果之比較

樣本	統計項目	科學習慣	科學動機	創造思考	小心謹慎	科學興趣
男 (n = 481 人)	平均數	58.14	45.50	45.10	38.49	51.41
	標準差	8.39	10.06	8.76	6.31	11.16
女 (n = 427 人)	平均數	57.43	42.69	42.49	38.09	50.28
	標準差	8.88	9.47	9.02	7.20	10.35
平均數之差		0.71	2.81*	2.61**	0.40	1.13

** 表示男、女生組間平均數之差異已達百分之一的顯著水準

伍、結 論

國民中學數學、物理、化學、生物四科學習

成就評量改進研究計畫，除了著手分析數學、物理、化學、生物四科之教學目標，並編製評量此等目標之試題而外，尚且要分析國中學生的性向與態度，以作為增進學生學習效率，並做到正確

的評量之依據。因此，依據此種計劃，性向分析小組先後編製科學性向測驗，及科學態度問卷。本篇報告先說明科學性向測驗，及科學態度問卷的內容大要，並引據統計資料，證實此二者為具有信度與效度之研究工具。接著利用此等工具分析國中二、三年級學生的科學性向和科學態度，其主要發現如次：

1. 就科學性向測驗各分測驗的平均得分而言，都是國中三年級學生組高於國中二年級學生組，因此，國中二、三年級學生的測驗結果之解釋，有必要根據不同的常模。

2. 就性別而言，國中二、三年級學生都是男生組在科學性向測驗的平均得較高於女生組者，此與一般心理學者之研究結果相符。

3. 國中二、三年級學生在「科學習慣」，及「小心謹慎」，兩項科學態度方面的平均得分沒有年級差異存在。

4. 國中二、三年級學生在「科學動機」，「創造思考」及「科學興趣」等三項科學態度方面的平均得分，都是二年級學生組高於三年級學生組，這點值得自然科教師設法維持並改善學生在此方面的態度。

5. 「科學習慣」、「科學動機」，及「科學興趣」等項科學態度的平均得分有顯著的性別差異存在，而「創造思考」、「小心謹慎」二者，並未發現性別差異存在。

參考書目

- Anastasi, A. (1965) *Individual differences*. New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Anastasi, A. (1976) *Psychological testing*. New York, Macmillan publishing Co., Inc.
- Morndike, R. L. et al. (1969) *Measurement and evaluation in psychology and education*. New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Morndike, R. L. (1971) *Educational measurement*. Washington. D. C., American council on Education.

教育部訂定本年度科學教育計劃實施重點

本社

教育部訂定六十七年度科學教育計劃實施重點，通知省市教育廳局及有關單位，可依規定向教育部申請經費補助。

這項實施計畫的重點是：①科學課程、教材、教法的研究發展；②科學師資的培育；③科學教育的評鑑；④社會教育的推行；⑤科學教學設備及資料服務；⑥科學資賦優異學生的培育；及⑦研究成果的推廣及應用。

教育部規定申請補助的，應依下列程序辦理：一向教育部直接申請的單位，於四月卅日前送教育部科學教育委員會。

一向教育部有關業務單位委託辦理的申請案，仍送各業務單位，經審查後轉送科教會。受委託單位應於四月五日前將申請案送回。

一省市所屬機關學校，由省市教育廳局，選擇辦理科學教育成績優良的若干學校，提出申請，計畫須符合本年度科教計畫實施重點需要，並經審查後轉送教育部。

一省市所屬機關學校，應於四月五日前向省市教育廳局申請，教育廳局於四月卅日前向教育部提出申請，教育部將於六月卅日前核定補助單位及經費。