

國小學生科學過程技能之調查研究

謝瑞貞

摘要

本研究編製國小「科學過程技能測驗」，藉以了解現今國小學生科學過程技能之表現。研究結果顯示國小學生科學過程技能與年級變項有顯著差異存在，整體來說，科學過程技能的表現女生優於男生，不同類型學校學生在科學過程技能的表現略有不同，不同家長職業學生的科學過程技能總分達顯著相關。一般而言，學生的背景特質影響學生科學過程技能的表現。

關鍵詞：科學過程技能、學生背景特質

The Study of Elementary Students' Science Process Skills

Jui-Chen Hsieh

Abstract

The study employed the Test of Science Process Skills (TSPS) to determine the science process skills of fourth and sixth grade students in Hsinchu County, Taiwan. The results showed that the fourth and sixth grade students' TSPS scores exhibited significant correlations in students' grade and parents' occupation, the schoolgirls were great than the schoolboys in the performance of TSPS scores, then students of different type elementary school weren't the same in performance of TSPS scores. In general, the elementary students' characteristics affected the performance of TSPS scores.

Keywords: science process skills, elementary students' characteristics

壹、緒論

一、研究動機

課程隨著時代需求進行改革，但在這過程中，不管科學課程如何變革，科學教育目標仍強調科學過程技能、科學態度、科學素養的培養，課程目標仍重視科學過程技能的相關學習與應用。且科學教育研究者亦發現科學過程技能的學習效果甚為良好，並推崇科學過程技能是促進科學學習的重要因子（何寶珠，1989）。就調查現階段學生科學過程技能的表現，供了解學生科學學習、課程實施成效及後續相關研究參考之用。

二、研究目的

- （一）編製國小「科學認知偏好測驗」藉以探討國小學生科學過程技能的表現。
- （二）探討科學過程技能與學生背景特質（characteristic）之間的關係。

貳、文獻探討

一、科學過程技能的意義與重要性

相關科學過程技能的意義，依據Finley（1983）提出每一個科學過程技能有其特殊的心智運作，每個學生都能夠學會，可以應用到對任何現象的解釋，同時也可以普遍應用於不同學科及日常生活中。Drake（1998）認為是科學家實際從事科學實驗時，所需涉及的各项技能，也是科學實驗活動的重心，並提出過程技能是學生必備的能力之一。綜合來說，科學過程技能是一種心智運作能力，學生能運用並建構科學學習有關的架構與意義，其引導學生從單一事實的記憶，提升到高層次的思考、創造和批判，

並進而運用於日常生活中。

「科學過程」一詞曾以科學方法、科學思考及批判思考等名詞出現，同時科學過程技能的分類眾多，如 AAAS 提出的 S-APA 課程分為基本和統整等共十三項的科學過程技能，Carin & Sund(1989)的十五項過程技能的基礎科學細目表（引自洪信德，2001），許榮富（1985）採用歷史文獻分析法所歸納出的兩大類十三項過程技能的分類。其定義雖略有差異，但內涵大致相同，其中以SAPA十三種過程技能最常為科學教育學者所引用。

美國科學促進會 AAAS 所提出 Science - A Process Approach（S-APA），其十三項過程技能分為兩大類，一為基本科學過程技能（basic science process skills），包含觀察、應用時間或空間的關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理，為幼稚園至三年級學生所應培養的八項基本過程技能；二為統整科學過程技能（integrated science process skills），包含控制變因、解釋資料、形成假設、下操作型定義及實驗，由小學四到六年級所需學習的五項過程技能。十三項科學過程技能每一項在學習後，仍不斷延伸出現，為其他科學過程技能學習應用之基礎，即新科學方法的學習應建立在已學過的科學過程技能上。

就我國整個科學課程來看，科學過程技能的學習相當被重視，從六十四年到八十二年版的國小課程標準中，整個學習架構理念深受 S-APA 課程所影響，並以其為學生訓練科學方法的依據，明列科學過程技能為必須具備之能力，配合國小自然課程概念結構的發展，科學過程技能的學習與次序依各要領循序發展，安排於科學課程活動中，指導學生經由「操作」的過程去學習與熟練科學

過程技能。

在現行九年一貫課程中，「自然與生活科技」學習領域中所稱之科學素養，相關過程技能的學習亦被首要提出，「過程技能」為其領域所提出的八項基本能力指標之一，意為科學探究過程的心智運作能力。其細分為五項次目標：觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷和傳達，各次目標在各年級間有階段性的能力指標。

二、科學過程技能的評測

相關於科學過程技能的測驗工具，其型式多半為團體施測的紙筆測驗。例如：Basic Science Process Test (Beard, 1970)，Test of Science Inquiry Skill (Smith, 1986) 等（引自朱淑吟，2002）。考量研究樣本為國小學生，為降低閱讀能力對過程技能表現的影響，試題大部分採用圖表呈現，文字說明為輔，採選擇題式的作答方式。

研究樣本為國小四、六年級的學生，以 S-APA 課程來說，其應已培養並具備基本科學過程技能之素養，同時就科學課程的組織結構來看，科學過程技能圍繞著課程核心概念的層次性安排，形成螺旋式結構，隨著年級逐年發展。而四到六年級階段進入「應用時空關係、推理、預測、解釋資料、控制變因」等過程技能的學習，考慮整體測驗之題數及各分測驗的代表性，同時顧及四年級學生對於圖表之解讀尚不熟悉，不利於「應用時空關係」及「解釋資料」兩項過程技能之作答，所以用採「預測」、「推理」、「控制變因」等三種過程技能，來研究國小學生科學過程技能的表現。

參、研究方法與過程

一、研究樣本

本研究採立意取樣抽取新竹縣國小四、六年級的學生為樣本進行研究。新竹縣國小依班級總數，分為智類大型學校（19 班以上）、仁類中型學校（7 到 19 班）以及勇類小型學校（6 班以下）三類群，依三類群間四和六年級學生總數比例抽樣，抽取智類學校 38 班，仁類學校 21 班，勇類學校 15 班，計四、六年級各 37 班，總共 74 個班級，抽取之班級所有學生均為研究樣本。正式施測完得有效樣本為四年級男生 524 人，女生 454 人，共計 978 人；六年級男生 552 人，女生 537 人，總計 1089 人。

二、「科學過程技能測驗」（TSPS）

測驗內容根據相關文獻及分析國小科學課程教材，依 S-APA 基本過程中之推理、預測及統整過程中的控制變因等三項過程技能所包含的內容進行測驗編製，並參酌鄭湧涇（1992）改自毛松霖所編製的「科學過程技能測驗」及朱淑吟（2002）所編製的「科學過程技能量表」，研究者依研究對象為國小四、六年級之學生，將其編寫成閉鎖式的選擇題型測驗以符合本研究所需。

試題初稿為 20 題，經五位科學教育學者，三位任教自然課程 5 年以上的國小教師，對測驗內容進行審核，修訂不適切之內容與敘述以符合國小學生的閱讀理解力，建立「專家效度」。預試後，刪除「試題-總分」相關在 0.2 以下的題目，修訂完成之「科學過程技能測驗」預測、推理和控制變因各六題，總計 18 題，皆為四選一的選擇題，作答時要求受試者選出「最適當」的答案。計分時，每題 1 分得分介於 0 到 18 分之間，得分越高表科學過程技能的表現越佳。

三、實施程序

(一)、研究工具的預試

預試對象以研究者服務學校之四、六年級各兩班共 126 位學生參與。測驗試測共進行兩次，第一次針對試題敘述、題數、鑑別度及難易度進行修改，第二次則針對測驗修訂後之再效化，再針對試題之鑑別度及適切性進行修訂，完成測驗之編製。

(二)、進行施測

本研究工具的施測，採全班團體施測的方式，由研究者協商樣本學校之施測班級老師協助安排施測事宜。施測時間約為三十分鐘，施測時由該班自然科任或級任老師進行監試。整體施測時間從九十二年五月中旬到

六月初。

肆、研究結果與討論

一、科學過程技能測驗之再效化

(一) 試題分析

將科學過程技能試題鑑別度依 Ebel (1972)所提出試題評鑑標準的鑑別指數，歸類整理出表 1 來檢視試題品質之優劣。對四、六年級來說試題品質屬於「優良」、「相當優良」皆佔整體測驗四分之三以上，且無任何劣質試題，顯示本測驗鑑別度尚稱滿意。

表 1 科學過程技能試題鑑別指數之分佈情形

鑑別指數 劃分基準	試題優劣	所佔之題數		佔全部試題比例 (%)	
		四年級	六年級	四年級	六年級
0.40 以上	相當優良	9	14	50	77.8
0.30~0.39	優良	5	2	27.8	11.1
0.20~0.29	尚可, 但需修改	4	2	22.2	11.1
0.19 以下	劣,淘汰或修改	0	0	0	0

(二) 信效度考驗

當將各試題的得分自測驗總分中剔除後，整體測驗內部均?性信度 Cronbach α ?，以四年級來說，其?介於 0.62~0.65 之間（整體測驗 Cronbach α =0.64）；六年級則介於 0.73~0.75 間（整體測驗 Cronbach α ?=0.75），兩個 α ?變化幅度不大，尚稱穩定，表示科學過程技能測驗各試題的評測方向尚稱一致。

控制變因、預測、推理各分測驗與整體測驗之間，及三個測驗間的交互相關?，均達 0.01 之顯著水準，表分測驗與整體測驗的評測方向頗為一致。科學過程技能測驗編製過程中，所有試題均經五位科學教育學者

專家進行審核，保留 100 %同意度之試題，其內容效度應可確認。

二、國小學生之科學過程技能

今以學生背景特質中的年級、性別、學校類型和家長職業等四項，來進行科學過程技能測驗的相關分析。

(一) 年級

整體表現來說，六年級的各分測驗及過程技能總分的平均分數皆高於四年級且都達顯著差異（表 2），當然除認為是生理年齡影響其過程技能的表現外，也與認知發展有關。這結果與 Mattheis（1986）、陳瓊森（1984）的研究提出年級因素與科學過程技

能有顯著相關的結果相同（引自洪信德，2001）。在分測驗方面，四、六年級學生在

預測方面分數較高，在控制變因方面分數較低。

表 2 科學過程技能之分數比較

	四年級	N=978	六年級	N=1089	t 值
	平均數	標準差	平均數	標準差	
控制變因	2.32	1.39	3.15	1.56	-12.81 *
預測	2.88	1.46	3.81	1.58	-13.96 *
推理	2.56	1.42	3.22	1.52	-10.24 *
過程技能總	7.77	3.21	10.19	3.74	-15.85 *

* : $P < 0.05$

（二）性別

四年級男女生在控制變因過程技能及科學過程技能總分達顯著差異，且顯示在控制變因中，女生表現優於男生，且整體表現亦比男生表現佳。六年級男女生在控制變因、預測、推理及整體測驗中都達顯著差異，且

女生各項成績都高於男生（表 3）。由此可知，女生比男生有較好的過程技能表現，在相關性別與科學過程技能的研究結果中，有的支持男生的科學過程技能優於女生（許榮富，1985）；有的則發現性別與科學過程技能無差異存在（何寶珠，1989），其並無較一致的結果。

表 3 不同性別學生科學過程技能分數的比較

年級	過程技能	男生		女生		t 值
		平均數	標準差	平均數	標準差	
四年級	人數=	524		454		
	變因	2.23	1.33	2.43	1.45	2.29 *
	預測	2.81	1.51	2.96	1.40	1.56
	推理	2.48	1.44	2.65	1.38	1.87
	技能總分	7.52	3.25	8.04	3.15	2.53 *
六年級	人數=	552		537		
	變因	3.01	1.54	3.29	1.56	2.95 *
	預測	3.70	1.66	3.93	1.49	2.35 *
	推理	3.08	1.59	3.37	1.42	3.23 *
	技能總分	9.08	3.89	10.60	3.54	3.55 *

* : $P < 0.05$

（三）學校類型

就四年級而言，不同學校類型的學生在控制變因及科學過程技能總分上達顯著差

異。在控制變因及整體科學過程技能來看智類、勇類表現皆優於仁類學校的學生。但在六年級間不同學校類型的學生在科學過程技

能的表現上是無任何顯著差異存在的（表4）。這所代表的意義，是否亦涉及心智能力的成熟，熟練科學過程技能，或在大小不同類型學校裡的學生，受學校不同的社經環

境、文化刺激等而有不同的表現，甚或這年度的四年級正接受九年一貫課程而有所影響，值得再做進一步驗證。

表 4 不同學校類型學生科學過程技能分數的比較

	智		仁		勇		F 值的顯著性
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
四年級人數	514		322		142		
變因	2.40	1.45	2.06	1.26	2.63	1.33	0.00 *
預測	2.92	1.53	2.78	1.33	2.99	1.49	0.21
推理	2.59	1.42	2.49	1.40	2.64	1.44	0.51
技能總分	7.91	3.46	7.32	2.80	8.26	3.05	0.01 *
六年級人數	568		381		140		
變因	3.20	1.57	3.02	1.48	3.30	1.69	0.10
預測	3.83	1.55	3.89	1.56	3.54	1.71	0.07
推理	3.26	1.52	3.23	1.50	3.06	1.54	0.39
技能總分	10.29	2.69	10.14	3.65	9.90	4.15	0.51

* : $P < 0.05$

（四）家長職業

以往在科學過程技能的相關研究中，並未以家長職業為分析因素，研究者認為學生的學習一直與家長的社經環境有個直接或間接的影響，故本研究將學生家長職業列入學生背景特質中進行相關分析。

依據中華民國行業標準分類（行政院主計處第三局，2001）將家長職業大致區分為公務員、教師、工業（工人、司機、技工、技術員、員工等）、商業（貿易公司職員、工程師等）、農林漁牧、軍警、社會服務（醫生、會計師、建築師、律師、記者等）、家庭管理及不清楚等九類。以此分類作為分析因素中家長職業的分類。

就四年級來說，不同家長職業學生的科學過程技能總分及三項分測驗皆達 0.05 顯著相關。進行事後比較考驗發現，在控制變

因、預測技能上，以家長職業為「教師」的學生表現最高，家長職業為「農林漁牧」的學生表現較低；在推理技能上，家長職業為「社會服務」的學生表現較佳，家長職業為「農林漁牧」的學生表現較低；在科學過程技能總分方面，家長職業為「教師」、「社會服務」學生的成績優於家長職業為「工業」、「家庭管理」、「農林漁牧」的學生。

就六年級來說，不同家長職業的學生在推理技能及科學過程技能總分上達 0.05 顯著相關。進行事後比較考驗發現，在推理技能及科學過程技能總分上，家長職業為「商業」學生的成績優於家長職業為「工業」的學生。

綜合來說，不同家長職業的國小四、六年級學生，在推理及總分上有顯著差異存

在，家長的社經環境間接影響學生在科學過程技能上的表現。

伍、結論與建議

本研究中所修訂之「科學過程技能測驗」，目的在評測國小學生科學過程技能之發展情形。效化結果顯示，本測驗擁有良好之鑑別度及尚稱理想之內部均質性信度，是一項適用於國小學生的科學過程技能測驗工具。

科學過程技能的發展是循漸進學習建構的，透過研究了解，學校學習環境與學生背景特質會影響學生相關科學過程技能的學習。所以提供適當環境，透過學生學習的最佳近側發展區（zone of proximal development），提供學生一個學習架構參考搭建鷹架（scaffolding）達成最佳的學習成效。

參考文獻

一、中文部分

朱淑吟（2002）。利用網頁專題製作引導 STS

專題式教學對學生學習影響之研究。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

何寶珠（1989）。科學過程技能教學活動對國一學生之影響：科學過程技能成就水準及科學態度。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，未出版，臺北。

洪信德（2001）。國小五六年級學童統整科學過程技能心智模式之研究。國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文，未出版，嘉義。

許榮富（1985）。科學過程技能簡介。中等教育，36(1)，26-31

鄭湧涇（1992）。科學過程技能測驗。臺北：國立臺灣師範大學生物學系。

行政院主計處第三局（2001）。中華民國行業標準分類。2002年3月12日，取自 <http://www.dgbas.gov.tw/dgbas03/bs1/text/indu89/indu.htm>

二、英文部分

Drake, S. M. (1998). *Creating integrated curriculum - Proven ways to increase student learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Finley, F. N. (1983). Science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(1), 47-50.