

學生問題解決能力與其個人背景變項之初探

吳佳玲* 張俊彥**

* 彰化縣立陽明國中

** 國立臺灣師範大學 地球科學系

摘要

本研究的目主要在編製地球科學「問題解決思考活動」測驗工具(包含發散思考能力和收斂思考能力),並藉「個人背景資料問卷」探究目前高中學生家庭背景、性別、測驗偏好等對其問題解決能力之影響。研究對象為就讀於中部某國立綜合高中之269位高一學生。量的分析為皮爾遜積差相關及One-way ANOVA。研究結果顯示:受試學生在「問題解決思考活動」的表現呈常態分佈,其「問題解決思考活動」總分與發散思考有高度相關($r = .846$, $p < .000$),與收斂思考有中度相關($r = .534$, $p < .000$),且「問題解決思考活動」之評分者信度達0.825-0.965。此外學生的「父母親教育程度」、「家庭月收入」、「最喜歡學科」對其在「問題解決思考活動」測驗的表現上,並沒有顯著影響,而學生對此「問題解決思考活動」測驗的喜好程度,對其在「問題解決思考活動」總分的表現上,有顯著地影響($p < .000$)。

關鍵詞: 中等學校、地球科學、問題解決、測驗工具

一、前言

國內近年來的課程改革中,評量的變革一直是一個重要的議題。「培養獨立思考、解決問題的能力,並激發創造潛能」為目前九年一貫「自然與生活科技」課程的目標之一,在教學評量之實施中亦特別強調:「教學評量不宜侷限於同一種方式」。因此,在我們希望培養並增進學生問題解決能力的同時,評量的方式就不能只侷限在傳統的選擇題形態之紙筆測驗,必須發展出更適合的評量工具。此外,若能對學生的問題解決能力有更深一層的了解,才能設計出符合學生程度的問題解決教學,進而有效地提

高他們的問題解決能力。有鑑於此,本研究的目便在編製地球科學「問題解決思考活動」測驗工具(包含發散思考能力和收斂思考能力),並藉「個人背景資料問卷」探究目前高中學生家庭背景、性別、測驗偏好等對其問題解決能力之影響,以提供教師發展問題解決課程、教學模式和培養問題解決能力之參考。

二、理論基礎

(一)創造性問題解決模式(CPS):

創造性問題解決原文為Creative Problem Solving,簡稱CPS。其中Parnes的五階段為世人所熟知並接

受，一般稱此為 Osborn - Parnes 的 CPS (Osborn - Parnes traditions of CPS)，表示兩個人對 CPS 的誕生都有功勞與貢獻。這種分段解題模式，通常用來解決開放性問題，其解題步驟包含有發現事實、發現問題、發現想法、發現解答、尋求可被接受的解答等五個階段。其最大特色是在解題的過程中，每一個階段都先有發散性思考，再有收斂性思考。

(二) CPS 與科學教育：

近年來國內外許多課程的改革風潮中，強調要培養學生問題解決的能力，如美國 Benchmarks for Science Literacy (American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1993)、我國的九年一貫「自然與生活科技」課程綱要，都把問題解決當作課程目標之一。但 CPS 雖然發展已久，實際運用在科學教學上的研究卻不多，尤其在立基在此理論基礎之上所研發出的評量工具更是少，國外有 Abell (1990) 提出一套運用 CPS 策略來解決與生活相關議題的示範教材，國內科教界有王如玉(1999)、余瑞虔(1999)、湯偉君(1999)、程上修(2000)等運用 CPS 在教學策略上，評量工具的開發則有翁玉華(1998)設計以 CPS 為基礎之創造性問題解決能力測驗。而在課程改革的聲浪中，評量的改進也是其中一個重要的趨勢，因此科學教育的研究應開發更多的問題解決評量工具，來呼應此一深切呼籲。

(三) CPS 與批判思考和創造思考的關係：

CPS 是為了提昇人們的創造力而發展出

來的，其起源為學者認為創造力是可以培養的，如 Osborn 和 Crawford 在 1948 年正式發展出的創造力提昇計劃。而 CPS 每一階段都始於發散性思考 (divergent thinking/creative thinking)，而後為收斂性思考 (convergent thinking/critical thinking)，後者是用來評價、釐清、並聚焦於前者生成之成果 (Howe, 1997)。

Treffinger 和 Isaksen (1992) 認為創造思考是一個發散的過程，從一個單獨的點或問題，擴展出更寬廣、不同的可能性及方法。鄭英耀 (1991) 亦綜合 16 位國內外學者對於創造思考的定義，歸納出兩項結論：1. 創造思考是一種心理活動歷程，也是一種高層次的心智能力，絕非無中生有，其運思仍須有相關的知識基礎。2. 創造思考之結果表現形式具多樣性，但能兼顧獨創性和有效性。本研究主要根據 Treffinger 和 Isaksen (1992) 的看法，加上其他學者認為知識基礎對創造思考的重要性，認為創造思考可說是一個運用相關知識基礎的發散過程，創造思考的結果可產生多樣性的方法。

從問題解決的角度來看，Treffinger 和 Isaksen (1992) 認為批判思考是一個收斂的過程，試圖從許多不同的點子，引出單一的目標或結果。國內鄭英耀(1991)則綜合各家批判思考的定義，認為批判思考之概念性定義有四項：

1. 批判思考是包含許多知識、態度、技能的混合體，表現於個體面臨問題解決時，能依循事實和證據審慎評估，做合理的判斷，以為信仰或行動的準據。

2. 批判思考能力在問題解決中係一種心理歷程，其結果則為一種能力。
3. 良好的批判思考是一種強調利己利人、公共利益的公正心靈。
4. 批判思考是一種可訓練的高層次思考能力。

本研究主要根據 Treffinger 和 Isaksen (1992) 的看法，加上其他學者認為知識基礎對批判思考的重要性，認為批判思考是一個運用知識、態度、技能的收斂過程，其結果會對問題提出一個最可行的方法。

關於創造思考與批判思考之間的關係，Norris 和 Ennis (1989) 認為創造思考與批判思考均在良好思考的範疇內，部分尚有重疊之處（引自鄭英耀，1991）。而張俊彥和翁玉華（2000）的研究則指出，CPS 問題解決教學模式除了在創造力的培養有充分的效果外，其中所強調的「發散性思考」與「收斂性思考」正是一般學生所應加強的思考能力。

（四）問題解決能力與相關變項：

有關問題解決能力的相關變項研究中，國內有詹秀美（1989）探討台北地區國小學生家庭變項及個人變項與問題解決能力之關係，發現智力與問題解決的關係較為密切，但不宜單獨用來預測問題解決能力的高低。

對於性別在問題解決的表現差異，Haseltine (2000) 發現男生在空間的問題解決顯著優於女生，而語言上的問題解決則以女生較佳。Gallagher & De Lisi (1994) 提出女生較男生傾向於能正確解答出傳統的數學問題，而男生則比女生傾向於較能正確解答出非傳統的數學問題，並歸因於男女生所使

用的解題策略不同所導致。Gallagher 等人 (2000) 接著提出男生在高等數學之問題解決上的表現上優於女生。Fierros (1999) 的研究亦發現，男生在數學問題解決的表現上較女生為佳。Manjengwa (1998) 則發現，在環境教育上的問題解決經驗，男生優於女生。由上述國外學者的研究結果大致可發現，較偏向理科之空間、數學、環境教育等的問題解決，男生較女生為佳；而較偏向文科之語言的問題解決則為女生優於男生，這可能與男女生所使用的解題策略不同所導致。

另外在學生對於測驗與學科偏好的變項中，目前相關的研究僅有 Anderson (1987) 以問卷調查大學生對測驗方式的偏好、Williams & Gross (1990) 發展英語精熟及 Cronan (1987) 閱讀速度測驗中，瞭解學生對測驗方式的偏好。因此，研究者亦希望能藉本研究瞭解學生對測驗的偏好、最喜歡學科、家庭背景與其問題解決能力之關係。

三、研究設計與資料分析

（一）研究對象

本研究對象為中部某國立綜合高中剛錄取之高一新生。受測學校為男女合班、常態分班之鄉鎮型學校，共有六個班級（其中男生 128 人，女生 148 人）參與此研究，經整理後獲得有效樣本 269 人（其中男生 124 人，女生 145 人），學生的基本資料將於研究結果中描述。

（二）研究工具

本研究之工具用於收集量化的資料，主

要有「問題解決思考活動」及「個人背景資料問卷」等兩項工具：

1.「問題解決思考活動」：

本研究根據 Osborn - Parnes 的 CPS 模式，解題過程中強調發散性思考與收斂性思考並重為最大特色，結合地球科學概念設計以下兩個測驗單元：主題一「太空之旅」，情境為前往預訂的月球基地中途發生意外，必須徒步一天並搶救一些物品才能順利到達月球基地；主題二「設計雨量筒」參考自程上修(2000)「製造雨量筒」教案，讓學生考慮雨量筒設計時須注意的重點，包括雨量的測量方式、雨量筒的形狀與週邊裝置等。

其中主題一「太空之旅」的測驗大致如下：

如果，現在我們順利展開太空之旅，前往預定的月球基地 - Apollo。不料，發生意外！你和同伴共 3 人搭乘的太空船墜

落於月球表面上，太空船已無法操作。但是，你們卻離預計到達的月球基地 Apollo 還有一段距離。因此，你們必須徒步走一天的路程才能到達目的地。在你們徒步的全程路途中，都位在月球背對太陽的那一邊。而你們太空船的殘骸中尚有一些物品，你們必須搶救一些物品才能順利到達月球基地 Apollo。

評量內容包含【可能會面臨的困難或危險】，屬於發散思考部分，主要希望學生能多思考月球的環境；【確定搶救物品】則為收斂思考部分，主要希望學生能根據其對月球環境的思考，加以整理所需要搶救的物品，並列出最迫切需要的物品(如表一)。本測驗之發散思考及收斂思考部分各佔 50 分，總分 100 分，期能兼顧發散思考和收斂思考在問題解決過程中的重要性。

表一 問題解決思考活動 - 「太空之旅」題目內容及評分標準

發散/收斂	標題	評分向度(配分)		給分	答案舉例
發散	【可能會面臨的困難或危險】 盡量想想在月球上你們可能會面臨哪些困難或危險？把你想到的都列舉出來，並寫出理由。	面臨的困難或危險(25)	較佳想法	4/個	缺氧
			合理想法	2/個	受傷
		理由(25)	較佳想法	4/個	月球沒有大氣層
			合理想法	2/個	月地環境不同
收斂	【確定搶救物品】 ◆你覺得太空船中可能有哪些物品需要搶救的？請將你所想到的物品一一列在下表中，並註明需要的理由。 ◆由於搶救的時間有限，所以只能搶救五件物品。請在上列表格的理由後打「✓」，表示你所選擇的五件物品。 ◆請寫出你所選擇搶救那五件物品的理由	需要物品(20)	較佳想法	4/個	導向系統
			合理想法	2/個	工具箱
		理由(20)	較佳想法	4/個	辨認方位
			合理想法	2/個	維修用
		搶救較佳想法(5)		1/個	氧氣筒
		搶救較佳理由(5)		1/個	月球上沒有氧氣

「問題解決思考活動」包含：教師指導手冊、教師評分手冊、教師評分單、學生作答本等四部分。本測驗工具在開發過程中，曾

與兩位高中地科教師、一位國中地科教師討論和修正，作初步的專家效度，並於 89 年 6 月選定台北縣某國立高中一年級學生 4 個班

級進行預試，藉此修正題目及訂定評分標準。

2.「個人背景資料問卷」：

本問卷乃為瞭解學生的家庭背景、喜歡科目、喜歡的測驗方式和對「問題解決思考活動」的喜歡程度所設計，參考 S I S S (Second International Science Study) Background Questionnaire 加以修訂，作為探究分析學生個人背景資料與其在「問題解決思考活動」表現之間的關係，此部分共有 8 題。

(三) 研究流程

本研究計畫之流程可分為三個階段：

1. 準備預試階段：

從「文獻探討及確定主題」至「確定研究工具」，皆屬準備預試階段。在此階段中，主要的工作為蒐集有關的文獻，以及開發地球科學問題解決能力測驗、個人背景資料問卷等工具。其中問題解決能力測驗工具，除了與三位地球科學教師討論並做修正外，於 89 年 6 月進行預試，藉此修正題目及訂定評分標準。

2. 正式實行階段：

從「選定研究對象」到「進行評量測驗」之資料蒐集完畢，整個過程屬此階段。正式施測的流程為：於 89 年 8 月在中部某國立高中選取六個班級進行測試，測驗時間為 1 節課，於 1 週內完成測驗，之後整理有效樣本進行資料分析。

3. 結果分析階段：

從「資料分析及結果」到「撰寫研究結果」屬此階段。本階段的工作為將蒐集的資料作整理和分析，最後提出結論。

(四) 資料分析

在量的資料分析主要為：

1. 描述性統計：除了針對學生的「個人背景資料問卷」進行分析外，並分析「問題解決思考活動」測驗結果，瞭解學生在問題解決的整體表現，以及其在發散思考與收斂思考兩部分的表現。
2. 皮爾遜積差相關 (Pearson-product-moment correlation)：進行評分者信度檢定，以及「問題解決思考活動」與「發散思考」、「收斂思考」間之相關分析。
3. One-way ANOVA 分析：比較「性別」、「對此測驗喜歡程度」、「父親教育程度」、「母親教育程度」、「家庭月收入」不同者在「問題解決思考活動」之表現上，是否有顯著差異。

四、研究結果

(一)「問題解決思考活動」測驗的信度

學生在「問題解決思考活動」的表現呈常態分佈 ($p < .200$)，且「問題解決思考活動」總分與「發散思考」部分有高度相關 ($r = .846$ ， $p < .000$)，與「收斂思考」部分有中度相關 ($r = .534$ ， $p < .000$)。在評分者信度方面，與協同研究者獨立分開批改相同的 11 份「太空之旅」試卷，得評分者信度 0.825，批改相同的 14 份「設計雨量筒」試卷，得評分者信度 0.965。

(二)「個人背景資料問卷」資料分析

本次受試學生的「個人背景資料問卷」經描述性統計分析結果，發現其父親教育程度有 50.6% 為國中 (含以下)，母親則有 62.5

%；父親教育程度在大專（含以上）者僅佔 10.0%，母親則為 3.3%。家庭的月收入有 49.8% 為 5 - 10 萬元，39.0% 的家庭月收入在 5 萬元以下（如表二）。

整體來看，學生最喜歡的學科，不外乎英文（23.0%）、數學（22.3%）、國文（20.1%），但女生在英文、國文、社會（包括歷

史、地理）等文科喜歡的比例高於男生，而男生對數學、自然（包括物理、化學、生物、地科）等理科的喜歡比例則高於女生（如表三）。學生最喜歡的測驗方式依序是單選題（53.9%）、實地操作（14.1%）、是非題（14.1%）、配合題（5.9%）。（如表四）

表二 學生家庭背景資料

	父親教育程度	母親教育程度	家庭月收入
大專以上 人(%)	27(10.0%)	9(3.3%)	10 萬元以上 30(11.2%)
高中 / 高職 人(%)	106(39.4%)	92(34.2%)	5 - 10 萬元 134(49.8%)
國中以下 人(%)	136(50.6%)	168(62.5%)	5 萬元以下 105(39.0%)
總計	269(100%)	269(100%)	總計 269(100%)

表三 學生最喜歡的學科

性別	最喜歡學科					
	英文	數學	國文	社會	自然	總計
男生	21(7.8%)	43(16.0%)	6(2.2%)	25(9.3%)	29(10.8%)	124(46.1%)
女生	41(15.2%)	17(6.3%)	48(17.8%)	23(15.9%)	16(5.9%)	145(53.9%)
總計	62(23.0%)	60(22.3%)	54(20.1%)	48(17.8%)	45(16.7%)	269(100%)

表四 學生最喜歡的測驗方式

性別	最喜歡的測驗方式						
	單選題	實地操作	是非題	配合題	書面報告	口頭報告	其他
男生	62(23.0%)	27(10.0%)	22(8.2%)	5(1.9%)	1(0.4%)	1(0.4%)	6(2.2%)
女生	83(30.9%)	11(4.1%)	16(5.9%)	11(4.1%)	11(4.1%)	9(3.3%)	4(1.5%)
總計	145(53.9%)	38(14.1%)	38(14.1%)	16(5.9%)	12(4.5%)	10(3.7%)	10(3.7%)

(三) 背景資料不同的學生在「問題解決思考活動」表現上的差異比較

經 One-way ANOVA 分析，發現以學生對「問題解決思考活動」的喜歡程度分組，考驗其在「問題解決思考活動」之發散思考與收斂思考及總分的表現上，均達顯著差異

($p < .000$)，其中「喜歡」此測驗的學生顯著地優於「不喜歡」或「普通」者。而男女生在「問題解決思考活動」發散思考與收斂思考及總分的表現上，男生高於女生，且均接近顯著差異（總分 $p < .073$ ，發散 $p < .069$ ，收斂 $p < .078$ ）。學生之父親教育程度、母親教育

程度、家庭月收入、最喜歡學科對「問題解決思考活動」發散思考、收斂思考及總分的表現則均未達顯著差異（如下表五）。

表五 背景資料不同的學生在「問題解決思考活動」表現的差異比較

問題解決思考活動	背景資料 (p 值)					
	性別	父親教育程度	母親教育程度	家庭月收入	喜歡學科	對此測驗喜歡程度
發散思考	.069	.163	.706	.432	.112	.000**
收斂思考	.078	.900	.812	.317	.301	.000**
全部總分	.073	.073	.392	.984	.143	.000**

**p < .01

五、研究討論

本研究結果發現「問題解決思考活動」測驗與「發散思考」及「收斂思考」有中度到高度相關。學生在整體分數的表現上呈常態分佈，且評分者信度高達0.825-0.965。而「問題解決思考活動」測驗開發過程中，亦已建立初步之專家效度。接著希望能進行更大樣本的施測，得到更深入的分析資料，這些研究現正在進行當中。

以描述性統計分析本次受試學生的「個人背景資料問卷」，發現其父母親教育程度多為國中(含以下)，父母親教育程度在大專(含以上)者所佔比例很低，家庭的月收入有49.8%與國民所得的雙薪家庭相當，但仍有39.0%家庭月收入在5萬元以下。

整體來看，學生最喜歡的科目，不外乎英文、數學、國文，可能是和升學科目有關，值得再做進一步的探究。但女生在英文、國文、社會等文科喜歡的比例高於男生；而男生對數學、自然等理科的喜歡比例則高於女生，與我們一般的看法和經驗相當吻合。學生最喜歡的測驗方式依序是單選

題、實地操作、是非題、配合題，其中除了實地操作以外，多為經常使用的測驗方式，且有明確的答案，這與 McVeight (1995) 探究日本學生特性，喜歡有確定答案的測驗題的結果相當類似。

經 One-way ANOVA 分析，發現以學生對「問題解決思考活動」的喜歡程度分組，發現學生在「問題解決思考活動」發散思考與收斂思考及總分的表現均達顯著差異，其中「喜歡」此測驗的學生表現，顯著優於「不喜歡」或「普通」者，顯現學生對測驗的偏好可能會影響其作答的表現，這一方面值得作為未來類似評量工具研發之參考。

參考文獻

- 1.王如玉(1999)：地球科學問題解決教學模組對高一學生學習影響之初探。臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
- 2.余瑞虔(1999)：國中理化創造性教學法影響國中學生創造考思能力之研究。臺灣師範大學化學研究所碩士論文。

- 3.翁玉華 (1998) : 問題解決能力與科學過程技能之相關探討。臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
- 4.張俊彥和翁玉華 (2000) : 我國高一學生的問題解決能力與其科學過程技能之相關研究。科學教育學刊, 8, 35-56。
- 5.湯偉君 (1999) : 創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 6.程上修 (2000) : 創造性問題解決教學模式對高一學生學習氣象單元成效分析。臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
- 7.詹秀美 (1989) : 國小學生創造力與問題解決能力的相關變項研究。台灣師範大學特殊教育研究所碩士論文。
- 8.鄭英耀 (1991) : 國小教師創造思考、批判思考及其相關因素之研究。政治大學教育研究所博士論文。
- 9.Abell, S. K. (1990). The problem-solving muse. *Science and Children*, 28, 27-29.
- 10.American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- 11.Anderson, P. S. (1987). Comparison of Student Attitudes about Seven Formats of Educational Testing, with Emphasis on the MDT Multi-Digit Testing Technique. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-Western Educational Research Association (ERIC Document Reproduction Service No. ED295 999).
- 12.Cronan, T. H. (1987). Reading rate: The measurement dilemma revisited. *Forum for Reading*, 19, 31-37.
- 13.Fierros, E. G. (1999, April). Examining Gender Differences in Mathematics Achievement on the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Montreal, Quebec, Canada).
- 14.Gallagher, A. M., & De Lisi, R. (1994). Gender differences in scholastic aptitude test-mathematics problem solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology*, 86, 204-211.
- 15.Gallagher, A. M., De Lisi, R., Holst, P. C., McGillicuddy-De Lisi, A. V., Morely, M., & Cahalan, C. (2000). Gender differences in advanced mathematical problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 165-190.
- 16.Haseltine, E. (2000). Presents two experiments to test gender differences in spatial and verbal problem- solving. *Discover*, 21, 104.
- 17.Manjengwa, J. M. (1998). Environmental education for sustainable development in secondary schools in Zimbabwe: A focus on gender differences. *International Journal of Environmental Education and Information*, 17, 17-26.
- 18.McVeight, B. (1995). The Formalized Learning Style of Student. Paper presented at the Annual Meeting of the Japan Association of

Language Teacher (ERIC Document Reproduction Service No.ED403 755).

19.Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). Evaluating critical thinking. CA:Midwest.

20.Treffinger, D. J., & Isaksen, S.G. (1992). Creative problem solving--An introduction.

Buffalo: Center for Creative Learning Inc.

21.Williams, B., & Gross, K. (1990). English proficiency test and classroom application. Paper presented at the Alaska Bilingual Education conference. (ERIC Document Reproduction Service No.ED324 156)

(上承第 17 頁)

六、後記

一個小小的遊戲背後經常蘊藏著許多數學的知識，在教師或家長適當的安排或引導下，遊戲便可以具備多種功能（引發動機、鼓勵思考、發展技能），如此一來，遊戲的價值就不只是玩玩、消遣而已，愛玩這些遊戲的小孩也將能在遊戲中學習，我們相信在這種學習方式下成長的孩子一定比別人更知道什麼是學習的樂趣，同時也更具備靈活、創新的問題解決能力。

七、參考資料

中文

1.王芳夫、王登傳：數學遊戲大觀，前程出版社 pp. 81-97。

2.孫君儀、葉均承、陳天任（民88）：土撥鼠遊戲研究，中央研究院數學傳播，第23卷第四期，p.32-38。

3.孫君儀、葉均承(民90)：圓積木研究，科學

教育月刊(本期)

4.張景媛（民83）：數學文字錯誤概念分析及學生建構數學概念的研究，國立台灣師範大學教育心理與輔導系教育心理學報第27期，p175-200。

5.黃幸美（民90）：生活數學之教學理念與實務，教育研究月刊第91期 p63-73。

6.葉均承（民90）：翻棋分類問題，台北市中等學校學生科學研究獎助研究計畫優勝作品專輯，台北市教育局。

7.葉洵君（民91）：遊戲的秘密，將發表於中央研究院數學傳播。

8.謝新傳（民89）：由現代國民應有的數學素養談九年一貫教育，中等教育第51卷第6期 p136-141。

英文

1.Skemp, R. R.(1987)：The psychology of learning mathematics,p46.

編者按：本文作者之一葉洵君現為國中生。