科學教育學刊
2007, 第十五卷第六期, 613-626

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(6), 613-626

科學自我效能量表之發展

何仕仁[1]　黃台珠[1]　吳裕益[2]
[1]國立高雄師範大學　科學教育研究所
[2]國立高雄師範大學　特殊教育研究所

（投稿日期：民國 95 年 9 月 19 日，修訂日期：96 年 7 月 23 日，接受日期：96 年 8 月 23 日）

摘要：本研究旨在根據 Bandura（1977）的自我效能理論發展國中生科學自我效能量表，旨瞭解國中學生在科學學習上的自我效能。本量表經文獻分析與專家審核後，形成量表初稿 25 題，接著以台灣中部地區 300 位國中生為樣本進行施測。所進行的信、效度考驗結果顯示：一、國中生科學自我效能量表有不錯的內部一致性信度（.9286）與重測信度（.8477），且各分量表間的相關係數均達顯著水準。二、本量表經文獻分析及專家效核後建立內容效度與專家效度，並以探索性因素分析及驗證性因素分析進行效度建構，都有相當穩定的結構。最後形成正式量表共 24 題，分別為「效能程度」10 題、「效能類化」及「效能強度」各 7 題，量表的累積總變異量高達 82.41%，由此可見本量表有著不錯的信、效度，可供相關研究參考之用。

關鍵詞：科學自我效能、問卷發展

壹、緒　論

教育部日前曾針對中等學校以下學生學習及環境概況做最新的調查報告，報告當中深切指出目前國中學生的學習窘境為67.76%的國中學生關心學校課業，但卻有84.21% 的學生面臨課業升學壓力的最大難題，這些難題都已造成學生不喜歡上學或表現無所謂的學習意願，這些比率佔了66.10%，而不喜歡上學的原因乃是不喜歡讀書，沒有目標、期望與價值，這佔了48.14%（教育部, 2004）。這些統計資料明顯指出目前國內學生學習上的問題與人才培育上的盲點。

美國教育心理學家 Covington（1984）的研究指出，目前學校教育存在兩個非常嚴重的問題：其一為能力高的學生未必有強烈的學習信念與意願，造成學習上的窒礙難行，辜負學校教育的本意！其二為學生的學習意願隨著年級升高而降低，對學習環境缺乏知覺感受，效能信念低，影響學習表現。這兩個嚴重問題也深刻影響學習歷程的優劣表現，實有探討之必要性。

國外學者 Lodewyk 和 Winne（2005）的研究指出：「學習是有意義的認知歷程，學習者在歷程中應該理解所學內容，知覺

反應出效能信念，並主動策略性的參與學習」。意指教育目的不再只侷限於傳遞課文中的知識與技能，而是在於培養學生成為一位懂得主動、有效學習的學習者，換句話說，學生在科學學習的歷程中亦需要「學習如何學習」（learning how to learn），將所學的科學知識帶著走，才能夠有效提升科學學習成效。

國內相關研究（李晏樺和林清文, 2003; 黃盛蘭, 1999; 楊百川, 2001; 魏麗敏和黃德祥, 2001）皆指出目前中學生均對學習歷程中的求知信念缺缺，且備感困擾，進而影響其學習成就。事實上，學習者在學習歷程中能促成自發性的學習因素在於學習者本身的動機信念，但動機信念的行為指標仍坐落於自我效能的目標確立，自我效能是學習者個人實際行為表現的主要中介因素。

目前關於自我效能的研究，國內部份除少數學者如梁茂森（1998）、孫志麟（2003）專文探討其量表發展外，其它幾乎都是併入動機研究或其他相關研究，而學位論文雖然近幾年在這方面探討也頗多，卻在自我效能的概念與測量部份，一直沒有深入研究，再者，測量的對象與學科領域也屬重要，實有加強研究的需要。有鑒於此，本研究以國中自然科學為領域，對象為九年一貫實施後的國中學生，發展其科學自我效能的測量工具，同時檢定其信、效度，以供探討科學自我效能的教學與學習應用，並作為診斷學生學習與教學改進的參考。

貳、文獻探討

一、科學自我效能的概念

Bandura（1977）最早提出自我效能（self-efficacy）的概念，同時在1986的社會學習理論提出自我效能的核心價值。研究認為自我效能高者會全心投入工作，獲得高成就，低自我效能者無法全心投入工作，而導致失敗。國內學者梁茂森（1998）則認為學生對自己學習能力的看法乃重要的學習動力，此一動力即為自我效能。自我效能可視為是一種情境特定性的構念（situational-specific construct），是指學習者對於自己是否能獲致成功所具有的信念，而此種信念乃是學習者個人對自己從事某項工作或表現某種行為所具有的能力，通常會影響個人所設立的目標水準、策略選擇、結果表現、及面對困難時的堅持程度。

綜合國內、外學者對自我效能的定義如表1所示：

根據上述研究結果與定義，本研究認為自我效能意指學習者自己評估在特定環境下，能完成特定行為的能力表現。

在特定領域方面，Godding 和 Glasgow（1985）則針對自我效能認定是學習者在特定領域對於自己處理周遭特定事物能力的一種目標評估，而此種目標評估的產生乃是來自於環境知覺、自我管理及個人能力經驗或成就與表現之間交互作用的結果。Woolfolk 和 Hoy（1990）也對自我效能下定義，認為那是個人對自己在特定領域情況下，對特定行為的一種能力知覺，可作為解釋行為程度的預測變項，而此變項會因認知、環境及行為等變數之差異，而有不同的目標策略及效果表現。在此所指的特定領域，以本研究而言，可定義為科學學習領域，所以科學自我效能是指學習者自己評估在科學環境知覺下，能完成特定行為的能力表現。

研究科學教育的學者羅珮華（2003）在探討國中學生特質與科學學習成就的關係時發現，科學自我效能感是強烈影響科學學習

表 1：國內、外學者對自我效能的定義

學者	定義
Bandura（1977）	是指個人對於自己能否獲致成功所具有的信念。
Lee（1983）	個人估計完成某項工作所具有的能力或信心。
Roth（1985）	個人為達成預期結果，在執行其學習活動之行為中，對自身能力的一種知覺，且自我效能會影響個人的動機與行為。
Schunk（1989）	個人的一種信念，是個人自信能夠做到期望之表現水準的一種看法，亦即對自己的執行能力能夠有效達到預期目標的信念。
張春興（1991）	個人對自己從事某種工作的能力的主觀判斷，以及對該工作可能做到的程度的一種主觀評價，其基本要義是個人在面對某一富挑戰性工作，經過多次成敗歷練後，確認自己對處理該項工作，具有高度效能。
孫志麟（1991）	個人對於自己能夠獲致成功所具有的信念，而此信念乃是對自己完成某種行動的一種能力判斷。
黃郁文（1994）	個人對從事某種工作所具備的能力，以及對該工作可能做到地步的一種主觀評價。
陳玉玲（1994）	自我效能是在指定的情境中，個人能夠成功表現行為方向的信念，也就是個人表現特定作業的能力的信念。
梁茂森（1998）	個人執行並達成其設定的工作目標的能力之信念，此種信念決定個人如何思考、感受及行為。
洪菁穗（1999）	自我效能是情境特定的構念、能力的信念，並且與先前的經驗關係密切，也是未來工作表現的預測指標。
吳恬妮（1999）	個體每遭遇不同的事件，必須重新評估自己的能力，以增進個人的自我效能。
林春煌（2003）	自我效能應是一種知覺，指個人在面對特殊情境下的任務時，表現出確認自己有能力完成的一種信念。
張淑筵（2003）	自我效能是指個體在追求某一個目標時，能夠察覺並相信自己可以達到某種行為和表現的信念。

成就之因素。許德發（1999）的研究發現生物學科自我效能與學業成績呈現顯著正相關。黃惠卿（2004）的研究也認為科學自我效能愈高，則科學學習成就愈高。這些科學自我效能對科學學習成就的預測影響都有實徵性證據解釋，同時也說明著其間的直接關係，但自我效能根據相關研究（Bandura, 1986; Bong, 2001, 2004; Pintrich, 1989, 1999, 2000, 2003; Smith, Sinclair, & Chapman, 2002; Wigfield & Eccles, 2000; Wolters, 2003）認為，學習者會在特定學習領域的學習環境知覺反應後，自我觀察、判斷、反應，並設立目標。這確立的目標會指引並影響其後的行動與學習策略應用，顯示本研究的科學自我效能對科學學習策略的影響性功能。而在目標確立後，學者 Kuhl（1985, 2000, 2005）、Corno（1989, 1994）、Corno 和 Kanfer（1993）及 Wolters（2003）的研究皆認為，目標的達成賴於行動意志（action volition）的確認與支持，並保護設定的目標，避免半途而廢。雖然自我效能有著直接影響行動控制的因果，但 Wolters（2003）更認為將其當成中介因素促其採用更佳的學習策略，將對學習成就與表現有深層的影響效果。

從上述文獻可知，科學學習歷程上，也有著從事科學工作與問題解決的相關性影響因素，而此時的自我效能便扮演極重要的中介角色，導引學習者的行為判斷與表現，學習者個人評估在科學學習歷程不足或缺乏支援情況下，仍能從事規律性科學活動的把握程度，即指學習者自己評估在特定的環境知覺下，能完成特定行為的能力目標。

二、科學自我效能的測量

目前國內關於國中生的自我效能量表發展有如表2所列：

這些量表的實施對象皆是國中生，而且

表 2：國中生自我效能的測量工具

研究者	量表名稱	實施對象	構念
梁茂森（1998）	國中生學習自我效能量表	國中生	堅持努力、言語說服、完成作業、樂意學習、達成目標、生理狀態
洪菁穗（1999）	理化科自我效能問卷	國中生	概念理解、概念應用、同儕互動、師生互動
吳恬妮（1999）	生物科自我效能問卷	國中生	概念理解、概念應用、同儕互動、師生互動
廖顯能（2003）	國中生網路遊戲自我效能量表	國中生	成功經驗、觀察學習、正向鼓勵、生理狀態、接納程度、堅持努力
張淑筵（2003）	英語自我效能量表	國中生	堅持努力、語言說服、完成作業、樂意學習、自我肯定

表 3：影響科學自我效能的訊息

四種訊息	提高科學自我效能訊息	降低科學自我效能訊息
精熟的科學經驗	成功的科學經驗	失敗科學經驗的累積與科學學習的無力感
替代性的科學經驗	學習與自己狀況類似、目標相同之人的成功經驗及解決問題的方法	看見或聽見條件優秀的人成功的事情
科學說服的形式	由優秀的專業人士或對其具吸引力的人加以鼓勵、評價及讚美。在言語及態度上支持，同時，在精神上認同支援對象	所做的事不被重視、斥責及不被關心被忽視
生理狀態	從事科學活動時，自覺生理及心理所產生的良好反應	疲倦、不安、疼痛、緊張及受損的感覺

理論架構都是以自我效能理論為基礎，在結構向度方面也都屬於多向度類型的構念分析，進一步分析這些向度的意義，我們可以發現各研究對自我效能的界定並不一致，雖然應用在不同特定領域以致發展出來的測量工具，其測得之自我效能因素結構也不盡相同。

按 Bandura（1977, 1986, 1997）提出的自我效能模式，並從科學自我效能來區分效能的前置因素，則應包括精熟的科學經驗（mastery experience of science）、替代性的科學經驗（vicarious experience of science）、科學說服的形式（forms of science persuasion）及生理狀態（physical indexes）等四項效能訊息來源，表3便是修改自 Bandura（1997）影響自我效能的訊息，藉此說明科學自我效能的訊息刺激與影響因素。

從表3發現，當學習者面臨成功的科學經驗、失敗科學經驗的累積或科學學習的無力感時，個人是容易將熟練的科學經驗或貫徹執行的科學能力訴諸於科學工作的困難度，同時在將同類但困難度不同的行為依序排列時，個人會因此面對難度不同的行為而有不同的行為效能程度表現。而學習者在學習與自己狀況類似、目標相同之人的成功經驗及解決問題的方法上或看見與聽見條件優秀的人成功的事情時，他們會模擬實境學習的科學經驗，個人會將對於科學情境所評估的自我效能，類化至其他相似情境的情形，而使目標達成。但若具有說服性的科學狀況或生理自然法則的導引，例如由優秀的專業人士或對其具吸引力的人加以鼓勵、評價及讚美，在言語及態度上支持，同時，在精神上認同其支援對象，而且從事科學活動時，自覺生理及心理所產生的良好反應下，便會強化學習者確信完成特定科學行為的把握度。

Bandura（1977, 1986, 1997）所提出的自

我效能理論強調自我效能的測量並非針對個人技巧的有無，而是測量當個人面臨各種不同的情況下，仍能夠從事這項行為的自信程度，因此自我效能應在程度（level）上有所不同，同時在類化（generality）與強度（strength）也會有所差異。其在三個向度上的分述如下：

(一)效能程度（level）：指測量困難程度不同的情況下能夠完成任務的能力。當沒有任何阻礙存在時，任務就會顯得容易執行，造成每個人都能夠輕易完成，反而無法測出真正的自我效能。

(二)效能類化（generality）：指在相關行為的範圍與情境中，其自我效能類推的狀況，且一般性會隨行為的相似度與情境的性質而有所差異。

(三)效能強度（strength）：自我效能有不同的強度，當強度越強時， 表示越能夠承受困難與阻礙，同時執行這項行為的可能性也越高。

另外其它在自我效能相關研究上的學者（Bong, 2001, 2004; Pintrich, 1989, 1999, 2000, 2003; Smith, Sinclair, & Chapman, 2002; Wigfield & Eccles, 2000; Wolters, 2003）也都遵循 Bandura 的自我效能理論在其研究發表上提及自我效能的效能程度、類化與強度三向度為個人效能預測的重要構念。

所以，本研究試著從這三層面解釋科學自我效能：

(一)效能程度

即科學工作的困難度，當將同類但困難度不同的行為依序排列時，個人會因面對難度不同的行為而有不同的行為效能。例如在上科學課時，我能面對現實的學習環境做自我調適，選擇適合自己能力的工作去完成。這部份意指學習者對效能預期有不同的等級，因此必須想要欲消除的行為按難易程度排列，使效能預期不同的人，可以面對不同難度的工作。有些人只能做較簡單的工作，有些人則逐漸嘗試面對較困難的工作，甚至極端艱鉅的工作。

(二)效能類化

個人將對於科學情境所評估的自我效能，類化至其他相似情境的情形。例如在上科學課時，我能察覺科學性的相關研究，了解可藉由其發現解決很多生活問題。這部份意指有些經驗只能產生有限的成功預期，有些則具有高度的類化效果，可以擴展至與特殊的科學情境相同或不同的事物中。

(三)效能強度

個人確信完成特定科學行為的把握度。例如在上科學課時，我相信自己能從事一些有趣且有意義的科學活動。這部份意指強度較弱的預期，很容易因失敗的經驗而消除，擁有強烈成功預期的人，即使稍遇挫折，仍能持之以恆，努力克服。

因此要有意義的分析效能預期與行為改變的關係，必須精確的測量出效能預期的程度、類化與強度（Bandura, 1977, 1986, 1997），因為效能預期愈強，應付困境時，成功機會也會愈大。

這三層面的科學自我效能意涵與近來 Walls 和 Little（2005）的研究顯示一致，皆認為科學自我效能應具有以下功能：1.判定人們對科學活動的選擇，以及對該活動的堅持性。科學自我效能水平高者傾向於選擇有挑戰性的任務，在困難面前堅持自己的行為；而科學自我效能水平低者則相反。2.影響人們在困難面前的態度。科學自我效能水平高者敢於面對困難，富有自信心，相信通過堅持不懈的努力可以克服困難；而科學自

我效能水平低者在面對困難時缺乏自信，畏首畏尾，不敢嘗試。3.影響新行為的習得和已習得的行為的表現。4.影響進行科學活動時的情緒。科學自我效能水平高者信心十足，情緒飽滿；而科學自我效能低者充滿恐懼和焦慮。

從 Walls 和 Little（2005）的研究可瞭解，科學自我效能的判斷會影響我們選擇從事的科學活動、我們在該情境會盡多少力、會持續多久，以及在預期某情境或置身其中時會有什麼情緒反應。概言之，科學自我效能的知覺會影響個人思考型態、行動察覺、行動控制、行為表現和情緒狀態等。

再者，學者 Lodewyk 和 Winne（2005）的研究指出：「學習是有意義的認知歷程，學習者在歷程中應該理解所學內容，知覺反映出效能目標，並主動策略性的參與學習。」，意指教育目的不再只侷限於傳遞課文中的知識與技能，而是在於培養學生成為一位懂得主動、有效學習的學習者，換句話說，學生在求學過程中需要「學習如何學習」，將所學知識帶著走，才能夠有效提升學習成效。

所以本研究為促使在科學學習歷程中的關鍵性影響因素--自我效能，能對科學領域的教師在察覺學習者從事科學工作與問題時的行為表現做一判斷，進而適時、適當協助學習者確立效能目標，完成學習成效，成為本研究建構科學自我效能量表的重要動機與目的。

參、研究方法

本研究根據 Bandura（1977, 1986, 1997）所提出的自我效能理論對自我效能的測量發現，效能程度、效能類化與效能強度會影響學習者對學習任務的判斷選擇與堅持，也影響學習者行為上的自信心及信念表現。有鑑於此，本研究除根據上述文獻外，也參照九年一貫自然領域國中階段的綱要與十大能力指標，自編「國中生科學自我效能量表」來測量受試者的科學自我效能。科學自我效能量表的建立是認為科學學習，在於經由適當的教材內容與探究活動的學習歷程中，獲得目標效能的增進。

「國中生科學自我效能量表」初稿完成後，由四位任教高師大科教所、特教系及教育系之教授進行專家審核，這四位教授專長分別為科學教育、心理測驗、教育統計及教育心理，另請三位任教自然領域教師針對題目內容與文字敘述進行內容審核，以建立量表之完整的專家效度與內容效度。本研究經預試分析保留25題進行正式施測，全量表有三個分量表，分為效能程度、效能類化及效能強度等三部份，效能程度分量表有11題，例如：在上科學課時，我能面對現實的學習環境做自我調適，選擇適合自己能力的工作去完成。效能類化分量表有7題，例如：在上科學課時，我能察覺科學性的相關研究，了解可藉由其發現解決很多生活問題。效能強度分量表有7題，例如：在上科學課時，我相信自己能從事一些有趣且有意義的科學活動。全量表共25題，施測時間約10分鐘，採 Likert 四點量表形式作答，依「非常符合」、「符合」、「不符合」、「非常不符合」予以4分至1分區間尺度衡量之。最後，針對中部地區三所國中（居仁、豐東、延和）發出300份量表（男生153人，女生147人，不包含特殊學生），這三所學校為中部地區之大型學校，位置分屬市區（台中市）、市郊（豐原市）及郊區（竹山鎮），且皆實施常態編班的優質學校，採隨機抽取各校八年級各三班學生為施測對象，由研究者現場施測，確保回收率，實際回收量表300份，有效量表300

份，有效量表回收率高達100%。

肆、研究結果與討論

本研究以台灣中部地區三所國中（居仁、豐東、延和）的300位學生為樣本，進行施測「國中生科學自我效能量表」，各校施測時間皆為九十三學年度下學期第二次段考後一個星期，其信、效度考驗結果如下：

一、量表的信度及相關係數統計量

「國中生科學自我效能量表」之敘述統計及信度分析如表 4 所示，本量表只刪除第 12 題，原因在於刪除第 12 題後，能使該分量表的 Cronbach's α 值提高，且該題項與量表總分之積差相關未達 .4 以上，所以必須予以刪除。全量表 Cronbach's α 值皆在 .85 以上，Nunnally(1978)的研究指出，Cronbach's α 係數至少應在 .5 至 .6 以上，其量表之內部一致性信度方可接受，所以由表 4 可知本研究量表之三個因素的內部一致性 α 值係數依序為 .8859，.8928，.9017，總量表的 Cronbach's α 值為 .9286。重測信度部分，本研究以原樣本中 112 位學生為對象，

表 4：「國中生科學自我效能量表」之敘述統計及信度分析

題項	樣本數	平均值	標準差	相關分析	項目刪除 α 值	題項取捨	Cronbach's α 值	重測信度（N = 112）
SE4	300	3.0867	.6328	.7063	.8608	取		
SE2	300	3.3133	.6190	.6588	.8633	取		
SE8	300	3.2000	.7083	.7149	.8596	取		
SE1	300	3.0600	.6515	.7308	.8593	取		
SE3	300	2.9167	.6617	.7236	.8595	取		
SE5	300	2.8100	.6896	.7455	.8582	取	.8859	.7812
SE2	300	3.1047	.8123	.2956	.8863	捨		
SE9	300	2.8333	.7169	.7300	.8595	取		
SE14	300	3.2067	.7016	.7127	.8601	取		
SE11	300	3.0933	.7482	.6984	.8606	取		
SE6	300	2.5700	.8004	.7562	.8577	取		
SE20	300	2.9933	.6891	.7341	.8583	取		
SE13	300	3.0001	.6723	.7256	.8597	取		
SE15	300	3.0167	.6306	.7042	.8607	取		
SE10	300	3.1667	.6273	.7098	.8599	取	.8928	.8109
SE22	300	2.9300	.6928	.6843	.8612	取		
SE18	300	2.8700	.7671	.6928	.8605	取		
SE19	300	2.9167	.7991	.7138	.8593	取		
SE23	300	2.4567	.7939	.7018	.8600	取		
SE7	300	2.9533	.6894	.5672	.8785	取		
SE16	300	2.4900	.8309	.5013	.8801	取		
SE24	300	2.7800	.6830	.7200	.8585	取	.9017	.8246
SE25	300	2.7333	.7306	.7296	.8569	取		
SE21	300	2.6900	.7500	.7184	.8597	取		
SE23	300	2.4567	.7939	.6974	.8600	取		

註：科學自我效能量表的 Cronbach's α 值為 .9286，重測信度為 .8477。

進行間隔三週的重測，三個分量表的重測信度係數為 .7812、.8109、.8246，總量表的重測信度為 .8477，而各分量表間的相關係數均在 .27 以上，如表 5 所示，達 .001 顯著水準，表示全量表的一致性和可靠性是不錯的。

表 5：「國中生科學自我效能量表」之各分量表間相關係數（N = 300）

	效能程度	效能類化
效能類化	.42***	
效能強度	.37***	.28***

***$p < .001$

二、量表的效度

本研究之「國中生科學自我效能量表」除前述所建立之內容效度暨專家效度外，並透過探索性因素分析暨驗證性因素分析來建立其建構效度，探索性因素分析是為檢驗結果是否與文獻理論相符合，確認本研究因素與變數之間的關係；驗證性因素分析是為驗證理論架構與本研究蒐集之觀察資料是否相符合，以建立其建構效度，因素分析如下：

(一)探索性因素分析

本研究為評估本組資料是否適合因素分析，除了 Cronbach's α 測試外，並依 Kaiser（1974）所提出之判斷準則，進行 KMO（kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy）測試，當 KMO < 0.5時，不適合進行因素分析，本研究 KMO 值達 .85，所以表示資料適合進行因素分析。故針對「國中生科學自我效能量表」結果進行因素的萃取，以確立編制之量表能測出因素個數及其所屬向度，並作為量表驗證性因素分析之理論基礎。首先根據統計學者 Arbuckle（1999）之建議，從影響因素分析成功率之變因的模擬研究結果，可以知道因素負荷量（Λ）之影響最大，其次為每個因素之題數（n）及因素間之相關（Φ），再其次為受試樣本數（N）及題目難度分布(σ_b)，量尺點數之影響最小，但也有些影響。因此單題之信度低，如能合併多個題目成為新變項，再以這些新變項進行因素分析，那因為新變項之信度提高，其 Λ 也變大，而且各新變項之難度差異縮小，當然可以提高因素分析之成功率。所以本研究將各構面題項以奇數題和偶數題分成兩組，各自加總成兩個總分，將24 × 24的矩陣縮減為6 × 6的矩陣，以減小各變項誤差所佔比率，預先設定萃取3個因素，採主軸分析法（principal axis factors）萃取共同因素，並以斜交轉軸（oblique rotation）處理之，所有因素特徵值總和為4.96，約佔總變異量的82.41%，其因素分析結果如表6所示。

表 6：「國中生科學自我效能量表」之因素分析結果

構面	因素一	因素二	因素三	解釋變異百分比	累積解釋變異百分比
程一	.883			33.69	
程二	.849				
類一		.901		26.82	82.41
類二		.656			
強一			.944	21.90	
強二			.538		

註：程一為原題項 SE4、SE8、SE3、SE9、SE11 之加總；程二為原題項 SE2、SE1、SE5、SE14、SE6 之加總；類一為原題項 SE20、SE15、SE22、SE19 之加總；類二為原題項 SE13、SE10、SE18 之加總；強一為原題項 SE23、SE16、SE25、SE23 之加總；強二為原題項 SE7、SE24、SE21 之加總。

(二)驗證性因素分析

本研究所稱之模式為「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式，同時為檢測資料與模式間的適合度，進一步對各構

面的建構效度進行驗證性因素分析，而模式適合度的評鑑，根據統計學者吳裕益（2005）的研究認為必須從基本適合度（preliminary fit criteria）、整體適合度（overall model fit）及模式內在結構適合度（fit of internal structure of model）三方面進行評鑑，模式圖如圖1所示，圖中 F 代表科學自我效能的三向度構面，e 代表誤差變異數。

本研究變項間的測量模式如下所示：

$Y = \Lambda y\eta + \varepsilon$

Y：觀察變項，本研究所指為各構面指標。

Λy：潛在變項與 Y 變項的關係。

η：潛在變項，本研究所指為各因素構面。

ε：Y 變項的測量誤差。

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 \\ \lambda_{21} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{32} & 0 \\ 0 & \lambda_{42} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{53} \\ 0 & 0 & \lambda_{63} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \end{bmatrix}$$

1.基本模式適合度

學者吳裕益（2005）建議重要的基本模式適合度標準有：(1)不能有負的誤差變異。(2)誤差變異的顯著性檢定必須達顯著水準。(3)因素負荷量不能太低。(4)不能有很大的標準誤。從表 7 得知，標準化所有估計值皆小於 1，因此無負的誤差變異。因素相關模式完全符合基本模式適合度的評鑑標準。

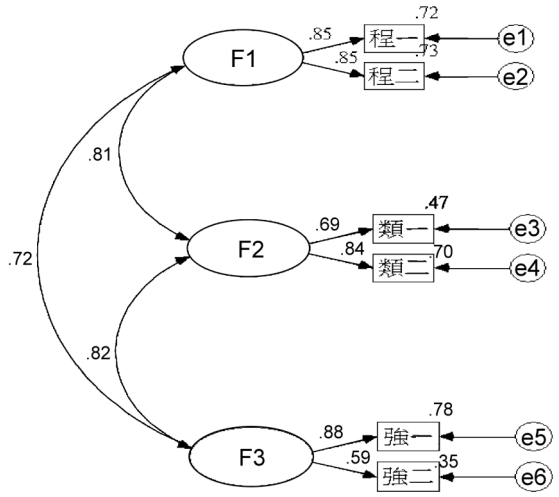

圖 1：「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式圖。

表 7：「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式估計參數值表

參數	未標準化			標準化
	估計值	S.E.	C.R.	估計值
λ_{11}	1.000			0.847
λ_{21}	0.898	0.061	14.749*	0.852
λ_{32}	1.000			0.686
λ_{42}	0.723	0.063	11.548*	0.839
λ_{53}	1.000			0.884
λ_{63}	0.719	0.080	9.029*	0.592

*$p < .05$.

2.整體模式適合度

整體模式適合度在於評鑑整個模式與觀察資料的適配程度，也就是評量模式的外在品質。本研究也根據學者吳裕益（2005）之建議，從絕對適配度（measures of absolute fit）、精簡適配度（parsimonious fit measures）及增值適配度（incremental fit measures）三方面評鑑「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式的整體適合度。

絕對適配度方面，目的在確定整體模式可以預測共變數或相關矩陣的程度。本研究所得之 $\chi^2 = 7.017$，$p = .319 > .05$，未達顯著性；GFI（goodness of fit index）= .992，符合介於0~1之間，且愈大愈好；ECVI（expected cross-validation index）= .124，符合比獨立模式2.698值小；標準化 RMR（root mean residual）= .017，RMSEA = .012，符合低於 .05 之評鑑標準。

精簡適配度方面，目的在診斷是否因係數太多以致過度適配資料而達成所要的模式適合程度。本研究所得 AIC（akaike information criterion）= 37.017，符合比獨立模式值806.732小，PNFI = .92，Critical N = 326.52，皆達到檢定標準。

增值適配度方面，目的在於檢視理論模式與基準模式比較之結果。本研究所得之AGFI（adjusted GFI）= .973，NFI（normed fit index）= .991，RFI（relative fit index）= .978，CFI（comparative fit index）= .999，都大於 .90的評鑑標準。

綜合整體適合度的評鑑結果，本研究所建構之「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式具有理想的外在品質與評鑑結果。

3.模式內在結構適合度

模式內在結構適合度在於評鑑模式內估計參數的顯著性、各指標與潛在變項的信度等，也是模式的內在品質，模式內在品質可從個別項目信度、平均變異抽取量來加以估計，其評鑑標準皆在0.5以上。從表8可知，以個別指標信度而言，類一、強二之個別指標信度稍低，其餘觀察變項指標信度皆大於0.5；在潛在變項的平均變異抽取量部份都在0.5 以上。整體而言，模式之內在品質大致良好。

表 8：「國中生科學自我效能量表」之驗證性因素分析模式之個別指標信度及潛在變項之平均變異抽取量

變項	個別指標信度（R^2）	潛在變項的平均變異抽取量
效能程度		0.722
程一	0.717	
程二	0.726	
效能類化		0.587
類一	0.470	
類二	0.703	
效能強度		0.516
強一	0.781	
強二	0.350	

伍、結論與建議

一、結論

本研究之科學自我效能量表是在九年一貫實施後，國中學生在自然領域的效能信念檢測結果，在理論層次不僅以 Bandura（1977）的自我效能理論為主，並參酌過去有關自我效能的相關實徵研究，透過實務設計，發展量表，也考量九年一貫自然領域的實施現況，所以本研究測得之科學自我效能結構，兼具理論與實務之基礎。

本研究之「國中生科學自我效能量表」是一份具有信效度的評量工具，而且相對以往的自我效能量表研究，在於效度部分以驗證性因素分析進行量表結構的驗證，以檢證不同於過往之多向度因素（吳恬妮, 1999; 洪菁穗, 1999; 梁茂森, 1998; 張淑筵, 2003; 廖顯能, 2003）。但從過去的研究發現，科學自我效能的意義並無一致的界定，以致引發概念上的爭議與討論，導致量表的測量構面上各有不同。問題主要焦點呈現在兩個方面：第一是科學自我效能是一種特質（trait）或狀態（state）？這以本研究而言是認為可以透過知識累積與經驗成長而改變，所以可說是一種狀態下的產物，為動態發展的歷程。第二是科學自我效能與一般自我效能有無差異？科學自我效能源自於自我效能理論，屬於特定領域的概念，這是無庸置疑的。科學自我效能是一種與科學學習有關的構念，而不能看成是一般的自我效能。所以本研究的構念從效能程度、類化與強度進行探討便是為符合自我效能特定領域研究的訴求，進而

強調科學學習的動態歷程，非只是單純的特質而論，有別其它的相關研究（洪菁穗, 1999; 吳恬妮, 1999; 梁茂森, 1998; 張淑筵, 2003; 廖顯能, 2003）。

最後，科學自我效能屬於學習信念的一環，特別是學習者對自我能力的判斷。所以，科學自我效能並不是學習者的實際學習成果。目前許多的實徵研究（羅珮華, 2003; 許德發, 1999; 黃惠卿, 2004）指出：學習者的自我效能可以預測其學習成效，因而被視為有效學習或學習者效能的評估指標，成為學習歷程研究的重要議題。本研究透過問卷調查方式，進行學習者的科學自我效能測量，在研究方法上並未兼採觀察、訪問等方法，以致難以瞭解本研究所測得之科學自我效能與實際學習表現有無一致。因此，對於科學自我效能與學習表現的關聯，從本研究中是無法判斷的。當然，這並非本研究的目的。

二、建議

首先，本研究是以中部地區的國中學生為施測對象，並非取樣於其它不同地區的學生，因此，在量表擴展應用時，必須特別謹慎。其次，科學自我效能是一種與特定性情境有關的概念，且為動態發展的狀態，後續研究也可採情境測驗或動態評量的方式進行，以補強本研究之不足。再者，本研究探討重點在於捕捉科學自我效能的概念，僅處理特殊性問題，而未針對類化特性進行分析，未來可針對這個方向進行研究，以瞭解國中生科學自我效能與其它學習活動之關聯。最後，科學自我效能量的判斷，本研究認為此與學習者個人對科學學習的理解與認知有關，不得過度推論，得分高的高科學自我效能學生，有可能實際上沒有展現真正進取的目標信念，反而呈現退縮的學習行為，所以有必要進一步分析其學習理念類型，貿然斷定高科學自我效能就有正向進取的目標信念，甚至預期會呈現正面的學習成效，都有可能產生錯誤訊息，而誤判其效果，此須予以注意。

致　謝

本文感謝多位科教先進的斧正及匿名審委的審閱，特此謝忱。

參考文獻

1. 林春煌（2003）：**成長團體對高中生物理科自我效能與學習成就影響之研究**。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
2. 李旻樺、林清文（2003）：高中學生之自我效能、成功期望、學習任務價值與動機調整策略之研究。**中華輔導學報**, **14**, 117-145。
3. 洪菁穗（1999）：**探討國中生在理化科的學術地位、自我效能與學業成敗歸因之關係**。台北市：國立台灣大學碩士論文（未出版）。
4. 吳恬妮（1999）：**探討國中生生物科自我效能與學術地位之關係及其在組對討論中的效應**。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
5. 吳裕益（2005）：**線性結構模式的理論與應用**。線性結構模式上課講義，國立高雄師範大學特殊教育研究所。
6. 黃郁文（1994）：自我效能概念及其與學業成就表現之關係。**諮商與輔導**, **106**, 39-41.
7. 黃盛蘭（1999）：**中學生行為困擾問題與求助態度之研究**。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
8. 黃惠卿（2004）：**國中數學教室目標結構、成就目標、自我效能、不適應學習行為及學習成就之相關研究**。彰化縣：私立大葉大學碩士論文（未出版）。

9. 陳玉玲（1994）：**目標設定、目標投入與自我效能對國小數學作業表現的影響**。高雄市：國立高雄師範大學碩士論文（未出版）。
10. 許德發（1999）：**專科學生對科學的態度、生物學科自我效能與其營養健康信念表徵、學業成就之關係研究**。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
11. 教育部（2004）：**台灣地區中等以下各級學校學生學習及生活概況調查摘要報告**。2004年9月27日，取自 http://www.edu.tw/statistics/index.htm。
12. 孫志麟（1991）：自我效能的基本概念及其在教育上的應用。**教育研究雙月刊**, **22**, 47-53。
13. 孫志麟（2003）：教師自我效能的概念與測量。**教育心理學報**, **39**(2), 139-156。
14. 張淑筵（2003）：**英語學習策略教學對國中生的學習表現與自我效能之影響**。花蓮市：私立慈濟大學碩士論文（未出版）。
15. 楊百川（2001）：**中學生心理需求困擾之評量與調查研究**。台南市：國立成功大學碩士論文（未出版）。
16. 梁茂森（1998）：國中生學習自我效能量表之編制。**教育學刊**, **14**, 155-192 。
17. 張春興（1991）：**現代心理學**。台北市：東華書局。
18. 廖顯能（2003）：**雲林縣國中學生網路遊戲自我效能與學習自我效能之研究**。嘉義縣：國立中正大學碩士論文（未出版）。
19. 魏麗敏、黃德祥（2001）：國中與高中學生家庭環境、學習投入狀況與自我調節學習及成就之研究。**中華輔導學報**, **10**, 63-118。
20. 羅珮華（2003）：**從「第三次國際科學與數學教育成就研究後續調查（TIMSS 1999）」結果探討國中學生學習成就與學生特質的關係：七個國家之比較**。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
21. Arbuckle, J. L. (1999). *Amos 4.0 user's guide.* Chicago: SmallWaters.
22. Bandura, A. (1977). Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*, 191-215.
23. Bandura, A. (1986). Social foundations of though and action: A social cognitive theory. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.
24. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control.* New York: W. H. Freeman.
25. Bong, M. (2001). Between- and within-domain relations of academic motivation among middle and high school students: Self-efficacy, task-value, and achievement goals. *Journal of Educational Psychology, 93*, 23-34.
26. Bong, M. (2004). Academic motivation in self-efficacy, task value, achievement goal orientations, and attributional beliefs. *The Journal of Educational Research, 97*(6), 287-297.
27. Corno, L. (1989). Self-regulated learning: A volitional analysis. In B. J. Zimmerman, & D. H. Schunk (Eds.), Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and preactive (pp. 83-110). New York: Springer-Verlag.
28. Corno, L. (1994). The best-laid plans: Modern conceptions of volition and educational research. *Educational Research, 22*(2), 14-22.
29. Corno, L., & R. Kanfer (1993). The role of volition in learning and performance. *Review of research in education, 19*, 301-341.
30. Covington, M. V. (1984). The self-worthy theory of achievement motivation: Finding and implication. *The Elementary School Journal, 85*(1), 5-20.
31. Godding, P. R., & Glasgow, R. E. (1985). Self-efficacy and outcome expectations as predictors of controlled smoking state. *Cognitive Therapy*

and Research, 9(5), 583-590.

32. Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity, *Psychometriko, 39*, 31-36.
33. Kuhl, J. (1985). Volitional mediators of cognition-behavior consistency: Self-regulatory processes and actions versus state orientation. In J, Kuhl, & J, Beckman (Eds.), *Action control: From cognition to behavior* (pp. 101-128). N.Y.: Springer-Verlag.
34. Kuhl, J. (2000). The volitional basis of personality systems interaction theory: Appliction in learning and treatment contexts. *International Journal of Educational Research, 33*(7-8), 665-703.
35. Kuhl, J. (2005). How to resist temptation: The effects of external control versus autonomy support on self-regulatory dynamics. *Educational researcher, 73*(2), 443-470.
36. Lee, C. (1983). Self-efficacy and behavior as predictors of subsequent behavior in an assertiveness training program. *Behavior Research and Therapy, 21*, 225-232.
37. Lodewyk, K. R., & Winne, P. H. (2005). Relations among the structure of learning tasks, achievement, and changes in self-efficacy in secondary students. *Journal of educational psychology, 97*(1), 3-12.
38. Pintrich, P. R. (1989). The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. In C. Amers, & M. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement: Motivation enhancing environments* (Vol. 6, pp. 117-160). Greenwich, CT: JAI Press.
39. Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *Educational Research, 31*, 459-470.
40. Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multuple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psycholog, 92*(3), 544-555.
41. Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*(4), 667-687.
42. Roth, W. G. (1985). Treatment implications derived from self-efficacy research with children. Doctor of Psychology Research Paper, Biola University , California.
43. Shunk, D. H. (1989). Self-efficacy and cognitive skill learning. In C. Ames, & R. Ames (Eds.). Research on motivation in education: Goal and cognitions (Vo1. 3, pp. 13-44). San Diego: Academic Press.
44. Smith, L., Sinclair, K., & Chapman, E. (2002). Students' goals, self-efficacy, self-handicapping, and negative affective responses: An Australian senior school student study. *Contemporary Educational Psychology, 27*, 471-485.
45. Walls, T. A., & Little, T. D. (2005). Relations among personal agency, motivation, and school adjustment in early adolescence. *Journal of educational psychology, 97*(1), 23-31.
46. Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 68-81.
47. Wolters, C. A. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology, 95*(1), 179-187.
48. Woolfolk, A. E., & Hoy, W. K. (1990). Prospective teachers' sense of efficacy and beliefs about control. *Journal of Educational Psychology, 82*, 81-91.

Development of the Science Self-Efficacy Inventory

Shih-Jen Ho[1], Iris Tai-Chu Huang[1] and Yuh-yih Wu[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

[2]Graduate Institute of Special Education, National Kaohsiung Normal University

Abstract

The purpose of this study was to develop a science self-efficacy inventory (SSEI) for junior high school students' science learning. The first draft of SSEI was originated from the relevant paper review and expertise judgment. The factor analysis on the daft SSEI was employed to test its validity on 300 junior high school students from the middle part of Taiwan. The results of this study showed that the SSEI had reasonable coefficient of internal consistency reliability. The final version of inventory contains 24 items including three subscales, the 10 items in the "Level" subscale, the 7 items in the "Generality" subscale and the "Strength" subscale, respectively. The cumulative percentage of variance of this inventory is 82.41%. After applying formal testing and analyzing the results, the Cronbach α value, .91, indicated that this inventory owned its excellent reliability and validity.

Key words: Science Self-efficacy, Questionnaire Development