科學教育學刊
2012, 第二十卷第六期, 515-538

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(6), 515-538

國小學童科學探究學習策略量表的編製與發展

羅淑瓊[1]　**林曉雯**[2、*]

[1]高雄市大寮國民小學
[2]國立屏東教育大學　數理教育研究所

(投稿日期：民國100年10月17日，修訂日期：民國101年6月6日，接受日期：民國101年8月16日)

摘要：本研究旨在編製一份評測工具，以瞭解國小學童於科學探究學習歷程中所使用的學習策略。以高雄市國小高年級學生為母群，採用分層叢集抽樣，獲得有效母群1,107人。研究者邀請科教專家及資深國小自然科教師進行量表審查，依據審查結果進行修訂並確認其內容效度；並經由探索性因素分析及驗證性因素分析檢核該量表之建構效度。結果顯示該量表包括學生在科學探究歷程(察覺與確認問題、蒐集資料、設計及探索、形成與傳達解釋)中的複製學習、機械式學習、連結與監控，以及時間與資源掌控四大面向，共23題，具有穩定結構。在信度考驗方面，總量表之內部一致性Cronbach's α係數值為 .90，分量表內部一致性Cronbach's α係數值介於 .75 ~ .84之間，顯示本量表之內部一致性信度良好。研究結果並描述國小高年級學生在科學探究歷程中使用學習策略的情形及比較分析。最後提出國小教師進行學習策略教學及未來研究之建議。

關鍵詞：科學探究、國小學童、量表編製與發展、學習策略

壹、前言

科學探究長久以來一直是各國科學教育重要訴求之一，例如，我國教育部(2008)在國民中小學九年一貫課程綱要「自然與生活科技學習領域」的基本理念中即指出：「學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動」。美國國家研究委員會(National Research Council [NRC])在其國家科學教育標準(national science education standard)中也曾提到「探究」是科學教育的根本，並強調學生要獲得有關科學與自然世界的豐富知識，就必須熟悉科學探究的形式、使用證據、形成問題和提出問題的方法去學習(NRC, 1996)。然而學生在科學探究歷程中是如何學習科學的呢？學習策略是達到有效科學學習的重要基石，我們對學生如何在科學探究學習情境中運用學習策略以進行學習

*通訊作者：林曉雯

04-林曉雯.indd 515　2012/12/25 下午 07:13:43

所知有限，這是一個值得探討的重要議題之一(American Association for the Advancement of Science, 1989)。

受到心理學中訊息處理學習論以及建構論等觀點的影響，學界強調學習者依據自我經驗、文化背景與目標等個別因素，對感官所接收的訊息，進行選擇、複誦、組織與精緻化的過程，將知識用不同表徵方式儲存於長期記憶，內化成為統整知識結構；此觀點除了強調學習者知識的建構是經由主動思考(即選擇性注意、組織訊息、與現存知識統合或取代現存知識)以及社會互動以建立共同意義的歷程，也指出後設認知在學習歷程中的重要性；亦即認為學習者除了必須知道自己有的知識，明白自己的學習目標，還需對資訊與整個認知活動做計劃、監控、調整、執行、評鑑等後設認知思考歷程，以提升學習的效果(于富雲、陳玉欣，2007；Cakir, 2008)。可見學生的學習策略大致上包含了個體的認知、後設認知、及社會互動的不同層面。

許多探索學生學習策略之研究所發展之量表多以一般學習策略的樣貌出現(例如Anderman & Young, 1994; Entwistle & Ramsden, 1983; Kember, Biggs, & Leung, 2004)，又因學習策略會依學習情境而有不同之展現(Schmeck, 1988a)，是故，一些強調科學學習策略之研究通常會修訂一般學習策略之量表中的學習情境為科學學習情境(例如李玉菁，2006；Lee, Johanson, & Tsai, 2008)，但這些少數以科學學習情境中學生學習策略之研究並未以科學探究歷程進行全面且有系統之探索。

學習策略具有可學習性與發展性，國小五、六年級學童其學習策略能力正處於萌芽期(Mayer, 1987)，這個階段是一個重要的起點，也是未來學習策略發展的重要基礎，我們對這時學生是如何於科學探究之歷程中，使用學習策略以進行學習的所知有限。因此，本研究將以國小高年級學童為對象，編製、發展一份以科學探究歷程為基礎之學習策略量表，用以評估、瞭解並比較學生於科學探究之歷程中學習策略使用的情形。評估之結果不但能提供師生瞭解與檢討學習策略的使用情形，且能提供教師反思科學探究教學的品質，以培養學生運用有效的學習策略，提升學生的科學學習成效。

貳、文獻探討

一、科學探究與學習

探究在科學教育領域廣為運用，探究可能指的是科學家如何運用方法進行科學探究、學生如何經由思考與實作對科學現象或問題進行主動探究，以及教師設計與運用課程進行教學(Minner, Levy, & Century, 2010)。為了獲得科學問題的答案，科學家們必須運用不同的方式來獲得證據，並針對問題提出解釋，這些過程即是「科學探究」。科學探究是科學家探討問題與解決問題的歷程，用於科學教學中即指學生發展科學知識和科學概念理解的活動。它包含進行觀察、界定問題、驗證書本以及其他的資訊來源、瞭解已知的知識、計畫進行探索活動、重複察看實驗得來的證據、使用工具進行收集與分析、以及對資料進行詮釋並提出結果。簡單而言，教室中的科學探究具備五項基本特性(NRC, 2000)：

(一) 學生投入科學問題。
(二) 學生決定證據的類別並收集相關資料。
(三) 學生依據與所探究之科學問題的相關證據，形成科學解釋。
(四) 學生考量不同的科學解釋，評鑑其所

發展之科學解釋，並求其與現今科學知識一致。

(五) 學生對其所提出之科學解釋進行溝通與辯解(justify)。

關於科學探究的特性，Krajcik, Blumenfeld, Marx與Soloway (2000)更進一步指出在真實的科學探究中除了提出問題與精緻化問題、計劃與設計探究活動、進行科學探究、收集與分析數據與資料、進行詮釋、形成結論、溝通分享、報告研究發現之外，尋找背景資訊以重新凝聚問題焦點、回答問題、設計探索活動或解釋結果的歷程是真實科學探究中不可或缺的重要歷程之一，且這些特徵之間並非線性關係，而是彼此互為網狀關係。

國內學者亦指出科學探究中學生學習的面貌包括：(一)採用多元的管道收集資料，發揮其創造力、問題解決能力以及展現其對資料與數據的理解；(二)運用認知思考策略；(三)主動建構知識；(四)運用社會磋商的方式使其發現被公眾認可(段曉林，2007)。有的則從問題解決的觀點出發，認為科學探究是從問題的發現為起點，經由探討的過程而尋求問題的解決，在探討的過程中，學生涉及科學過程技能、科學概念知識與科學態度之綜合使用，以求得問題的解答(洪文東，2004)。而高慧蓮(2006)則採Krajcik等(2000)的主張將搜尋訊息融入探究歷程，進行科學探究的評量研究。

當學生在研究問題、方法步驟與答案均開放的情形下(Herron, 1971)，需自行尋找欲探討之題材、撰寫研究設計、動手實驗操作，然後進行數據整理、討論與下結論，相較於其他種類的活動，這種科學探究的方式允許學生可以擁有比較大的自由度去開拓與測試他們的觀念，學生也可以自行決定他們必須考慮到的項目或細節，以及自己去思考與設計如何解決這些問題。那麼，實施探究教學之學生學習成效又如何呢？Minner等(2010)以後設分析的方法，對1984至2002年幼稚園至十二年級學生探究教學成效之138個研究進行分析，研究發現，整體而言，探究教學具備正向的教學成效。而以國內科學探究成效之研究所進行之後設分析結果亦發現：學生歷經探究的過程，除了增進相關知能與學習技巧、策略外，學生的學習興趣與探求未知自然的態度亦有所提升(Wang et al., 2011)。

總體而言之，科學探究是一種主動的、動態的、解決問題的歷程，學生經由這樣的歷程運用且獲致相關的知識、技能與策略。據此，本研究將「科學探究」定義為一種尋找與解決科學問題時主動及動態的歷程，學生藉由探究學習能培養探索自然所需要的探究能力，並能主動建構科學知識。另考量國小五、六年級學生學習目標(教育部，2008)，本研究強調學生以合作學習方式所進行之科學探究具有下列四大特性：

(一) 察覺與確認探究問題：以自然界的事或物為問題的核心，問題引發學生想要知道的興趣，並進行探究活動，問題必須適合學生能力，對學生有意義、有關聯、可以進行資料收集與分析，以獲得答案。

(二) 蒐集資料：探究過程中學生會搜尋訊息及相關資源，以確認問題，並決定證據的內涵，擬定探究歷程。

(三) 設計與探究：學生在問題的引導及相關訊息及知識的基礎之上，決定證據的內涵，擬定收集資料的方法，並進行探索活動。

(四) 依據探究結果形成解釋並傳達解釋：學生依據收集資料的結果，形成科學解釋；能評鑑所形成解釋之合理性與

邏輯性，有機會將所形成之解釋與同學分享，並辯解之。

上述教室中的科學探究學習動態歷程特性，將為本研究設計量表的四個重要科學探究學習情境。

二、學習策略

學習策略的定義相當多元，但其中心主要概念是「計畫性」(planfulness; Nisbett & Shucksmith, 1986)。因此學者認為學習策略是學習者學習時的一般性方針和計畫(陳李綢，1988；Schmeck, 1988b)。由於受到主動學習與訊息處理理論的影響，學者大都以心智過程來探討學習策略的內在意涵，例如Mayer (1987)認為，學習策略是指在學習的過程中，任何被學習者用來促進學習效能的活動，因此，像主動複誦學習材料、重新組織材料使成為有意義的連結，用產生視覺心像將學習材料加以精緻化等，都是學習策略的例子。Oxford (1990)則認為學習策略是學習者用來協助獲得、儲存、取回和使用訊息所進行的動作，學習者採取這些動作將會讓學習變得比較容易、迅速、有趣、自我導向、有效且更容易轉換到新的情境。學習策略除泛指學習者用來從事知識的獲得、保留與提取的任何行為與思考，亦包括後設認知能力的成分(張新仁，2006；Weinstein & Van Mater Stone, 1996)。因此，廣義而言，凡是使用適當的學習方法，不論是內在或外在的認知過程，只要能夠促進知識概念的學習，能達到長久的記憶與靈活的運用都可稱之為學習策略。故學生如何應用社會資源，時間的管理與掌控、在考試中獲得高分等策略化的學習策略也逐漸成為許多學者關注的面向(詹永宗，2004；魏禹綸，2007；Cleary, 2006)。

關於學習策略的特性，歸納、綜合整理相關文獻及看法，學習策略的主要特徵如下：

(一) 一般性與層次性：學習策略是學習者的一種基本特質，即個體所具備的人格特質、智力、學習型態等具有一般性或普適性(Riding & Rayner, 1998)，學習者的人格特質、智力及學習型態，都會影響學習策略的使用。然而在學習策略的一般性中同時也存在些許差異，例如Biggs (1978)曾依據一般至特殊性將學習策略分為相關性搜尋策略、刺激分析策略、檢核策略。Kirby (1984)則將具特殊性的策略，例如因應特殊的工作、知識、能力會表現直接相關的策略，稱之為微小策略(micro-strategy)；而具一般性的、與情感、動機相關的、易受個別差異影響的策略稱之為巨大策略(macro-strategy)。而Biggs (1987a, 1987b)將學習策略分為表面、成就及深層學習策略。這些都也是學習策略中層次性的例子，不同層次的策略在運作上經常綜合交替使用，會影響到個體學習的成效、對學科的興趣與學習動機。

(二) 發展性與可學性：隨著年齡的增長與心智成熟，學習者使用學習策略的能力也會隨之發展與提升。Mayer (1987)指出，學習策略的發展可分為三個階段：第一是早期階段，指學齡前時期，個體不具有使用學習策略的知識與能力；第二是轉變期階段，指國小階段的兒童，會使用學習策略，但卻無法自發性地使用學習策略以增進學習，必須經過明確的指導，此階段的兒童才會使用學習策略；第三是後期階段，指中學時期或成年期，學習者具有使用學習策略的知能，不需他人

指導，並且能依學習目標選用適當的學習策略。也就是說，不同年齡和發展經驗的學習者，在學習策略的表現也會不同，身心發展成熟的學習者會具有更佳、更良好的學習策略使用能力。而學習策略的訓練可幫助學習者更能意識到自己所使用的學習策略，並且選用更合宜的學習策略以促進學習。例如，透過合作學習的模式，經由跟他人的對談、討論、分析等，能支持與促進學生學習策略的學習與發展(陳李綢，1995a，1995b；Riding & Rayner, 1998)。

(三) 多元性與權變性：不是所有的策略其一般性及可教性都是一致的、對等的(Nisbett & Shucksmith, 1986)，不同策略在學習歷程中扮演的角色也不相同。在不同的學習情境中學生所發展的策略也不同，學習者會依據不同的學習活動或目的，在不同的學習任務下採取不同的學習策略，在學習策略的選擇、組織上，都是針對學習目標為中心而安排的，以期有效地達到目標。亦即個人在運用學習策略時，並非總是一成不變的採用相同的策略，學生會依學習內容、學習情境而適度地作調整或選擇學習策略，所以具有多元性與權變性(Riding & Rayner, 1998)。

綜上所述，本研究中的學習策略指的是學習者能依據自我經驗、學習目標等因素，對於感官所接收到的訊息，進行選擇性注意、精緻化，加以組織後，能達到長久的記憶而內化為自己的知識結構；學習策略亦包括學習者能在整個認知活動中作計畫、監控、評估與調整的後設認知能力，以達到學習的常駐效果與增進問題解決的能力。此外，為達有效之學習成果所使用之策略性學習策略，例如學習歷程中的相關資源運用、時間管理、為獲得考試高分之目的所使用的策略亦是值得關注的焦點之一。本研究考慮目前國小科學教學評量較少以科學探究為試題的核心內容，且為達高學習成就之策略性學習策略在工具之構念效度上並不穩定(Meyer & Parsons, 1989)，Kember等(2004)也認為以監控學習或教學環境的角度而言，提升成就之學習策略不是一個重要的證據，故暫不設計學生為獲得考試高分之目的所使用的策略。本研究將以認知、後設認知、社會性面向中的資源與時間之管理與運用等面向建立量表。而學習策略的一致性、層次性、多元性與權變性等是發展科學探究策略量表題項時值得注意的特質；此外，學習策略的發展性與可學性是研究者考慮填答者特性時的重要參考依據。

三、學習策略的理論基礎

1970年代認知心理學的興起，讓學習策略概念有了突破性的發展，並開始受到廣泛重視。尤其是訊息處理論、後設認知理論，以及後設認知理論發展後期自我調整理論的崛起，是學習策略之重要理論基礎。

訊息處理論主要在研究感覺輸入、注意、辨識、轉換、減縮、精緻化、儲存、恢復的心理活動及吸收與使用知識的所有過程。從訊息處理論的觀點，認知是關於人類蒐集、儲存、修正、解釋、瞭解和使用環境或內在訊息的複雜程序(Lindsay & Norman, 1977)。學者對於訊息處理理論影響人類內在認知歷程的解釋有許多種，其中以Gagné (1974)所提出的「學習與記憶模式」最受到重視。Gagné以認知的觀點來研究人類學習的歷程，他認為人具有先天的認知結構，能接受來自環境中的訊息或刺激，而學習即是

對訊息或刺激而起的心智結構改變，並非僅是複製訊息而已。Mayer (1987)回顧與整合了許多文獻之後，認為訊息處理理論系統中的學習歷程包括外來的訊息經由學習者的感覺收納器接受後，將訊息短暫的保留在感覺記憶的儲存器中，當此訊息受到學習者重視或加以留意時，訊息就會轉送至短期記憶，短期記憶中的訊息必須經過複誦，並在工作記憶中進行內、外聯結，最後經過編碼才會將結果儲存在長期記憶中。因此，訊息處理論者認為學習對學習者而言是有意義的過程，強調學習者在學習的過程中，主動控制自己的訊息處理歷程，學習者可採取許多不同的學習策略來促進學習的效果，個體若要增進記憶與學習效果，就宜多運用學習策略，以促進長期記憶，達到學習目標。

只有認知策略似乎還不能進行有效的學習，還需要對認知活動進行相關的計畫、監控與調整等活動，即後設認知的配合。後設認知一詞最早由Flavell (1976)所提出，Flavell早期將後設認知分為兩個部分，一是關於自己認知歷程與結果的知識，二是認知的監控、調整與指揮，即靜態的後設認知知識和動態的認知監控，此二分法的架構幾乎成了往後學者分類的主要依據。之後Flavell (1979)提出了監控認知的後設認知模式，將後設認知分為四個成分，即後設認知知識、後設認知經驗、認知目標及認知行動，其中後設認知知識包含個人、作業和策略三個變項，已將靜態的後設認知知識的部分做了非常完整的闡述，可惜的是，Flavell一直未將監控認知的運作過程說明清楚。

Brown (1987)的後設認知理論繼承了Flavell (1976)最初的二分法架構，將後設認知分成認知知識(knowledge about cognition)和認知調整(regulation of cognition)兩大部分。只是他將靜態的知識分為個人認知及個人與環境間兩個部分，相較於Flavell將之分成個人、作業與策略三項，Brown的分法略顯不清楚；但在動態部分的認知歷程之執行與控制部分，他以計畫、監控、檢核的系列行動，進行完整的闡述，似乎更為清楚。

Cross與Paris (1988)的後設認知理論也是繼承了Flavell (1976)最初所提出的二分法架構，但其對於靜態知識以及動態認知監控歷程的分類有不同的看法。Cross與Paris將靜態知識稱之為自我評估知識(self-appraised knowledge about cognition)，包括陳述性知識、程序性知識與條件性知識，其中陳述性知識涵蓋了Flavell的個人及作業變項，而程序性知識則與策略變項意義較為相似，但其條件性知識的內涵與監控歷程中的思考管理之計劃的意涵似有重疊之處。相較之下Flavell對於靜態知識分類比較清楚明瞭；而在動態監控歷程中，Cross與Paris所提的個人思考的自我管理則包含計劃、評鑑與調節，與Brown (1987)所提的計劃活動、檢核與監控內涵相近，他們融合數位學者的觀點，已能將關於後設認知中動態的認知監控過程所包含的一系列行動進行完整的闡述。

綜合各個學者的後設認知理論，其討論深深影響學習策略的發展。後設認知是對思考歷程的全程監控，其擴大了知識的意涵，重視有關個人如何去監控和導引個人的學習與思考(Chamot, Barnhardt, El-Dinary, & Robbins, 1999)。後設認知的概念對學習策略研究的影響，除了說明學生能使用學習策略外，更可能在認知的上一層次上進行監控與評價，使學習者能更有彈性、有效率地運用學習策略，提升學習的效果。

近來學習策略研究的焦點也從早期重視認知，轉而強調學習者的社會與情意面向。後設認知研究領域亦不例外，例如後設

認知中的一項關鍵性要素：自我調整(self-regulation)策略的研究(程炳林，2001)。自我調整學習是指學生有目的地使用特定的過程策略或反應來改善自己的學習表現(Ruban, MaCoach, McGuire, & Reis, 2003)，包括在後設認知、動機及行為等各方面主動參與自己的學習歷程。從社會認知學習學派的觀點而言，認為自我調整學習是個人、環境及行為三者間複雜、多因素的交互作用的過程而產生，包含動機變因(自我效能、學科興趣)、其他自我處理的方式(設定目標、使用學習策略、自我編碼等；Cleary, 2006)。自我調整學習理論擴展了學習策略的範疇，以此理論為基礎，可以推知，若學習者可以主動且有彈性地運用自我調整學習策略，即可克服各種學習困難，達成學習目標(Zimmerman, 1989)。

學習策略的理論基礎影響也指引了學習策略概念的運用與研究，經由以上的探討得知，學習策略的概念符應了人類複雜的學習模式，有效的學習策略能提升學習的效果以達到有意義的學習。學習策略的運用乃是學習者融合動機、目的、社會、環境之認知、後設認知與尋求資源的結果，學習策略的理論基礎提供了許多學習策略如何發展、如何精進與運用的訊息，供本研究的科學探究學習策略量表編製與發展過程中加以探索與驗證。

四、科學學習策略與評量

學習策略會因為工作特質的不同而呈現差異(Riding & Rayner, 1998)，因此學習領域的不同，所使用的學習策略也有其特殊之處。Kember等(2004)指出不同學科其深層學習與表面學習基本架構一致，然而當他運用到不同學科，有時可能呈現些微的不同；例如強調動手操作的科學與其他以讀寫為主的科目其學習策略在某些程度上具有獨特性。

大部分以科學學習策略為題的研究者強調自然課中、科學實驗活動或與科學知識的連結與建立等的學習情境進行探索(例如李玉菁，2006；謝甫佩、洪振方，2003；魏禹綸，2007；Lee et al., 2008)。有些學者則選擇特定的科學學習策略或活動進行學習成效之探討，例如：自我解釋、發問技巧、後設認知對於科學知識的獲得與問題解決的影響(邱美虹，1996)；運用交互性問題策略於對話論證的探究過程中，對科學概念理解的影響(林燕文、洪振方，2007)；科學教室中融入繪畫活動對學生學習的影響(Glynn & Muth, 2008)；以及繪製概念圖與合作學習的技巧對學習成效的影響(Guvenc & Acikgoz, 2007)。這些教學活動期望提供單一或統合多元學習策略之學習機會，以協助學童進行有意義的學習。

本研究欲探討科學探究學習情境中學生所使用的科學探究學習策略之特性。科學探究學習的情境中，學生需要尋找相關資訊、提出與精緻化科學問題、計劃與設計探究活動、進行科學探究、收集與分析數據與資料、進行詮釋、形成結論、溝通分享、報告研究發現，這時學生使用了哪一些學習策略？又要如何評測？

分析學者發展之有關科學學習策略的評量方式，發現常見的評量方式是問卷調查法、晤談法以及放聲思考法(王子華、王國華、王瑋龍、黃世傑，2002；張新仁，2006)：

(一) 問卷調查法：研究者通常根據所參考的文獻資料，或加上訪談結果後，發展科學學習策略問卷，對學習者進行紙筆測驗。問卷調查法的優點是可進行全面性的評量，進行容易，獲得較大的樣本數，而量化的評量結果可做

深入的統計分析，評量過程較客觀、較具信度。但是學習者的閱讀問卷題目的能力、學習者可能會選擇社會期許的答案作為回答的依據，以及學習者有時不能明確判斷或覺察自己的認知歷程都會影響此方法的效度。

(二) 晤談法：藉由研究者與學生之間的晤談，而深入了解學生在科學學習歷程中，其學習策略運用的方式。依問題的型式，可分為開放性晤談與結構性晤談，並採用「回溯式晤談」或「實作性晤談」法，前者可與不同學習情境結合，而了解學習者在不同的學習工作、不同的動機情境下，會使用哪些學習策略；後者則是要求學生實際執行某一項學習任務，並於實作後設計問題訪談學生，以獲知其認知歷程中所使用的學習策略。其優點是可完整、深入評量學習者的認知歷程；但其受限於學習者的口語表達能力，且使用「回溯式晤談」法，則在事後回溯其認知過程易有遺忘的情形產生。

(三) 放聲思考法：是要求學生實際執行某一項學習任務(例如，做實驗、寫報告等)時，以放聲思考方式，邊做邊說出整個認知歷程，越詳細越好。從其內在認知歷程外顯化的過程中，分析學生所使用的學習策略，以作為探索學生科學學習歷程的根據。其最大的優點是學生對其理解、認知的方式不容易遺忘；其可能受限於學生的口語表達能力，以及在科學探究的歷程中，若要求學生進行認知歷程的放聲思考口語報告，可能會干擾其認知的運作及實作部分。

本研究目的在探索國小學生在科學學習歷程中所使用的學習策略，期待針對大樣本進行調查，故選用問卷調查法。量表的設計過程及施測過程將考量問卷調查法的限制並進行處理，使得評量結果更貼近學生在科學探究歷程學習策略使用的真實情形。

分析國內外科學學習相關量表內涵可知，測驗的內容大多以廣義的學習策略理論基礎所編製而成的，所以測量的範圍相當廣泛，舉凡與增進學習效能、學習成果的相關認知、後設認知、社會與情意面向皆納入量表內(例如黃美華，2003；Anderman & Young, 1994; Kember et al., 2004; Thang, 2004)。大部分的研究者所發展的量表都會歸結為表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略為主要面向。例如，Biggs (1987a, 1987b)比較有意義的學習與機械記憶式的學習；又如Chin與Brown (2000)指出深層學習強調意義的瞭解，個別成分間、新舊知識以及其與日常生活間的關聯；而表面學習則是記憶片段知識與名詞，並將之視為與其他工作或日常生活經驗無關且獨立。而科學學習策略量表大都修訂自一般學習策略量表，故一般學習策略量表的面向與科學學習策略量表之分量表並無不同，主要的差別在問題中學習情境的陳述，科學學習策略量表強調科學學習情境中的獨特性，例如強調自然課中、科學實驗活動或與科學知識的連結與建立等(李玉菁，2006；謝甫佩、洪振方，2003；魏禹綸，2007；Lee et al., 2008)，未有系統性的以科學探究歷程的各項特性為科學學習情境的問題設計。研究對象以國高中學生為多，也有一些研究探討國小五六年級學生，以瞭解學習策略發展初期，學生學習策略的使用情形。量表的發展中，較成熟的量表除運用探索性因素分析的方法之外，會以驗證性因素分析的方法建立其建構效度。

本研究主要目的是探討國小學童在科

學探究學習歷程中學習策略使用的情形，期望能監控教與學的環境，以提升科學探究教與學之品質；而屬於個人特質之情意面向，例如動機，雖是影響學生學習策略使用的個人重要內在因素之一，但其不易也不適合由不同的科學探究學習歷程各個特性中加以切割，以探究其動機；且目前已有許多高品質及系統性之科學學習動機量表(例如Tuan, Chin, & Shieh, 2005)。故本研究暫不探討動機面向，將以認知、後設認知與社會性學習策略為主，編製國小高年級學童科學探究學習策略量表之試題，依其促進學習之特性歸納為表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略。除運用探索性因素分析的方法之外，並以驗證性因素分析的方法建立其建構效度，以期能瞭解國小高年級學童在科學探究學習歷程中學習策略運用的情況，而學生所展現的學習策略是否因學生特性而有所差別？例如科學界關心的性別差異(魏禹綸，2007)或「對科學的態度」不同的學生(何旻穎，2011)是否展現學習策略的差異？亦值得進一步探討。

參、研究方法

一、量表初步概念架構

首先廣泛蒐集資料、閱讀各家理論，且彙整相關研究的國內外文獻，做為量表設計架構的理論依據；並分析國內外有關科學學習策略量表的題型、內容及優缺點，作為本研究編製國小高年級學童科學探究學習策略量表之參考。本研究的探究歷程強調學生以合作學習方式，將探究特性分為：察覺與確認探究問題、蒐集資料，設計與探究，依據探究結果形成解釋並傳達解釋的學習動態歷程，為本研究設計量表的科學探究四個重要學習情境；並將認知、後設認知與社會性學習策略(McKeachie, 1987)歸納為表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略三個主要策略類別(Thang, 2004)。其中表層學習策略包括認知策略中的記憶和複製(例如抄答案、逐字背誦、表面字義理解、無法與學過知識或生活做連結)；深層學習策略則有聯結和組織想法(例如做大綱、畫概念圖、做圖表、分類、與學過知識或生活做連結)、精緻化以及後設認知策略(包含計畫、監控、評鑑、調整)；社會資源運用策略包括時間管理、環境管理、尋求人力資源等為學習策略的主要面向，形成本研究在科學探究學習歷程所編製的國小高年級學童科學探究學習策略之命題雙向架構。

二、擬定試題

依科學探究學習歷程(察覺與確認探究問題、蒐集資料、設計與探索，依據探究結果形成解釋並傳達解釋)，擬定表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略試題。為避免填答者有「趨中傾向」的作答情形，本量表以Likert四點量表的記分方式，將選項區分為「從來沒有」、「很少如此」、「偶而如此」、「經常如此」四項。受試者依題目的敘述跟自己的實際情形相比較，勾選一個最適合的答案。依上述四個選項的順序，分別給予1、2、3、4分，如為負向題(例如表層式學習策略)，則依4、3、2、1給分。由分量表得分，可知學生在科學探究學習歷程中，其學習策略的外顯表現情形，正向題之分數愈高表示這項學習策略所使用的情形愈多，負向題之分數愈高則表示這項學習策略所使用的情形愈少。此階段擬定試題共62題，為「國小高年級學童科學探究學習策略量表」初稿。

三、內容效度之建立

編擬量表初稿題本後進行專家審查，邀請到三位在科學探究學習的相關議題有深入研究的專家，及三位在科學探究教學上有豐富經驗之國小教師，針對量表的題目適切性、向度、文句、措辭及填答方式提供修正意見，期使題目能符合國小高年級學生的閱讀、理解程度，而有助於填答的順利進行。依據專家意見，修訂題目敘述計21題，刪除意義相近或與雙向架構意義不盡符合之試題共11題，整體試題縮減為51題。

四、學生個別試測及晤談

研究者採方便取樣，就研究者之一所任職的學校，經高年級導師及自然科任教師的推薦，選取在校自然科成績依高、中、低各一人，共三人作個別施測樣本，而後進行晤談，其目的在於探查受試者是否了解題意、題型、作答規定，並預估答題的時間。依據學生填答的反應，發現學生大致能掌握題意，作答時間約20分鐘，但對探究歷程的說明容易忽略、跳過而直接作答，此部分將在未來施測時請施測教師口頭說明，以提醒學生。

五、小規模試測

以方便取樣的方式，抽取高雄市5個學校，合計6個班，施測樣本為183人，有效樣本為166份。施測後進行項目分析以刪除試題。本量表屬學生感知量表，進行項目分析用以選題的方法有三(邱皓政，2006；DeVellis, 2003)：(一)描述性統計檢驗：學生選答分數平均值具集中趨勢，標準差不致太小；(二)臨界比(critical ration)：刪除決斷值未達顯著水準($p > .001$)或小於3.00的題目；(三)量表內部一致性：刪除降低整體信度α值之試題，以及分析題項與量表分數相關，將r值未達顯著水準($p > .001$)或r值小於 .45的題目刪除，保留具有鑑別力的題項。並檢視題意，挑出題意相近且重疊者，予以刪除。經小規模試測項目分析，共計刪除試題17題，「國小高年級學童科學探究學習策略量表」縮減為34題。

六、正式施測

本研究母群設定為高雄地區國小五、六年級學生，正式施測時，採分層叢集抽樣，將高雄地區劃分為北高雄、南高雄、鳳山區、岡山區、旗山區五區，再依據五地區學生數比例，抽取高雄地區學校共為20所，被抽取之學校每校隨機抽取五、六年級各一個班級進行施測，共抽取40個班級，施測樣本共1,233人，無效樣本共126人，合計有效樣本共1,107人。另外學生填寫性別、是否喜歡自然科學，以進行比較分析。

並將正式施測樣本分為兩群，每群500餘人，符合因素分析樣本數大於400，相關矩陣較穩定之訴求(陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵，2005)；其中一群進行項目分析及探索性因素分析，以確認本量表架構、內容及試題分布，另一群利用Amos 7.0統計軟體進行驗證性因素分析，以驗證效度。內部一致性信度則以Cronbach's α係數考驗各分量表的內部一致性信度。

肆、研究結果與討論

本研究量表旨在編製一套適用於國小高年級學童之科學探究學習策略量表，以評估、瞭解國小高年級學童於科學探究時，其學習策略使用的情形。研究者依據文獻資料分析各家理論，形成量表設計架構，其中科學探究情境分為：察覺與確認探究問題、蒐集資料，設計與探究，依據探究結果形成解

釋並傳達解釋的學習動態歷程；並以表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略為主要策略，所編製的國小高年級學童科學探究學習策略量表的初稿，經過專家審查、學生個別施測與晤談、小規模試測、正式施測等歷程，不斷進行分析與修訂，完成本量表的發展與效化。下面將說明「國小高年級學童科學探究學習策略量表」之特性，包含信、效度分析考驗結果及學生表現之描述。

一、項目分析

項目分析以選答分數平均值具集中趨勢，標準差不致太小、Alpha值判別標準、相關分析法、臨界比為刪題之依據。經項目分析發現，平均數具集中趨勢，標準差不致太小，符合描述性統計檢驗之要求。本分量表各題目刪除時Alpha值皆降低；各題目與總分相關係數大都呈現中、高度相關，唯有原題號7、9、15、25相關係數小於 .45；決斷值為18.96至51.81，全數達顯著差異，表示該量表題目可測出不同國小高年級學童在科學探究情境中其學習策略量之差異。綜合上述結果，決定將原題號7、9、15、25予以刪題，以確保題目所測特質一致，其餘各分量表題目皆選擇保留，整份量表原有題數34題，共刪除4題，保留30題，並繼續以下之分析。

二、探索性因素分析

首先以「KMO與Bartlett的球形檢定」來檢驗變項之間的相關係數是否足以作為抽取因素之用。KMO取樣適切性檢定結果為 .92，根據KMO值的決策標準，KMO值達 .90以上者，對於進行因素分析是相當適合且極佳的(Kaiser, 1974)；此外，球形檢定的卡方值為4,552.03，達 .010顯著水準，因此本量表是相當適合進行探索性因素分析的。因此，研究者以施測對象之雙號群組樣本數共550份進行探索性因素分析，藉以探討確認本研究之整體架構。進行因素的萃取時，由於考量各因素間具有相關，因此選用研究主軸分析法進行斜交轉軸(邱皓政，2006)，依據特徵值(eigen value)的大小(因素抽取時保留特徵值大於1的因素)決定因素的個數(Kaiser, 1960, 1974)，並採因素負荷量大於 .30之變項來解釋因素(邱皓政，2006；Tabachnick & Fidell, 2006)。結果發現(見表1)，可以抽離出4個因子，經過多次分析與刪題(刪除負荷量小於 .30，或與所屬之子向度不相符合，或共同性數值較低者，或題目間彼此題意相似者，並考慮各分量表題數的平衡性與精簡性)，總計刪除7題，成為23題。其中第20、21、22題在因素一與因素三負荷量皆大於 .30，衡量其題意，第20題，應屬因素一成分，故歸結為因素一；第21、22題應屬因素三成分，故歸結為因素三。所得到因素負荷矩陣如表1所示，因素一的負荷量為 .58 ~ .71，共同性介於 .34至 .51之間；因素二的負荷量為 .56 ~ .78，共同性介於 .32至 .61之間；因素三的負荷量為 .38 ~ .85，共同性介於 .16至 .73之間；因素四的負荷量為-.60 ~ -.71共同性介於 .38至 .52之間。四個因素的累積解釋變異量為44.15%。除10題因素負荷量為 .38，其餘各題之因素負荷量屬普通(> .45)至非常好(> .63)的狀況(邱皓政，2006)。最後依據四個因素各題組的共同特性分別命名為：連結與監控(因素一)：學習者能將新知識與舊知識聯繫起來，組織思考，與真實生活連結，並能夠掌握、控制、支配、監督、評鑑自己的認知歷程；複製學習(因素二)：學習者使用複製能力、仰賴抄襲他人的想法及作業而學習；時間與資源掌控(因素三)：學習者能有效的組織時間、規劃好的學習計畫。並能尋求其他

表1：國小學童科學探究學習策略量表的因素分析結果

題目編號(新題號)及內容	因素一	因素二	因素三	因素四	共同性
20整理資料時，我會重新思考而調整本來的概念。	.71		.53		.51
15實驗遇到困難，我會修正實驗方法繼續嘗試。	.68				.47
19我會將實驗結果進行比較分析在報告中與同學分享。	.68				.47
9我會思考所蒐集到的資料適不適合。	.60				.39
14我會依據自己的想法畫簡易的表格，紀錄實驗的過程或數據。	.60				.37
3我會運用以前所學到的知識來提問。	.59				.36
4在提問的過程中，我會隨時調整自己的想法。	.58				.34
17在整理結果時，我會抄同學的數據或答案。		.78			.61
6我會影印或抄寫同學所蒐集到的資料。		.72			.52
1我都是抄他人提出的問題當作自己的問題。		.62			.40
11我仿照同學做實驗的步驟。		.56			.32
23我會要求自己在規劃的時間內完成報告。			.85		.73
22我會規劃寫報告的時間。	.52		.79		.64
21我會在報告中用符號或色筆來呈現不同的重要結果。	.53		.64		.45
16我會要求自己在時間內完成實驗。			.57		.34
5我會把握提問的時間。			.56		.35
10我會請家長協助我蒐集資料。			.38		.16
8我不知道哪些資料和問題有關。				-.71	.52
7我不知道要怎樣蒐集資料。				-.71	.51
12我不知道為什麼要依據訂定的步驟做實驗。				-.69	.50
13我無法理解實驗步驟和問題的關係。				-.63	.41
18我不會運用以前所學到的方法來整理實驗的結果。				-.62	.42
2我無法理解大家所提問的內容。				-.60	.38

社會資源的協助，以有效學習；機械式學習(因素四)：學習者無法理解科學探究之意涵，依賴死記硬背，很少與生活和先備知識連結。其整體架構、分量表定義與試題分布如表2所示。此結果分屬學習策略三大面向：表層學習、深層學習與社會學習策略。其中複製學習與機械式學習屬表層學習策略，連結與監控屬高層次認知與後設認知學習策略，為一種深層學習策略，時間與資源掌控則屬社會學習策略。又複製學習及連結與監控為獨立的兩個分量表，此結果與國外相關研究顯示類似，此結果顯示，雖然學生學習情境及文化具有差異性，但複製學習策略與深層的學習策略具穩定性；而複製學習與機械式學習雖均屬表層學習策略，但分別獨立為兩個因素，而非一個表層學習策略因素(如謝甫佩、洪振方，2003；Biggs, 1987a, 1987b; Thang, 2004)則為此研究獨特發現；究竟此現象為我國國小學生學習文化或科學的獨特性，仍待後續研究之深入探索。社會學習層面在此研究專指時間與資源掌控學習策略，或有學者稱之為資源經營(李玉菁，2006；McKeachie, 1987)、或策略面向(Thang, 2004)。

三、信度分析

為了進一步瞭解問卷的內部一致性，本研究採用Likert式量表法中最常用的信度

表2：「國小學童科學探究學習策略量表」題本之整體架構與題目分配情形

學習策略分量表	定義	探究歷程				
		察覺與確認問題	蒐集資料	設計及探索	解釋與傳達	總計
複製學習	學習者使用複製能力、仰賴抄襲他人的想法及作業而學習。	1	6	11	17	4
機械式學習	學習者無法理解科學探究之意涵，依賴死記硬背，很少與生活和先備知識連結。	2	7、8	12、13	18	6
連結與監控	學習者能將新知識與舊知識聯繫起來，組織思考並與真實生活連結。此外，能夠掌握、控制、支配、監督、評鑑自己的認知歷程。	3、4	9	14、15	19、20	7
時間與資源掌控	學習者能有效的組織時間、規劃好的學習計畫。並能尋求其他社會資源的協助，以有效學習。	5	10	16	21、22、23	6
總計		5	5	6	7	23

考驗方法Cronbach's α係數說明本工具之一致性。由表3可知「國小學童科學探究學習策略量表」之分量表的平均數、標準差及信度，分量表的內部一致性Cronbach's α係數值介於 .75 ~ .84之間，總量表之內部一致性Cronbach's α係數值為 .90，顯示本量表之內部一致性信度良好(DeVellis, 2003)。

而「國小學童科學探究學習策略量表」與各分量表間的相關係數值介於 .59至 .88 (p < .001)，四個分量表間的相關值介於 .26至 .69 (p < .001)之間(見表4)。可知「國小學童科學探究學習策略量表」為檢測同一特質的工具且具適切的內部一致性，是一份適切的量表(陳英豪、吳裕益，1998)。

四、驗證性因素分析

研究者以施測對象之雙號群組樣本數共550份進行探索性因素分析後，以施測對象之單號群組樣本數共557份進行驗證性因素分析，藉以探討、驗證理論模式和觀察資

表3：國小學童科學探究學習策略量表各分量表的平均數、標準差及信度

分量表名稱	題數	平均數	標準差	信度(Alpha值)
複製學習	4	3.17	0.63	.75
機械式學習	6	3.31	0.52	.83
連結與監控	7	2.85	0.67	.84
時間與資源掌控	6	2.81	0.75	.81
總量表	23			.90

註：N = 550。

表4：國小學童科學探究學習策略量表之分量表與總量表間的Pearson相關係數

分量表	複製學習	機械式學習	連結與監控	時間與資源掌控
複製學習	1	.54**	.31**	.26**
機械式學習		1	.49**	.35**
連結與監控			1	.69**
時間與資源掌控				1
總量表	.59**	.72**	.88**	.82**

註：$N = 550$。
**$p < .001$

料的適配程度。本研究以基本適配標準、整體模式適配度、內在結構適合度加以探討理論模式和觀察資料的適配程度(陳正昌等，2005；Bagozzi & Yi, 1988)。根據Arbuckle (1999)的建議，為提升因素分析之成功率，考量單題之信度低，將分量表題目分成相當之兩群，以作為新的指標變項，如複製學習(F1)題目分為兩群，分別是F101、F102；機械式學習(F2)題目分為兩群，分別是F201、F202；連結與監控(F3)題目分為兩群，分別是F301、F302；時間與資源掌控(F4)題目分為兩群，分別是F401、F402；新的指標變項難度差異縮小，信度變高，因素負荷量也變大，再進行驗證性因素分析，可以提升因素分析之成功率。驗證性因素分析模式圖如圖1所示，該模式顯示，四個潛在依變項的相關係數介於 .34與 .83之間，量表的四個分量表屬於中至高相關，表示其可共同構成一份量表。下面分別說明其模式適配度的評鑑結果。

(一)基本適配標準

本研究以Amos 7.0進行驗證性因素分析。結果發現基本模式適配標準具備以下幾個標準：1. 誤差變異介於 .08至 .27之間，沒有負的誤差變異；2. 誤差變異都達到顯著.000的顯著水準，3. 估計參數間的相關絕對值介於 .34至 .84都未太接近1；4. 因素負荷量為 .71至 .89介於 .50至 .95之間的建議值；5. 沒有太大的標準誤等(陳正昌等，2005；Bagozzia & Yi, 1988; Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1998)。以上資料顯示理論模式與觀察資料達基本適配之標準，量表驗證性因素分析之參數估計值及基本適配標準結果摘要如表5所示。

(二)整體模式適配標準

研究者進一步分析整體模式適配標準。而Amos報表中提供二十幾種的適配度指標，供研究者採用，而學者間大都認為應從絕對適配檢定、增值適配檢定、精簡適配檢定等三方面來探討模式之適配度(李茂能，2006；Bagozzi & Yi, 1988)。本量表驗證性因素分析整體模式適配度結果摘要如表5所示。檢定結果發現，$\chi^2 = 21.92$未達顯著水準，表示需接受理論上的共變數矩陣與觀察資料的共變數矩陣相等之假設，即理論模式與觀察資料可以適配。適配度指數(Goodness-of-Fit Index, GFI)為 .99，調整後適配度指數(Adjusted Goodness-of-Fit Index, AGFI)為 .98皆大於 .90表示模式的適配度良好。標準化的殘差均方根(Standardized Root Mean square Residual, SRMR)為 .02小於 .05，以上數據顯示模式適合度佳。χ^2值比率為1.57小於3.00，規準適配度指數Δ1 (Normed Fit Index, NFI)指數為 .99，增值適

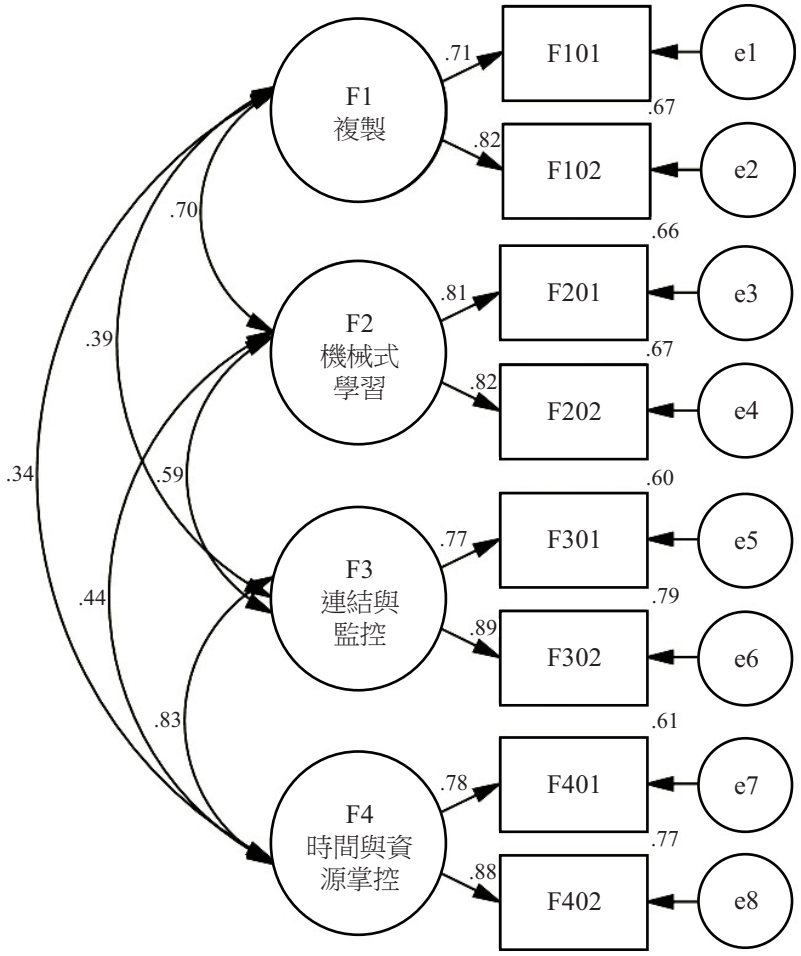

圖1：「國小學童科學探究學習策略量表」模式徑路圖及標準化估計值

配度指數Δ2 (Incremental Fit Index, IFI)指數為 .99，非規準適配度指數(Non-Normed Fit Index, NNFI)指數為 .99皆大於 .90，均方根近似殘差(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA)為 .03小於 .05，上述數值顯示模式適合度佳。Akaike訊息效標值(Akaike Information Criterion, AIC)為65.92小於獨立模式的AIC值2,014.12。而精簡適配檢定(Parsimony Normed Fit Index, PNFI)也達適配標準。因此，綜合上述檢定分析的結果，本研究模式能適當的解釋「國小學童科學探究學習策略量表」之結構。

(三)內在結構適配標準

內在結構適合度檢驗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，即檢驗模式的內在品質。本研究採取Bagozzi與Yi (1988)所建議的六項常用標準來評鑑國小學童科學探究學習策略量表測量模式的內在結構適合度，其評鑑結果如表5。個別項目信度介於 .50 ~ .79，表示所有個別項目信度皆大於 .50。潛在變項的成分信度介於 .74至 .82之間符合潛在變項的成分信度在 .60以上之標準。潛在變項的平均變異抽

表5：「國小高年級學童科學探究學習策略量表」之驗證性因素分析基本適配標準、整體模式適合標準、模式內在品質結果摘要表

	評鑑項目	實際數值	評鑑結果
基本適合標準	是否沒有負的誤差變異？	.08 ~ .27	是
	誤差變異是否都達顯著水準？	< .000	是
	參數間相關的絕對值是否未太接近1？	.34 ~ .84	是
	因素負荷量是否介於 .50 ~ .95之間？	8個，其值介於 .71 ~ .89	是
	沒有太大的標準誤		是
整體模式適合標準(外在品質)	χ^2值是否未達顯著？	χ^2 = 21.92 (*df* = 14, *p* = .080 > .050)	是
	GFI指數是否大於 .90？	GFI指數 = .99	是
	AGFI指數是否大於 .90？	AGFI指數 = .98	是
	SRMR指數是否低於 .05？	Standardized RMR = .02	是
	χ^2值比率是否小於3.00？	CMIN/DF = 1.57 < 3.00	是
	Δ1 (NFI)指數是否大於 .90？	NFI = .99	是
	Δ2 (IFI)指數是否大於 .90？	IFI = .99	是
	TLI (NNFI)指數是否大於 .90？	TLI = .99	是
	RMSEA是否小於 .05？	RMSEA = .03	是
	AIC小於獨立模式的AIC模式	AIC = 65.92 獨立模式的AIC = 2,014.12	是
模式內在品質	個別項目的信度是否在 .50以上？	值介於 .50 ~ .79	是
	潛在變項的成分信度是否在 .60以上？	F1複製 .74 F2機械式學習 .80 F3連結與監控 .82 F4時間與資源掌控 .82	是
	潛在變項的平均變異抽取是否在 .50以上？	F1複製 .56 F2機械式學習 .66 F3連結與監控 .69 F4時間與資源掌控 .69	是
	所估計的參數是否都達顯著水準？		是

取介於 .56至 .69之間，都在 .50以上。所估計的參數也都達顯著水準，顯然理論模式的內在品質良好。

五、國小高年級學童科學探究學習策略使用情形比較分析

國小高年級學童科學探究學習策略之使用情形為何？不同性別及「對科學的態度」不同的學生，其學習策略使用情形是否不同？其結果分述如下。

(一)科學探究學習策略的使用現況

國小高年級學童科學探究學習策略之現況分析結果如表3所示，複製學習策略的平均數為3.17分，機械式學習的平均數為3.31分，由於負向計分，滿分四分，顯示國小高年級學生很少使用此兩種學習策略。而連結與監控的平均數為2.85分，時間與資源掌控學習策略的平均數2.81分，接近「偶而如此」這一類別，而各分量表的標準差範圍為0.52至0.75，顯示有相當的個別差異存在。

(二)不同「性別」學生在「科學探究學習策略量表」分數上的差異

以獨立樣本*t*檢定比較男女生在「科學探究學習策略量表」分數上的差異，結果列於表6。數據顯示男女學生在整體之科學探究學習策略上有差異，四個分量表中只有時間與資源掌控分量表之*t*檢定達顯著水準，表示男女學生在此分量表上有顯著差異，女生表現優於男生。男女學生時間與資源掌控分量表及總量表差異之效果量(Effect Size, *ES*)皆小於 .30，顯示其差異小(Cohen, 1988)。

(三)「喜愛自然科學」與否之學生在「科學探究學習策略量表」分數上的差異

以獨立樣本*t*檢定比較喜歡與不喜歡自然科學學生在「科學探究學習策略量表」分數上的差異，分析結果顯示(如表7)，喜歡與不喜歡自然科學學生在四個分量表及總量表之平均得分均高於2.50分，對科學探究學習策略而言，具有正向的意義。而喜歡自然科學學生與不喜歡自然科學學生在四個分量表與總量表之得分有顯著的差異。其效果量分別為 .63、 .68、 .79、 .51，大於 .50屬中等；總量表之效果量為 .85大於 .80，差異為大(Cohen, 1988)。

伍、結論與建議

一、國小學童科學探究學習策略量表具有良好之信、效度，可評測學生的學習策略

本研究首先探討比較分析國內外科學探究與學習策略相關文獻，擬定「國小學童科學探究學習策略量表」之擬題雙向架構，其中科學探究情境分為：察覺與確認探究問

表6：「性別」項目在「科學探究學習策略量表」之*t*檢定結果及效果量(*ES*)摘要表

分量表	男(n = 516)		女(n = 591)		*t*檢定	*ES*
	平均數	標準差	平均數	標準差		
複製學習	3.13	0.67	3.20	0.60	1.76	
機械式學習	3.29	0.55	3.33	0.50	1.55	
連結與監控	2.81	0.70	2.88	0.65	1.71	
時間與資源掌控	2.73	0.75	2.88	0.74	3.19*	.19
總量表	2.99	0.51	3.07	0.49	2.79*	.17

*p < .050

表7：「喜歡自然科學」項目在「科學探究學習策略量表」之*t*檢定結果及效果量(*ES*)摘要表

分量表	喜歡(n = 799)		不喜歡(n = 308)		*t*檢定	*ES*
	平均數	標準差	平均數	標準差		
複製學習	3.25	0.57	2.94	0.71	6.80*	.63
機械式學習	3.39	0.45	3.11	0.63	7.05*	.68
連結與監控	2.96	0.62	2.56	0.70	8.94*	.79
時間與資源掌控	2.89	0.71	2.60	0.79	5.47*	.51
總量表	3.12	0.43	2.80	0.55	9.16*	.85

*p < .050

題、蒐集資料，設計與探究，依據探究結果形成解釋並傳達解釋的學習動態歷程；並以表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略為主要策略，進行量表題目之收集、設計與初步篩選工作。接著邀請專家及資深教師，針對量表的題目適切性、向度、文句、措辭及填答方式提供修正意見，期使題目能符合雙向細目表的內容、國小高年級學生的閱讀、理解程度，而有助於填答的順利進行。研究者依據專家的建議進行量表之修訂，修訂後，再挑選三名學生施測，並進行晤談，觀察受試者是否瞭解題意、題型、作答規定，以增加量表之可讀性；而後進行小規模施測，刪題後形成34題的量表題本。

研究者以分層叢集抽樣抽取高雄地區20所學校40個班的國小高年級學童進行正式施測，獲得有效問卷共1,107份，探索性因素分析後，結果發現本研究所發展的量表有四個因素，形成23題的正式量表題本，廣泛而有系統的涵蓋科學探究歷程：察覺與確認問題、蒐集資料、設計及探索、形成並傳達解釋。研究者依其屬性分別命名為複製學習、機械式學習、連結與監控及時間與資源掌控學習策略。四個因素的累積解釋變異量為44.15%，顯示量表結構尚稱完整，具有相當好的構念效度。驗證性因素分析結果在基本適配標準、整體模式適配標準、與模式內在品質等皆達適配標準。因此，本研究模式能適當的解釋「國小學童科學探究學習策略量表」之結構，而具有良好的建構效度。本研究所發展之量表，其分量表內部一致性Cronbach's α係數值介於 .75 ~ .84之間，總量表之內部一致性Cronbach's α係數值為 .90，顯示本量表之內部一致性信度良好，可推廣應用於國小自然科教學中。

分析發現國小高年級學生偶爾使用連結與監控、時間與資源掌控兩種學習策略，學生反應接近不曾使用複製學習與機械式學習。另外，女學生在「時間與資源掌控」分量表及總量表的分數顯著高於男學生的分數；「喜歡自然科學」的學生在各分量表及總量表分數顯著高於負向反應學生的分數，顯示喜歡自然科學之學生較不喜歡自然科學的學生少使用表層式學習策略，且較常使用連結與監控、時間與資源掌控學習策略。

二、國小學童科學探究學習策略量表可引導科學教學的瞭解與改進

在今日科學的知識快速的增長，每個人都必須藉由學習如何正確學習科學的方法，終身不斷的學習以獲得新知(Glynn, Yeany, & Britton, 1991)。且現今國小自然與生活科技之學習強調應以探究為主(教育部，2008)，科學探究教學應瞭解與提升國小高年級學童科學探究學習策略，並將科學探究學習策略之教導融入教學中，在國小高年級階段培養與評量學童具有科學探究學習策略是有其必要性的。本研究所發展之「國小學童科學探究學習策略量表」具有良好之信、效度，也是目前唯一以科學探究為基礎之學生學習策略評測工具，極適用於國小高年級學童。教師可以在單元教學前、中、後，藉由本量表的使用，深入瞭解國小高年級學童科學探究歷程：察覺與確認問題、蒐集資料、設計及探索、形成與傳達解釋等過程中表層式學習策略(包括複製學習與機械式學習)、深層式學習策略(連結與監控)及社會學習策略(時間與資源掌控)的使用現況、改善的情形，以及不同特質學生其學習策略的表現等，以引導國小自然與生活科技領域教學，將有助於培養學生學習策略及提升學習成效。

三、國小學童科學探究學習策略評量可以有效反應學生在科學探究情境中學習策略的使用情形及影響因素

「國小學童科學探究學習策略量表」可用於探討國小高年級學童在探究歷程中各種策略：複製學習、機械式學習、連結與監控及時間與資源掌控的使用情形。未來可配合其他學習者的基本特性、學習環境特色、家庭環境特色等全面而有系統地探索其相關性，其可能之影響因素，以進一步瞭解影響國小學童科學探究學習策略的因素，據此以設計正向學習環境或課程，以促進國小學童科學探究學習策略，提升其科學學習成效。

四、國小學童科學探究學習策略評量的擴展

本研究以訊息處理、後設認知、自我調整等學習理論為基礎，依McKeachie (1987)以三大類策略代表之：認知策略、後設認知策略和資源經營策略，並參考重要學者關於學習策略的分類：表層學習策略、深層學習策略與社會資源運用策略，而編製與發展本研究工具「國小學童科學探究學習策略量表」。過去相關研究結果(例如Kember, 2004; Thang, 2004)，亦發現學習策略中以表層式學習策略、深層式學習策略及策略式(社會)學習策略為最穩定之三個分量表；此結果與本研究之結果極為類似，只是本研究中表層式學習策略以複製學習及機械式學習呈現，這部分也值得後續研究者能擴及不同文化情境，探討與比較「國小學童科學探究學習策略量表」的效度，以提升其有用性及普適性。

以上關於學習策略之理論基礎與分類與量表之編製，雖然受到大多數學者主張的支持，但畢竟人類學習的歷程是多元而複雜的，要以簡單的量表檢測出一個人的內在學習狀況實在不容易；尤其本研究在擬定試題之初，試擬了做大綱、畫圖表、分類等深層策略，可能是教學現場學生少有機會使用相關策略，因此無法展現較佳的品質，而被刪除，故無法展現這些科學學習策略的獨特性。建議未來研究者，在研究工具方面，可根據不同角度發展新的研究工具，以了解學習者在不同向度上的學習策略；在研究方法上，則可以採取不同的研究方法，例如個案研究或深入晤談等方式，蒐集更深入、更詳細的資料，以增加對學生科學探究學習策略之瞭解。例如關於學習策略研究領域專家強調之動機面向(魏禹綸，2007；Anderman & Young, 1994; Kember, 2004; Thang, 2004)或是自我調整學習策略(黃美華，2003；詹永宗，2004；Cleary, 2006)的深入探究，都是值得研究的主題。本研究以高雄市國小高年級學童為研究對象，雖在代表性上已相當完備，如果未來的研究可就北部、中部、南部、東部等不同區域的學校進行全面性取樣，以增加研究結果的推論性，以建立臺灣國小學生常模，可有效提供未來使用者作為詮釋結果的參考依據。另外，在學習階段性上，建議可針對國小中年級、國中、高中等不同學習階段的學生進行科學探究學習策略之探討，以瞭解學生科學探究學習策略的發展情形。

參考文獻

1. 于富雲、陳玉欣(2007)。不同知識表徵建構的學習策略對自然科學習成效之影響。**科學教育學刊**，**15**(1)，99-118。
2. 王子華、王國華、王瑋龍、黃世傑(2002)。大學普通生物學後設認知量表的發展。**測驗統計年刊**，**10**，75-100。

3. 何旻穎(2011)。**國小六年級學童科學學習動機、學習策略與學業成就之相關研究**。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東市。
4. 李玉菁(2006)。**國中資優生與普通生的自然科學習動機、學習策略與學業成就之相關研究**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學生物學系，彰化市。
5. 李茂能(2006)。**結構方程模式軟體Amos之簡介及其在測驗編製上之應用：Graphics & Basic**。臺北市：心理。
6. 林燕文、洪振方(2007)。對話論證的探究中學童論述策略對促進科學概念理解之研究。**屏東教育大學學報，26**，285-324。
7. 邱美虹(1996)。學習策略與科學學習。**科學教育月刊，191**，2-15。
8. 邱皓政(2006)。**量化研究與統計分析：SPSS中文視窗版資料分析範例解析(基礎版)**。臺北市：五南。
9. 段曉林(2007)。**科學探究**。查詢日期：2009年2月1日，檢自http://blog.nkhs.tp.edu.tw/highscope/resserver.php?blogId=6&resource=1%E3%80%81%E7%A7%91%E5%AD%B8%E6%8E%A2%E7%A9%B6%E7%B0%A1%E4%BB%8B.%E9%AB%98%E7%9E%BB.122907.ppt。
10. 洪文東(2004)。**以探究式教學活動設計提升學生科學探究能力**(NSC93-2511-S-153-004)。臺北市：行政院國家科學委員會。
11. 高慧蓮(2006)。**九年一貫課程「自然與生活科技」領域科學探究能力之培養研究——子計畫二：科學探究能力之評量(III)**(NSC95-2511-S-153-006)。臺北市：行政院國家科學委員會。
12. 張新仁(2006)。學習策略的知識管理。**教育研究與發展期刊，2**(2)，19-42。
13. 教育部(2008)。**國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域**。臺北市：作者。
14. 陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵(2005)。**多變量分析方法——統計軟體應用**(四版)。臺北市：五南。
15. 陳李綢(1988)。學習策略的研究與教學。**資優教育季刊，29**，15-24。
16. 陳李綢(1995a)。有效學習策略的研究與應用。**學生輔導，38**，40-47。
17. 陳李綢(1995b)。「學習策略訓練方案」對國中生閱讀理解學習之影響。**教育心理學報，28**，77-98。
18. 陳英豪、吳裕益(1998)。**測驗與評量**(四版)。高雄市：復文。
19. 程炳林(2001)。動機、目標設定、行動控制、學習策略之關係：自我調整學習歷程模式之建構及驗證。**師大學報：教育類，46**(1)，67-92。
20. 黃美華(2003)。**自我導向科學學習傾向量表之發表研究**。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所，高雄市。
21. 詹永宗(2004)。**自我調整學習對國小學童自然科學習成效影響之研究**。未出版之碩士論文，臺北市立師範學院科學教育研究所，臺北市。
22. 謝甫佩、洪振方(2003)。反思的學習策略對電磁概念學習遷移的成效。**師大學報：科學教育類，48**(2)，141-164。
23. 魏禹綸(2007)。**國小高年級學童科學學習動機、科學學習策略與科學學習成就之相關研究**。未出版之碩士論文，國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
24. American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Ameri-*

cans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington, DC: Author.
25. Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(8), 811-831.
26. Arbuckle, J. L. (1999). *Amos 4.0 user's guide*. Chicago, IL: Small Waters.
27. Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *16*(1), 74-94.
28. Biggs, J. B. (1978). Individual and group differences in study processes. *British Journal of Educational Psychology*, *48*(3), 266-279.
29. Biggs, J. B. (1987a). *Student approaches to learning and studying*. Camberwell, Australia: Australian Council for Educational Research.
30. Biggs, J. B. (1987b). *Study process questionnaire manual. Student approaches to learning and studying*. Hawthorn, Australia: Australian Council for Educational Research.
31. Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
32. Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implication for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental and Science Education*, *3*(4), 193-206.
33. Chamot, A. U., Barnhardt, S., El-Dinary, P. B., & Robbins, J. (1999). *The learning strategies handbook*. White Plains, NY: Longman.
34. Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(2), 109-138.
35. Cleary, T. J. (2006). The development and validation of the self-regulation strategy inventory–Self-report. *Journal of School Psychology*, *44*(4), 307-322.
36. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
37. Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, *80*(2), 131-142.
38. DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications* (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.
39. Entwistle, N. J., & Ramsden, P. (1983). *Understanding student learning*. London: Croom Helm.
40. Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-236). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
41. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, *34*(10), 906-911.
42. Gagné, R. M. (1974). *Essentials of learning*

for instruction. Hinsdale, IL: Dryden Press.
43. Glynn, S. M., & Muth, K. D. (2008). Methods and strategies: Using drawing strategically. *Science and Children*, *45*(9), 48-51.
44. Glynn, S. M., Yeany, R. H., & Britton, B. K. (1991). *The psychology of learning science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
45. Guvenc, H., & Acikgoz, K. U. (2007). The effects of cooperative learning and concept mapping on learning strategy use. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *7*(1), 117-127.
46. Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
47. Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, *79*(2), 171-212.
48. Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, *20*(1), 141-151.
49. Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, *39*(1), 31-36.
50. Kember, D. (2004). Misconceptions about the learning approaches, motivation and study practices of Asian students. *Higher Education*, *40*(1), 99-121.
51. Kember, D., Biggs, J., & Leung, D. Y. P. (2004). Examining the multidimensionality of approaches to learning through the development of a revised version of the learning process questionnaire. *British Journal of Educational Psychology*, *74*(2), 261-279.
52. Kirby, J. R. (1984). *Cognitive strategies and educational performance*. Orlando, FL: Academic Press.
53. Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., & Soloway, E. (2000). Instructional, curricular, and technological supports for inquiry in science classrooms. In J. Minstrell & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 283-315). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science Press.
54. Lee, M. H., Johanson, R. E., & Tsai, C. C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equation modeling analysis. *Science Education*, *92*(2), 191-220.
55. Lindsay, P. H., & Norman, D. A. (1977). *Human information processing: An introduction to psychology* (2nd ed.). New York: Academic Press.
56. Mayer, R. E. (1987). *Educational psychology: A cognitive approach*. New York: Harper Collins.
57. McKeachie, W. J. (1987). *Teaching and learning in the college classroom. A review of the research literature (1986) and November 1987 Supplement*. Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
58. Meyer, J. H. F., & Parsons, P. (1989). Approaches to studying and course perceptions using the Lancaster inventory–A comparative study. *Studies in Higher Education*, *14*(2), 137-153.
59. Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction–What is it and does it matter? Results from

a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474-496.

60. National Research Council. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
61. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
62. Nisbett, J. D., & Shucksmith, J. (1986). *Learning strategies*. London: Routledge & Kegan Paul.
63. Oxford, R. L. (1990). *Language learning strategies: What every teacher should know*. Boston, MA: Heinle.
64. Riding, R., & Rayner, S. (1998). *Cognitive styles and learning strategies: Understanding style differences in learning and behaviour*. London: David Fulton.
65. Ruban, L. M., MaCoach, D. B., McGuire, J. M., & Reis, S. M. (2003). The differential impact of academic self-regulatory methods on academic achievement among university students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *36*(3), 270-286.
66. Schmeck, R. R. (1988a). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press.
67. Schmeck, R. R. (1988b). Individual differences and learning strategies. In C. E. Weinstein, E. T. Goetz, & P. A. Alexandex (Eds.), *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation* (pp. 171-191). San Diego, CA: Academic Press.
68. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2006). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
69. Thang, S. M. (2004). Student approaches to studying: Identifying the Malaysian constructs and comparing them with those in other contexts. *Journal of Further and Higher Education*, *28*(4), 359-371.
70. Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, *27*(6), 639-654.
71. Wang, J. R., Huang, B. Y., Tsay, R. F., Lee, K. P., Lin, S. W., & Kao, H. L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *20*(3), 534-542.
72. Weinstein, F. E., & Van Mater Stone, G. (1996). Learning strategies and learning to learn. In E. De Corte & F. E. Weinert (Eds.). *International encyclopedia of developmental psychology* (pp. 419-423). London: Pergamon.
73. Zimmerman, B. J. (1989). Models of self-regulated learning and academic achievement. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice* (pp. 1-25). New York: Spring.

科學教育學刊
2012, 第二十卷第六期, 515-538

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(6), 515-538

The Design and Development of a Scale for Assessing Learning Strategy during Scientific Inquiry for Elementary Students

Su-Chiung Luo[1] and Sheau-Wen Lin[2,*]

[1]Daliao Elementary School, Kaohsiung City
[2]Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Pingtung University of Education

Abstract

The purpose of this study was to develop a scale which subjected to assess fifth- and sixth-graders' learning strategy during scientific inquiry (LSSI scale). Eleven hundred and seven participants selected through cluster sampling from Kaohsiung area responded the scale. Experts of science education research and elementary science teaching were invited to establish the content validity. The exploratory and confirmatory factor analyses were also used to establish construct validity of the instrument. Finally the total twenty-three items of LSSI scale were ascertained. In this study, the learning process during scientific inquiry (identifying questions, gathering information, designing and conducting scientific investigations, and formulating and communicating explanations) composed of four subscales: copying learning, rote learning, connecting and monitoring learning strategy, and time and resources management. The result of factor analyses showed and confirmed that the four factor model of the scale could explain more briefly and stably about the structure of the LSSI scale. The Cronbach's α value of internal consistency of the subscales of this scale ranged from .75 to .84 and the Cronbach's α value of the LSSI scale was .90. The students' learning strategies during scientific inquiry were described and compared. Finally, some suggestions for scientific inquiry-based learning strategy instruction and future research were proposed according to the results.

Key words: Scientific Inquiry, Elementary Students, Design and Development of Scale, Learning Strategy

* Corresponding author: Sheau-Wen Lin

04-林曉雯.indd 538 2012/12/25 下午 07:13:47