

## 自然與生活科技領域統整課程的反思與實踐

游光昭<sup>1</sup> 林坤誼<sup>2</sup> 王詩婷<sup>3</sup>

### 摘要

自九年一貫課程實施以來，許多學者紛紛針對能力指標進行詮釋、轉化、驗證，期能藉此釐清能力指標的概念，以協助教師於教學現場的教學與評量。九年一貫課程的理念與美國標準本位教育的理念十分類似，但許多學者在發展課程時卻甚少依循標準本位課程發展的理念，有鑑於此，本研究運用標準本位課程發展理念所發展的統整課程，藉以分析及驗證如何落能力本位的統整課程。本研究透過行動研究以反思與實踐此一統整課程，並歸納出以下結論：1.自然與生活科技領域統整課程的規劃仍待強化，以符合實際教學現況的需要；2.學生在科技的發展、設計與製作的能力表現有待精進；3.教師需善用多元化的教學與評量方法。綜上所述，透過本研究的實施之後，研究者希望未來能夠一方面協助落實標準本位課程發展的理念，另一方面也希望逐漸改善統整課程的設計、以及學生的能力表現。

**關鍵詞：**行動研究、自然與生活科技、統整課程、標準本位課程

- 
- 1 游光昭，國立台灣師範大學工業科技教育學系教授  
電子郵件：kcyu@ntnu.edu.tw
  - 2 林坤誼，國立台灣師範大學工業科技教育學系博士候選人  
電子郵件：linkuenyi@yahoo.com.tw
  - 3 王詩婷，國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生  
電子郵件：nueau@ns2jh.tnc.edu.tw  
投稿日期：2006年5月29日；採用日期：2007年1月3日

Contemporary Educational Research Quarterly

March, 2007, Vol.15 No.1, pp. 143-180

## Reflection and Implementation of Integrated Curriculum in Natural Science and Living Technology

Kuang-Chao Yu<sup>1</sup> Kuen-Yi Lin<sup>2</sup> Shih-Ting Wang<sup>3</sup>

### Abstract

With the implementation of the nine year articulated curriculum, there has been a considerable amount of professional pressure and numerous position papers expressing the need for interpreting, transforming, and verifying the competency indicators to assist teachers' teaching and evaluation. The ideal of nine year articulated curriculum is similar to the standards-based education in the United States, but there is little curriculum developed based on the process of standards-based curriculum. In this study, an integrated standards-based curriculum was developed for the purpose of implementing the ideal of educational reform. At the same time, the effects of this integrated curriculum were also verified through this study. In order to achieve the purposes of this study, an action research is employed, and the main conclusions include: 1. the development of integrated curriculum in Natural Science and Living Technology is still needed to be improved; 2. students' performances in technology, design and making is also needed to be improved; 3. the ability in developing multiple strategies in instruction and evaluation is required to teachers. The authors hope that the ideal of standards-based curriculum development can be implemented and the integrated curriculum and students' performances can also be improved.

**Key words: action research, Natural Science and Living Technology, integrated curriculum, standards-based curriculum**

---

1 Kuang-Chao Yu, Professor, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University  
E-mail: kcyu@ntnu.edu.tw

2 Kuen-Yi Lin, Doctoral Candidate, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University.  
E-mail: linkuenyi@yahoo.com.tw

3 Shih-Ting Wang, Graduate Student, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University.

Manuscript received: May 29, 2006; Accepted: Jan. 3, 2007

## 壹、緒論

### 一、背景與動機

自九年一貫課程實施以來，許多學者紛紛針對能力指標進行詮釋、轉化、驗證，期藉此釐清能力指標的概念，進而有助於教師在教學現場的教學與評量。以自然與生活科技為例，也有許多學者投入自然與生活科技領域統整課程的發展，藉此以協助教師在教學上能夠達到能力指標的要求，及了解如何透過適切的策略以協助學生達到能力指標的要求（林曉雯、陳佩君，2005；陳美玲、郭重吉，2002）。一時之間，這種強調能力指標的標準課程，也成為教育研究的重點。

課程常被視為是銜接能力指標與學生學習的媒介，而在評估課程與能力指標的相關性時，許多學者及教師是以現有的課程為基礎，來分析該課程所能夠達到的能力指標為何，（高新建，2001；熊同鑫、王振興、陳淑麗，2001；潘麗珠、楊龍立、蕭千金，2004），而較少以架構能力指標為設計課程的基礎。以美國的科技教育（technology education）課程為例，當國際科技教育學會（International Technology Education Association, ITEA）公布科技標準時，許多科技教師所做的多是將現有科技課程與科技標準相互對照，以使現有的科技課程能夠符應科技標準的訴求。但是，此種課程僅能稱為反映科技標準的課程，亦即標準相關（standards-related）的科技課程，而非標準本位（standards-based）的科技課程（Barnette, 2003; ITEA, 2005a）。基本上，標準相關的科技課程與標準本位的科技課程之區別，主要在於標準相關的科技課程是以現有的科技課程為主，並與科技標準作相互的對照，最後再作適度調整而成。相對的，標準本位的科技課程則始於科技標準，是依據科技標準發展相關的科技內涵，最後再形成標準本位的科技課程（如圖1）。

若依據上述的觀念來檢視我國目前九年一貫課程所出版的教科書，就可發現

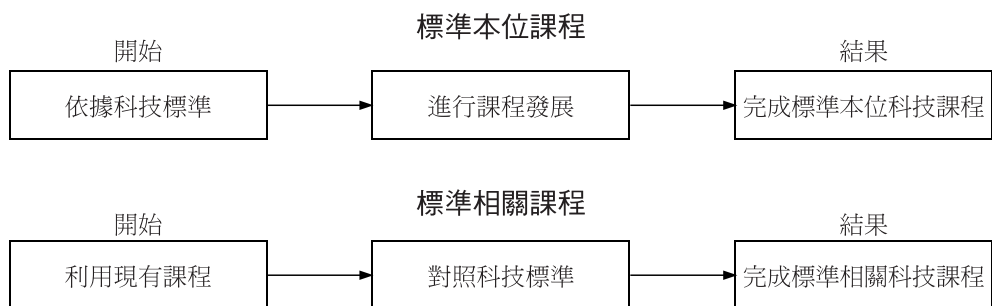


圖 1 標準本位課程與標準相關課程

絕大多數的教科書採用的是標準相關課程的策略。以國內某家銷售量極佳的出版社為例，其所出版的六冊國中自然與生活科技教科書所包括的能力指標，與教育部所公布的自然與生活科技領域第四階段所應教授的能力指標，就短缺達二十九項之多。換言之，國中學生若使用這個出版社所出版的自然與生活科技課本時，有可能無法培育與這二十九項相關的能力。其實，這樣的問題普遍存在於目前所出版的教科書中，而許多教師自編的課程也或多或少有著類似的情形。亦即，目前許多教科書或教師自編的教材，是由教師從學科知識體的架構來編寫教材，之後，再從這些教材內容去對應相關的能力指標。這樣的方式很容易造成教材所對應到的能力指標會集中於特定部分，尤其是在傾向概念學習的能力指標上，而其他的能力指標就不容易被對應到。此外，由於九年一貫課程綱要並未對各領域學習能力指標內涵提出具體詳述，使得教師從事教學活動時，無法直接將能力指標當作課程內容或教學活動而進行教學，必須經過一次或數次的教學轉化步驟，才能將能力指標充分的轉化為教材內容或教學活動的形式。基本上，在經過精確及合宜的能力指標轉換之後，教師才能達到有效能的教學，而學習者也才能達到有意義的學習（余民寧，2002）。

有鑑於此，游光昭和林坤誼（2004）曾依據上述標準本位課程發展的概念，針對自然與生活科技領域第四學習階段中的「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項的能力指標進行轉換與詮釋，並發展出標準本位的統整課程。亦即，該統整課程將「科技的發展」及「設計與製作」的能力指標統整列入，而非像一般教

科書僅能配合部分能力指標於其課程中。游光昭和林坤誼（2004）的研究雖然依循標準本位課程的理念進行發展自然與生活科技領域的統整課程，但是此一統整課程在實施所可能遭遇的困難，以及對於學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效究竟為何，則仍須加以驗證。驗證的目的在於了解能力指標的詮釋是否可為轉化為實際教學所用；且轉化為教材及教學活動時，可否對應到相關的能力指標；並了解學習者在這樣的過程中是否能學到、或培養出符合能力指標所列的能力。基本上，驗證的最佳方式就是透過實際教學者從教學現場來進行，並由其行動與反思間來了解教師能否依據較具體的能力指標來轉化教材。相對的，學生在教師的引導下，學習相關的知識內涵，及運用活動來操作、練習與應用知識原理，是否就能具有「帶著走的能力」。

因此，本研究透過協同行動研究的方式，讓實務工作者實際參與課程領域的學術研究及分析，相信更能深入了解學生在此一標準本位統整課程中的學習困擾、以及實際的學習成效，同時也藉由多元管道來驗證此統整課程的成效。綜而言之，本研究主要依據先前所發展出的自然與生活統整課程（游光昭、林坤誼，2004）進行協同行動研究，藉此探討學生在此一標準本位統整課程中的學習困擾，及分析學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效。

## 二、研究目的

根據前述的研究背景與動機，本研究主要立基於游光昭和林坤誼（2004）所發展的自然與生活科技統整課程之上，期能以此一統整課程為示例，協同行動研究為方法，藉以了解此一統整課程實施所遭遇之困難，同時亦驗證此一統整課程的成效。

1. 探討實踐自然與生活科技統整課程的歷程與遭遇之問題。
2. 反思實踐歷程與問題並研提具體解決策略。
3. 分析自然與生活科技統整課程對於學生在「科技的發展」與「設計與製作」兩大項能力指標的學習成效。

## 貳、文獻探討

### 一、自然與生活科技領域統整課程的發展

從課程規劃來看，許多國家仍舊著重於學科分立的傳統式課程。由於傳統分科課程著重各自設計且整合結構較為鬆散，加以缺少縱軸的連貫和橫軸的銜接，故常導致教材重複、脫節或矛盾的現象。也由於知識常被切割的過於破碎，學生僅能獲得零碎的知識，而無法獲得統整的經驗（歐用生，2000）。有鑑於此，許多學者認為傳統分科課程已不能滿足學生需求，且其適切性上也頗受批評，於是統整課程成為二十一世紀課程設計上的重要課題（Beane, 1997; Jacobs, 1989）。以科學教育領域而言，許多學者在發展統整課程時常會利用科學、科技、社會（Science, Technology, Society, 簡稱 STS）的策略。近年來，許多學者基於數學、科學、以及科技間的密切關係，也有採用數學、科學、科技（Mathematics, Science, Technology, 簡稱 MST）的策略來發展統整課程（Childress, 1996; Wicklein & Schell, 1995）。因此，運用 STS 策略或者 MST 策略來發展統整課程，是近年來科學教育與科技教育領域中重要的課題之一。

除了上述提及的 STS 策略與 MST 策略之外，隨著標準本位（standards-based）教育改革的興起，如何善用標準以進行課程發展亦備受關注（ITEA, 2005a; Pattison & Berkas, 2000）。一般而言，依據標準以發展課程的方式主要可以分為標準相關與標準本位兩種，分述如下：

#### （一）標準相關

從採用標準相關策略以發展自然與生活科技領域統整課程的研究來看，熊同鑫、王振興和陳淑麗（2001）主要應用「大單元式」與「活動本位式」課程統整方案以發展自然與生活科技領域的統整課程；其中，大單元式課程統整方案主要

依據現有教材內涵以發展統整課程，而活動本位式則以學校本位的考量下以發展統整課程。王美芬（2001）則在探討統整課程及多元評量的實踐上，發展以「月亮」為主題的統整課程，以協助學生達成自然與生活科技領域能力指標的要求。此外，蘇育任（2001）在探討九年一貫自然與生活科技領域的統整課程時，曾以「吹泡泡」作為課程主軸，並依據科學——科技——社會（STS）的取向發展出統整課程，最後再分析與此一統整課程相呼應的能力指標。而陳美玲和郭重吉（2002）指出，自然與生活科技領域主題統整教材發展模式主要包括六個階段：1.成立統整教材研發小組；2.搜尋和選定統整主題和單元；3.參酌分段能力指標設計各單元教學內容；4.完成教學流程與內容的統整；5.進行各單元試教、觀摩和修訂；6.完成教材的審核並進行推廣（頁4）。另外，黃萬居（2004）依據現有自然與生活科技領域教科書的「食物與能源」與「空氣的秘密」等兩單元內容為基礎，發展出生活化之問題解決教學模組。

針對上述自然與生活科技領域統整課程發展的相關文獻可知，現階段自然與生活科技領域的統整課程，大多以標準相關課程為主，較不容易落實標準本位課程的理念。而未來該如何善用標準本位以發展統整課程，以及實踐標準本位統整課程所可能遭遇的問題，都將是亟需探究的重點。

## （二）標準本位

從採用標準本位策略以發展自然與生活科技領域統整課程的研究來看，美國國際科技教育學會已經針對中小學段等不同層級，出版一系列利用標準本位策略發展出的統整課程（ITEA, 2004, 2005b），藉此提供中小學教師教學之參照。而在國內部分，作者曾針對「台灣社會科學引註索引」（Taiwan Social Science Citation Index，簡稱TSSCI）所收錄的期刊進行文獻蒐集，現階段僅有「國中生活科技學域標準導向之統整課程轉化研究」一文。該研究主要針對自然與生活科技領域中「科技的發展」和「設計與製作」兩大項能力指標進行詮釋，並依據詮釋結果將之轉化為自然與生活科技的統整課程（游光昭、林坤誼，2004）。

具體而言，游光昭和林坤誼（2004）所發展的自然與生活科技領域統整課程，主要在針對「科技的發展」與「設計與製作」等兩方面的能力指標進行詮釋

後，透過專家會議以挑選「4-4-1-1 了解科學、技術與數學的關係」、「4-4-1-2 了解技術與科學的關係」、「4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係」、「8-4-0-2 利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想」、「8-4-0-4 設計解決問題的步驟」、以及「8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整」等六項能力指標為基礎，並選擇與學生日常生活中密切相關的「橋樑」作為主題。最後，並依據 Kemp 和 Schwaller（1988）所提出的科際整合策略，著重在數學、科學與科技的整合，同時運用電腦多媒體來促進學生的學習興趣，進而發展出自然與生活科技領域的統整課程。

游光昭和林坤誼（2004）所發展的統整課程內涵主要以書面教材、學生學習單、及電腦多媒體教材為主，其中之電腦多媒體教材並包含以下五大部分：1.運用動畫等數位教材介紹與橋樑相關的數學、科學與科技原理（稱為數學、科學與科技原理區）；2.運用網路模擬方式操控數學、科學與科技等相關變項，以在電腦上進行橋樑的模擬設計（稱為虛擬實驗室）；3.運用傳統教室的相關設備與工具，進而將在電腦中的模擬設計圖實際製作出作品（稱為動手做實驗室）；4.運用多元評量的概念以透過不同的評量方式，評量學生是否達成能力指標所代表的能力內涵（稱為多元評量室）；5.運用網路鏈結功能以提供與橋樑相關的網路資料，使學習者依據自我需求進行更深或更廣的學習（稱為圖書資料室）。雖然該課程確實依據標準本位的方式發展自然與生活科技的統整課程，但是此一統整課程實際上對於學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效仍缺乏進一步的深入探討，故需要進一步透過研究以釐清此一標準本位統整課程的實際成效。

## 二、「科技的發展」、「設計與製作」兩大項能力指標之意涵

為了能夠在行動研究的過程中，具體的觀察學生在各項能力指標的表現行為，本文主要依據游光昭和林坤誼（2004）以「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標進行詮釋的結果為基礎（如表 1），詳細分析與蒐集學生的相



表 1 國中生活科技學域能力指標的詮釋

| 能力指標  | 詮釋結果   |
|---|--|
| 4-4-1-1 了解科學、技術與數學的關係*                      | 能藉由一個科技產品來分析該產品中相關的科學原理、數學原則及技術方法，並了解彼此間運作之關係。 |
| 4-4-1-2 了解技術與科學的關係*                         | 能陳述技術原理、方法與科學原理，以及彼此間相互支援、應用的關係。               |
| 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係*                      | 能藉由工程實例，並分析其所運用的科學與技術原理或方法。                    |
| 4-4-2-1 從日常產品中了解台灣的科技發展                     | 能藉由探討日常所使用之產品的演進過程，來了解台灣的科技發展。                 |
| 4-4-2-2 認識科技發展的趨勢                           | 能藉由生活實例以觀察科技產業或產品，並分析該科技產業或產品的發展趨勢。            |
| 4-4-2-3 對科技發展的趨勢提出自己的看法                     | 能藉由觀察日常生活中的科技產業或產品，提出自己對該項科技可能發展趨勢的看法。         |
| 4-4-3-1 認識和科技有關的職業                          | 能舉例並說明數種日常生活中和科技有關的職業。                         |
| 4-4-3-2 認識和科技有關的教育訓練管道                      | 能舉例並說明數種能提供科技訓練的教育訓練管道。                        |
| 4-4-3-3 認識個人生涯發展和科技的關係                      | 能說出個人生涯發展在職業準備、就業及發展等不同階段中，如何運用科技幫助自己。         |
| 4-4-3-4 認識各種科技產業                            | 能從不同科技分類中分別舉出其代表性產業，並說明其緣起及發展。                 |
| 4-4-3-5 認識產業發展與科技的互動關係                      | 能藉由文件閱讀、概念陳述、活動進行，認識各種產業發展和科技的互動關係。            |
| 8-4-0-1 閱讀組合圖及產品說明書                         | 能閱讀並說明日常生活中各類產品所附的組合圖及產品說明書。                   |
| 8-4-0-2 利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想* | 能透過口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物來呈現個人的創意與構想。       |
| 8-4-0-3 了解設計的可用資源與分析工作                      | 能了解在科技學習活動中欲進行設計時的可用的資源，以及進行該設計的分析步驟。          |
| 8-4-0-4 設計解決問題的步驟*                          | 能規劃及設計解決科技問題的步驟。                               |
| 8-4-0-5 模擬大量生產過程                            | 能在設計與製作的學習活動中模擬大量生產的過程。                        |
| 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整*                | 能藉由專題活動實際執行產品的製作流程，並在過程中及完成後進行產品機能的測試與調整。      |

註：\*代表本統整課程主要欲培育的能力指標。

資料來源：游光昭、林坤誼，2004，頁 126-127。

關資料，以探究學生的表現是否達致能力指標的訴求。

由於游光昭和林坤誼（2004）所發展出的自然與生活科技的統整課程，主要選擇「4-4-1-1」、「4-4-1-2」、「4-4-1-3」、「8-4-0-2」、「8-4-0-4」、以及「8-4-0-6」等六項能力指標為基礎，並以「橋樑」作為主題，融入相關的數學、科學、及科技知識。LaPorte 和 Sanders（1996）在發展數學、科學、科技的統整課程時，曾將「設計」、「製作」、以及「評量」等三個階段所必須運用的數學、科學、以及科技的概念標示清楚，以利於教師的教學與學生的學習。因此，本研究亦將此統整課程分成設計、製作、及評量等三個階段進行分析，並標示出各個階段所能夠培育的能力指標（如表 2）。透過此一分析，研究者可針對不同階段蒐集學生的表現資料，以驗證此一課程的實際成效。

表 2 橋樑活動各階段可培育之能力指標

| 活動階段 | 可培育之能力指標                                   |
|------|--|
| 一、設計 | 4-4-1-1 了解科學、技術與數學的關係                      |
|      | 4-4-1-2 了解技術與科學的關係                         |
|      | 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係                      |
|      | 8-4-0-2 利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想 |
|      | 8-4-0-4 設計解決問題的步驟                          |
| 二、製作 | 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整                |
| 三、評量 | 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整                |

## 參、研究設計與實施

### 一、研究流程

本研究的目的主要在了解自然與生活科技統整課程實施所遭遇之困難，及驗

證自然與生活科技統整課程之成效，其研究流程如圖 2 所示。首先，研究者在發現課程與能力指標的落差問題後，便與合作教師組成協同行動研究團隊，並擬定行動策略，及透過多元的管道以蒐集相關資料，而後再檢視自然與生活科技領域統整課程的實施成效。其中，在實施成效方面主要著重在檢視自然與生活科技領域中「科技的發展」與「設計與製作」兩部分的能力指標之達致程度，最後則依據成效反思現況，並研提具體建議以供自然與生活科技領域教師實施統整課程之參考。

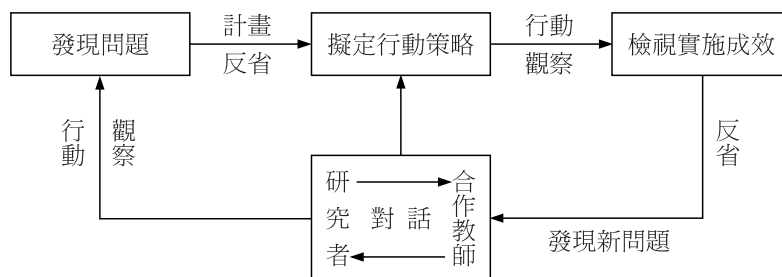


圖 2 研究流程圖

## 二、研究參與之人員

本研究參與之人員主要分為以下兩大類，茲將其分述如下：

### (一)協同行動研究團隊人員

本研究所組成的協同行動研究團隊，人員主要包含一位師資培育大學教授（即研究者），以及四位來自台北市不同國中的自然與生活科技領域教師參與。挑選出此四位自然與生活科技領域教師的標準如下：

#### 1.教學經驗豐富者

本研究所挑選出的四位自然與生活科技領域教師，皆具有十年以上的豐富教

學經驗。因此，在組成協同研究團隊時，這四位教師皆可善用自身的豐富教學經驗，並在擬定行動研究的策略方面，可以運用過去的實際教學經驗以使行動策略精緻化。

### 2. 曾任或現任輔導團成員者

由於輔導團成員較常有機會接觸許多與教育改革相關的新知，並且能透過輔導團的自我成長研習營以增進專業知能。因此，本研究所挑選出的四位自然與生活科技領域教師皆曾任或現任輔導團成員，對於教育改革知能或領域專業知能方面，都能夠具備專業的素養。

### 3. 有見解、能參與及可溝通者

為了使協同行動研究團隊能夠發揮綜效，本研究所挑選的四位自然與生活科技領域教師皆具有自我的見解、能參與及願意與人溝通的特質。因此，本研究所組成的協同研究團隊，各成員間皆在愉悅但嚴謹的過程中，一方面自我成長，另一方面亦順利的完成本研究。

針對上述四位自然與生活科技領域教師，本研究主要再挑選出一位教師以負責實際的教學實驗。該位教師具有十七年的教學資歷，亦曾指導學生參加台北市科學展覽競賽及生活科技競賽，且屢獲佳績。

## (二) 實驗教學對象

本研究的實驗教學對象，為以前述擔任實驗教學教師所任教的兩個七年級的班級，此兩個班級皆為常態分班，而學生人數分別為二十四人與二十五人。

## 三、進入研究的情境

Bogdan 和 Biklen (1982) 曾指出，行動研究的研究者進入研究情境之策略主要可分為兩種：1. 暗中進入策略：主要指研究者在研究情境中扮演某種角色，如義工或助理老師，故研究對象並不知道研究者的目的；2. 公開策略：主要指研究者已事先徵得同意後，才進入研究情境中（林素卿，2003）。本研究始於二〇〇四年十二月，而之後的實踐教學時間則自二〇〇五年二月二十三日起至四月十

三日止，共計七週的時間。而研究者進入研究的情境主要採取 Bogdan 和 Biklen (1982) 所提出的公開策略，在進行本研究前，研究者除了獲得學校校長、行政人員的同意外，更邀請相關教師參與過程討論。透過此一協同行動研究的進行，一方面提升參與教師的自我反思與專業成長機會，另一方面也提供學者深入探討自然與生活科技領域統整課程，及學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的實質學習成效。

#### 四、資料蒐集的方法

一般而言，在進行協同行動研究的學者，多採用教學錄影、座談、訪談、文件資料、研究日誌（林素卿，2003；林曉雯、陳佩君，2005）。因此，本研究便採用此五種資料蒐集的方法，以蒐集本研究所需的相關資料，分述如下：

##### (一)教學錄影

教學錄影主要指在教學的過程中，研究者利用數位攝影機記錄學生的課堂反應、學習過程的表現、教師教學概況、以及其他值得記錄的事件；此外，研究者亦將教學錄影資料在協同行動研究會議中播放，並與小組成員相互討論，且針對重要訊息整理出教學錄影的文字記錄，藉此以供後續的資料分析之所需。

##### (二)座談

本研究的協同行動研究團隊隔週定期聚會討論，主要在討論學生事件、澄清教學內容、討論協同行動研究的相關課題等，藉此作為調整或修正教學與研究之進行。除此之外，研究者亦將座談內容整理成文字稿，以供後續的資料分析之所需。

##### (三)訪談

為了確認自然與生活科技領域統整課程對於學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效，研究者亦挑選七組學生進行訪談，透過半結構式的訪談大綱，深入了解學生在科技的發展、設計與製作兩大項能力指標

的表現情形。此外，研究者亦在經過研究對象的許可下，利用數位錄音筆記錄訪談內容，並將之轉為文字稿，以供後續的資料分析之所需。

#### (四)文件資料

為確認自然與生活科技領域統整課程對於學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效，除了採用上述的訪談之外，研究者亦設計多元評量的文件，包含學習自評表、作品測試記錄表。其中，學習自評表主要依據「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標發展評量項目，由學生自我評量所達到能力的程度，而作品測試記錄表則採用美國國際科技教育學會所發展出的產品評量導板（*rubrics*）為主，藉此了解學生在設計與製作能力方面的表現（*ITEA, 2003*）。

#### (五)研究日誌

研究者與任課教師每次上完課之後，便針對教學情形、學生學習情形進行記錄，並著重在反思學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的表現。此外，研究者與任課教師亦定期討論在遭遇突發狀況時，其當下所採取的因應策略是否適切，藉此反思在未來進行教學時的改善方針。

### 五、研究效度

為避免研究過程中的主觀偏執和自我陶醉，研究者必須要面對研究的限制，及釐清可能的盲點，進而藉由有效的途徑來檢核資料的取得、引用、處理和詮釋是否得當，以加強整個研究過程的嚴謹度，並讓研究結果能夠儘量確實表達實況（*甄曉蘭, 2003*）。有鑑於此，本研究的研究效度檢核方法主要採用三角檢證法（*triangulation*）（如圖 3），藉由不同的方法從不同的來源蒐集資料，並透過參與者檢核（*members check*）的方式，讓研究參與者審閱資料的分析與詮釋是否公正、客觀，透過參與者的回饋以檢討和修正研究者的認知與詮釋（*Miles & Huberman, 1994*）。

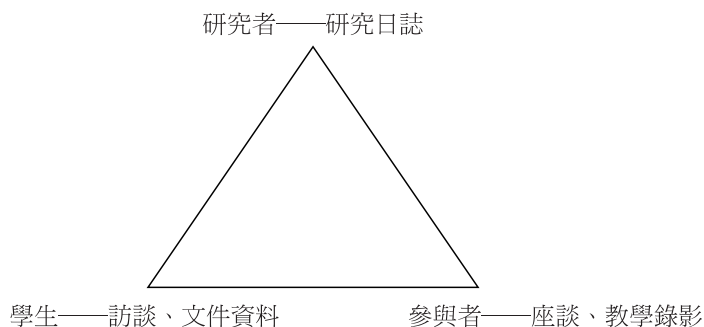


圖 3 三角檢證

## 六、資料處理

本研究資料處理主要分為下列兩大步驟：

### (一)資料編碼

本研究的資料編碼主要分為四個部分：1.項目代號——研究過程中各種資料的項目與代號可如表 3 所示，如教學錄影的代號為 CR；2.日期——在代號後面會加上獲得該資料的日期，如二〇〇五年二月二十三日則加上 20050223；3.班級——由於本研究的實驗班級有兩班，故分別標示 A、B 以利區隔；4.學生代號——由於研究者最後會找七組的學生進行訪談，故分別標示為 S1~S7；5.流水號——針對各項資料的文字記錄，研究者逐句進行編號。綜合言之，以 SI20050327 - A - S1 - 01 的編碼為例，其所代表的意涵為 A 班第一組二〇〇五年三月二十七日深度訪談的逐字稿第一句話。

### (二)資料分析

在資料分析方面，本研究採 Patton (1990) 所建議的步驟：1.先集合所有原始資料並進行編碼；2.組織、分類、以及編輯原始性資料，使其成為易分辨的資料檔；3.依據研究目的透過交叉分析以獲致研究結果（引自林素卿，2003）。由

表 3 資料項目與代號

| 資料項目   | 來源            | 代號 |
|--------|---------------|----|
| 1.教學錄影 | 教室錄影          | CR |
| 2.座談   | 協同研究團隊座談      | TR |
| 3.訪談   | 學生訪談記錄會議      | SI |
| 4.文件資料 | 學習自評表、作品測試記錄表 | SL |
| 5.研究日誌 | 研究者觀察日誌       | SW |

於第一步驟已在上述資料編碼中完成，故在此研究者將著重於組織、分類、以及編輯原始性資料，進而依據研究目的並透過交叉分析以獲致研究結果。

## 肆、反思與實踐

為了探討自然與生活科技統整課程在實施過程中所遭遇之困難，並驗證自然與生活科技統整課程對於學生在「科技的發展」、「設計與製作」等兩大項能力指標的學習成效，研究者組成行動研究團隊，並透過不斷的反思與實踐，以達成此一研究目的。以下論述本研究在進行行動研究前，如何針對游光昭和林坤誼（2004）所發展出的自然與生活科技統整課程進行反思，再而探索實施過程中可能遭遇的困難，最後則著重在探討學生在科技的發展、設計與製作兩大項能力指標的表現情形。

### 一、實踐前的反思

為了使本行動研究之實踐更為順利，研究者與行動研究團隊成員經由數次會議討論，以反思游光昭和林坤誼（2004）所發展出的課程之適切性，以期使實踐的過程能夠更為順暢。依據資料分析結果，仍有以下三大項需要進一步修正，以期使整個行動研究的實施更為順利，分述如下：



## (一)課程內涵

在課程內涵方面，此一統整課程主要著重在與橋樑相關的數學、科學、以及科技知識，進而期望學生能夠在實作過程中將理論與實務進行整合。然而，經過本行動研究團隊的反思結果，在數學、科學與科技知識方面的安排，仍有需要調整的地方。

### 1. 數學方面

數學方面應該要刪除有關三角函數的部分（TR20041208——03），改而以現階段一年級數學課本中的內涵為範例，進而介紹三角形結構的概念，藉此引導學生了解橋樑中的數學相關知識（TR20050120——05）。

我覺得三角函數部分在國中沒有，所以教導學生這方面的知識不大適切……。（TR20041208——03）

……數學的部分剛好現在一年級的數學課本裡就有用橋樑當圖例（斜張橋），再介紹三角形結構那個部分，所以學生應該不會陌生。（TR20050120——05）

### 2. 科學方面

由於國中一年級在有關力的概念的學習上，並未涉及如結構物的內部構件應力等太深的知識（TR20041208——04）；因此，教師在介紹與橋樑相關的科學概念時，應可從三角形切入，利用三角形的邊長關係介紹合力的觀念，以使學生了解基本的力學概念（TR20050120——06）。

還有在科學方面有些介紹力的概念比較深入，但是國中一年級學生還沒學到那麼深；他們對於合力跟分力還可以了解，可是要講到結構物的內部構件應力可能就會有困難。（TR20041208——04）

至於力的概念，可以從三角形切入，因為他們要二年級才會學到合力、分力，所以我會用三角形的邊長關係，兩邊長的和大於第三邊，來帶入合力的概念，讓他們有基本力學概念。（TR20050120——06）

### 3. 科技方面

為了要讓學生有較為完整的概念，所以在進行橋樑的活動前，應該先讓學生對於營建的基本結構要件有初步的認識，之後再介紹有關橋樑的相關內涵，如此才能使學生擁有完整的相關概念（TR20050120——02）。此外，教師在介紹橋樑的相關概念時，必須讓學生了解橋樑承載效益是指橋體承重量與橋本身的重量的比值，藉此引導學生在橋樑設計時需考量橋本身的重量（TR20050120——07）。

在上橋樑課程前，還是要把營建的知識先講過，讓他們對營建的基本結構要件，像樑、柱、牆、還有居家維生系統、安全系統等先了解起，這樣他們比較會有概念，然後再帶入介紹橋樑種類、橋樑應用，最後從活動中練習橋樑結構，這樣整個下來會比較完整。（TR20050120——02）我會提到橋體承重量與橋本身的重量的比值關係，以作為橋樑模型的效能比較，讓學生了解可以載重同樣重量的兩個模型，其本身較輕的一方，在承載的效能上是比較優的。（TR20050120——07）

### (二)實作活動

在實作活動方面，依據游光昭和林坤誼（2004）先前的規劃，在材料方面主要以木板跟鐵絲為主，然而這樣的材料可能不太能反映結構的強度，頂多是看學生在連結材料時黏得好不好（TR20041208——05）。因此，實際執行時可以改採吸管、熱融膠等較為簡便的材料，以利於教師的準備、學生的剪裁、以及最後的測量工作（TR20050120——08）。從錄影的資料也顯示，部分學生對所提供的材料並不滿足，並要求能在下次上課帶字記所需的材料。換言之，教師其實可以在解說完時製作的過程後，允許學生自行攜帶其可能需要的額外材料，而這也符合學生自行解決問題能力的培養（CR20051208）。

對於使用的材料，我認為原來規劃的材料並不適合用在橋樑結構，這樣的材料不太能顯示結構的強度，頂多是看學生在連結材料時黏得好不好。（TR20041208——05）

在材料上要調整一下，我覺得可以改成用吸管當主要材料，吸管也有粗細可用，若在結構上製作精巧，同樣可以承受不小的重量，而且對一年級學生來說，他們要剪裁材料也比較方便，吸管用剪刀就可以剪，用熱融膠、膠帶就可以固定，在準備上比較方便，而測量起來也不用大費周章。（TR20050120——08）

### (三)教學評量

在教學評量方面，除了蒐集相關資料以了解在科技的發展、設計與製作兩大項能力指標的表現情形外，更可以依據能力指標設計學生自評與教師評量表（TR20050106——01~03）。根據實驗教師的建議，本研究的評量表相當具體，同時也可以讓學生參與最後實作部分的評量，並相互提供建議及修正的方式，這也有助學生批判思考能力的培養。

建議將檢核表分成學生自評與教師評量兩種表格。（TR20050106——01）

學生自評部分可以將指標內容敘述儘量簡化，……，列出1~5參考指標內容給學生看，讓他們可以依照自己的情形依1~5的程度勾選。

（TR20050106——02）

教師評量部分則主要針對每位同學加以評量。（TR20050106——03）

此外，由於設計與製作的能力指標強調實作技能的表現，所以如何評量學生在技能方面的表現，便十分的重要，必須能夠深入分析學生是否能夠依據設計的構想以實際製作出成品（TR20041229——46）。此外，針對學生的成品主要可以分為三大項進行評量，分別是造型、結構設計、以及載重能力（TR20050106——07）。

技能部分的評量反而是最重要，因為他（指學生）有想這樣做，可是他（指學生）是不是真的能做出來，或者做的怎麼樣，那就差很多了。

（TR20041229——46）

技能的評量可分三部分，第一部分是造型，再來是結構設計，最後是純粹測重的部分，而測重的部分又可以分橋體本身與承受的重量。

(TR20050106——07)

透過上述研究團隊的反思與討論，研究者與合作教師經過討論後認為，原有教材中的三角函數（數學）及結構物構件內部應力（科學）的部分，已超出國一階段學生之學習範圍，因此教師在課堂講課時，不特別強調這兩部分的知識內容。在橋樑結構設計製作活動方面，合作教師認為不應僅以桁架結構為主，會限制住學生在設計製作時的創意發想，因此修改活動內容，不限制學生設計製作的橋樑結構型式，讓學生可靈活運用老師講解過的各種橋樑結構型式來製作。另外，製作結構模型使用的材料，考量一年級學生對材料、機器及工具操作的熟悉度較不足，再修改為以吸管、棉線等作為製作橋樑結構模型的主要材料。同時，也允許學生自行攜帶部分其個人需要的簡易材料。

## 二、實踐時的困難

透過本次行動研究的實施，主要的目的之一是希望能夠了解實踐此一統整課程時所可能遭遇的困難，而由於研究者在進行此一協同行動研究之前，已分別針對課程內涵、實作活動、以及教學評量等三方面進行反思，並研提具體的行動策略。故在實踐此一標準本位統整課程時，主要遭遇的困難將落在課程內涵與實作活動兩方面。依據研究團隊座談會議與研究者觀察日誌等資料分析的結果，研究團隊發現在課程內涵方面所遭遇的困難為「學科合作」，而在實作活動方面主要遭遇的困難則為「學生興趣」、「學習單」、「性別」、「團隊合作」，以下主要針對此五項遭遇的困難進行說明：

### (一)學科合作

雖然自然與生活科技合併為同一領域，但是仍有許多學校在實際實施時以分科教學為主，並透過教學研究會將教科書的內容進行分工。因此，教師必須廣泛

的蒐集相關教材，並與數學、理化、生活科技等教師密切討論。（TR20050322—17、TR20050322—19）。換言之，教師若欲進行數學、科學、科技取向的統整課程，則必須花費較多心力與相關學科老師進行溝通協調，才能夠規劃出完善的知識學習架構。

現在自然與生活科技合在同一個領域，所以現在開教學研究會時就會知道這一年裡面自然在上什麼。（TR20050322—17）

因為我們在開教學研究會時會在分科時就講得很清楚，把課本內容分配，分配的時候就會講好哪個部分是誰上，或理化會考，這樣就互相都知道內容了。（TR20050322—19）

## (二) 學生興趣

統整課程的設計雖然以能力指標為出發點，但是在設計課程時所選擇的主題，最好必須能夠引起學生的興趣（RW20050302—A02）；此外，在學習內涵的規劃方面，最好也必須能夠與學生的先備經驗進行連結，如此一來才能夠激發學生的學習興趣（TR20050322—16）。

學生反應較冷淡，比較不會主動提問題，興趣較低。（RW20050302—A02）

如果上的東西跟他以前所學的比較沒有連結，他就會比較沒有興趣，除非你上的東西讓他感到有興趣或成就感。（TR20050322—16）

## (三) 學習單

在學習單的設計方面，其目的原本希望能夠協助學生系統化地進行設計，以利於產生精緻的設計圖以供製作之所需，但是學生在填寫學習單的情況普遍不佳，且有敷衍了事的現象（RW20050309—A03）。從錄影上的資料顯示，學生缺少將實作的歷程做紀錄的習慣，而多是在做完之後才以應付的態度來填寫學習單，這也顯現我的學生缺少先思考再行動的習慣（CR20050322）。所以，未

來在學習單的設計方面，應該朝向以更能輔助學生學習思考，再將思考所得以具體的實作的行動來完成。

學習單填寫的狀況不佳，同學都不太有隨時記錄的習慣，大部分都草率的填寫。（RW20050309——A03）

#### (四)性別

傳統上，女生在實作活動方面的接觸機會與興趣普遍較低，但是近年來，許多學者發現性別的影響因素已經逐漸消失，例如 Voke 和 Yip 在一九九九年的研究發現性別會有顯著差異，但是 Voke、Yip 和 Lo 在二〇〇三年的研究卻發現性別的差異已經消失（Voke & Yip, 1999; Voke, Yip, & Lo, 2003）。然而，就實際製作的情形而言，男生的表現仍舊優於女生組（RW20050309——B04）；此外，針對男女同組的團隊而言，余鑑、上官百祥、葉宗青和王燕超（2004）也發現小組中的女生多負責文書記錄、整理的工作，而男生則喜愛具體操弄的事物。因此，依據研究者的觀察與相關研究的報告，皆顯示出女生組對於實作主題的興趣較低，故未來在選取實作的主題時，理應考慮不同性別學生對於主題的興趣。

目前以各組學生的製作情形看來，男生組別在材料切割與黏接、以及造型設計等方面的表現優於女生組。（RW20050309——B04）

#### (五)團隊合作

為了希望學生能夠具備有團隊合作的能力，在實作活動的設計主要以分組活動為主，但有部分組別是由某一組員獨力完成作品，其他學生並沒有主動參與，也就較難以培育團隊合作的能力（RW20050316——B02）（CR20050316）。林人龍（2003）在探討學生小組成員間的互動關係時，其學生就曾表示同組成員的合作氣氛是很重要的。本研究的分組主要以三至四人為一組，但若考慮成員其間的合作氣憤，或許可先以兩人一組，待學生有合作的習慣後，在逐漸增加團隊合作的人數。

21 號已經獨立完成整座橋樑的外型；……，9 號獨自製作橋樑；12 號利用繩索固定橋體，並繞橋體一圈，整組幾乎由 12 號主控加工製作過程。（RW20050316——B02）

此外，由於合作教師所任教的學校，在「自然與生活科技」領域的排課係採取分科教學方式，且其本身任教該領域之生活科技課程，每週每班上課時間是一節課。因此，以「橋樑」教材的統整教學而言，在整個教學活動進行中要兼備知識的學習及操作應用練習，七週（一週一節課）的教學時間多半不足夠。尤其在技能操作部分，學生常常需要用較多的時間在製作、思考及解決問題之過程。為了在學期內教完預定的學習內容及進度，老師在教學上或學生學習時總是無法從容不迫進行，教師趕著教完該教的內容，學生趕著操作練習。通常一個主題的教學活動結束後，少則達三分之一學期，多則可能要用到二分之一學期的時間。雖然這是學校排課上的安排，但對教學而言是一種影響，同時也是教學上必須要克服的。在分科教學的狀況下，要順利進行統整教學，的確要行政與教學各方的搭配。

### 三、實踐後的成效

由於游光昭和林坤誼（2004）所發展出的統整課程主要依據兩方面的能力指標所發展而成，以下主要著重在分析學生在「科技的發展」及「設計與製作」能力指標上的實際表現情形。表中所呈現之自我檢核等級，均經由學生自填後，再與實驗教師相互討論其自我檢核的適切性與正確性，實驗教師也必須與每位學生討論其自評情形，以確認學生均了解評鑑項目的意涵。

#### （一）了解科學、技術、數學、工程間相互關係的情形

為了妥善地探討學生在第四大項能力指標的表現情形，研究者又針對學生自評以及質性資料分析等兩方面，以探討學生的實際表現：

### 1. 學生自評

依據表 4 第四大項能力指標的自我檢核情形發現，有 21%至 47%的學生認為自己在統整課程中的表現達到能力指標的要求（評分等級為 4 分或 5 分者），相對的，則有 18%至 22%的學生自認仍有進步及待加強的地方（評分等級為 1 分或 2 分者）。依據此一自評結果，顯示學生在此一統整課程中，多能體會及了解到科學、技術、數學、以及工程間的相互關係。

### 2. 質性資料分析

依據訪談資料的分析結果，學生在橋樑活動過程中主要仍以片段的技術性知識為主、少量的數學計算為輔；以技術性知識而言，會了解橋樑的種類、構造、原理（SI20050427——A——S1——65、SI20050427——A——S5——20、SI20050427——A——S7——66），而以數學計算而言，則著重在量測長度、計算比例等簡單的概念為主（SI20050427——A——S4——22、SI20050427——A——S6——20）。

可以學到做橋的方法、材料的運用、材料的搭配、材料數量的控制、還有橋的結構，可以知道材料可以讓橋穩不穩。（SI20050427——A——S1——65）

就計算橋能承受多重，還有假使橋能承受的不夠重的話，就再增加一些支撐力。（SI20050427——A——S5——20）

還知道了橋的構造，為什麼會這樣構造，例如斜張橋它就是要平均分攤兩邊的重量。（SI20050427——A——S7——66）

比如說我會用尺去量它的長寬高，然後再去算它能夠承受多少重量。（SI20050427——A——S4——22）

有計算、計算三角形的比例，才不會說這邊比較重、這邊比較輕。（SI20050427——A——S6——20）

除了上述片段的技術性知識與少量的數學計算外，多數學生會認為自己僅學習到做橋而已，其他相關的知識則較無收穫（SI20050427——A——S2——46）；此種現象可能是學生仍未能了解橋樑活動的目的主要在協助其建構科學、技



表 4 學生在「科技的發展」能力指標的自我檢核情形

| 能力指標評分等級                                  | 人數（百分比） |
|---|---------|
| 一、能力指標 4-4-1-1 了解科學、技術與數學的關係              |         |
| 5 分 在橋樑結構設計圖中，能正確分析所運用的科學原理，數學原則及技術方法     | 9（18%）  |
| 4 分 在設計橋樑結構時，能在設計圖中繪出橋樑受力（科學）情形及運用數學計算    | 8（16%）  |
| 3 分 在設計橋樑結構時，僅繪出設計圖，沒有分析橋樑受力（科學）情形及運用數學計算 | 23（47%） |
| 2 分 知道橋樑結構中所運用的基本科學原理，數學原則及技術方法           | 8（16%）  |
| 1 分 知道橋樑結構，但不了解其中相關的科學原理，數學原則及技術方法        | 1（2%）   |
| 二、能力指標 4-4-1-2 了解技術與科學的關係                 |         |
| 5 分 能比較不同結構物的受力情形及所運用的技術的方法               | 9（18%）  |
| 4 分 能以圖或文字說明解釋橋樑結構的受力情形                   | 14（29%） |
| 3 分 知道橋樑，但不了解橋樑結構中所應用的技術跟科學的關係            | 15（31%） |
| 2 分 知道橋樑且能分辨其結構型態                         | 9（18%）  |
| 1 分 知道橋樑，但無法分辨橋樑結構                        | 2（4%）   |
| 三、能力指標 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係              |         |
| 5 分 能以圖或文字舉例說明如何運用技術方法與科學原理來解決橋樑結構的問題     | 5（10%）  |
| 4 分 能以圖或文字舉例說明橋樑結構中的科學原理                  | 16（33%） |
| 3 分 能舉例說明在生活中的結構物及其用途                     | 18（38%） |
| 2 分 能舉例說明生活中的不同結構物                        | 8（16%）  |
| 1 分 不能分辨自然結構物與人造結構物                       | 2（4%）   |

註：百分比的計算採四捨五入。

術、數學與工程間的關係，故學生僅著重在製作橋樑。因此，若欲透過此一橋樑活動，以建構出科學、技術、數學、以及工程間的關係，仍有待進一步深入的分析與探討。

就只有學到做橋而已，其他沒有。（SI20050427——A——S2——46）

綜合上述學生自評與質性資料分析的結果，以下另有一些觀察結果提供反思：

1.學生在設計製作橋樑結構模型時，一開始多是單純的構想「要如何用限定的材料來搭造出一座橋樑模型？」，而忽略了在設計製作上也要考量的科學原理、數學原則。此外，學生在學習單中都能繪圖來示意所設計的橋樑架構（外型），但忽略大小尺寸標註，以及對結構受力分佈的分析。對材料大小、多寡的掌握，及對結構物承受力的理解與應用，則反應在模型製作階段。

2.學生多數能分辨出不同的橋樑結構類型，也知道自己所設計製作的是哪一類型的橋樑。在應用相關科學原理及技術方面上，學生也多能考量到分別利用筷子、吸管等不同材料特性，以模仿桁架結構，並能減少材料用量，在不會使橋體過重的條件下，增加其支撐力。此外，亦發現許多學生能運用槓桿原理來調整橋樑架構平衡，更從製作中理解到：運用簡單的材料也能製作出可以承受一定重量的結構。

3.學生多能夠分辨結構物，知道不同結構的用途，並能說出相關的科學原理，例如：力的分析、槓桿原理、模型的平衡、增加材料強度等等。其中「增加材料強度」是多數學生都會注意到部分，只是在製作上運用的方式各有不同。有的學生可以清楚說明自己在製作過程中，應用槓桿原理來判斷橋樑結構模型左右是否能達到平衡，並選擇較具穩定性的材料來製作模型。

## （二）設計與製作的表現情形

為了妥善地探討學生在第八大項能力指標的表現情形，研究者又針對學生自評以及質性資料分析等兩方面，以探討學生的實際表現：

表 5 學生在「設計與製作」能力指標的自我檢核情形

| 能力指標評分等級  | 人數 (百分比) |
|---|----------|
| 一、能力指標 8-4-0-2 利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想 |          |
| 5 分 能以清楚的文字、正確繪圖方式並製成模型以呈現橋樑結構設計的創意構想             | 8 (16%)  |
| 4 分 能以清楚的文字及正確繪圖方式呈現橋樑結構設計的創意構想                   | 14 (29%) |
| 3 分 能以文字、圖案方式呈現橋樑結構設計的創意構想                        | 20 (41%) |
| 2 分 能以口語方式呈現橋樑結構設計的創意構想                           | 7 (14%)  |
| 1 分 無法以任何方式表達橋樑結構設計的創意構想                          | 0 (0%)   |
| 二、能力指標 8-4-0-4 設計解決問題的步驟                          |          |
| 5 分 能以結構模型設計製作的最佳方案進行動手實作                         | 8 (16%)  |
| 4 分 能發展出結構模型設計製作的方案                               | 12 (24%) |
| 3 分 能在結構模型設計製作中蒐集相關資料                             | 19 (39%) |
| 2 分 知道結構模型設計製作的問題                                 | 8 (16%)  |
| 1 分 不知道解決問題的步驟                                    | 2 (4%)   |
| 三、能力指標 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整                |          |
| 5 分 能將結構模型的機能測試與調整至最佳狀況                           | 9 (18%)  |
| 4 分 能進行結構模型的機能測試與調整                               | 16 (33%) |
| 3 分 能運用材料與工具完成結構模型的設計與製作                          | 15 (31%) |
| 2 分 能進行結構模型的設計與製作                                 | 9 (18%)  |
| 1 分 未能進行結構模型的實際製作                                 | 0 (0%)   |

註：百分比的計算採四捨五入。

### 1. 學生自評

依據表 5 第八大項能力指標的自我檢核情形，有 40%至 51%的學生認為自己在統整課程中的表現達到能力指標的要求（評分等級為 4 分或 5 分者），而約 14%至 20%的學生表示尚有進步的空間（評分等級為 1 分或 2 分者）。依據此一自評結果，顯示學生在此一統整課程中，多數學生對問題解決的過程較不知如何掌握，而口語表達作品的的能力則表現不錯。此外，對於作品的測試也多能知道如何調整與問題的解決。

### 2. 質性資料分析

依據訪談資料的分析結果，學生在設計與製作能力的表現方面，以透過文字與圖案、繪圖表達創意與構想較佳（SI20050427——A——S3——24）。

大家一起討論、畫圖，然後選一個喜歡的，然後有一起討論說這個應該要怎麼樣做。（SI20050427——A——S3——24）

至於在設計解決問題的步驟方面，通常所設計出的設計圖（解決方案）常與實際製作時的不同（RW20050323——01、SI20050427——A——S4——16）；此外，也由於學生在設計解決問題的步驟方面不夠完善，所以經常發生材料不夠用的情形（SI20050427——A——S5——46），所以學生在設計解決問題步驟的能力方面仍舊有待改善。

部分組別一邊製作一邊修改，與原先設計及構想不同。（RW20050323——01）

我們有畫設計圖，可是跟做的完全不一樣。（SI20050427——A——S4——16）

就之前材料不夠用，接合就沒辦法完全結合，有些地方有很大的空隙，熱融膠也不夠用。（SI20050427——A——S5——46）

在執行製作的過程中，有些學生的概念並不正確，例如當其在選用橋樑的形式時，就會誤以為正方形的結構比較穩固，因而捨棄圓形以選擇正方形（SI20050427——A——S4——72）。至於在執行完成後的機能測試與調整方

面，僅有部分組別在沒有測試過的情形下，就將作品交出去，顯示少部分學生在這些方面的能力有待加強。

對，你要想喔，你看圓形、正方形，看起來正方形就比較穩。

(SI20050427——A——S4——72)

不知道，因為自己還沒有測試過就交出去了。(SI20050427——A——S1——43)

綜合上述學生自評與質性資料分析的結果，以下另有一些觀察結果提供反思：

- 1.學生畫在學習單上的設計圖，幾乎都是繪出模型的立體外觀，少數是以平面圖呈現，但能與實際完成的模型相符合的不到半數。此外，大部分的設計圖比較像是草稿圖，而且沒有輔以尺寸標註或文字、符號說明，不容易判讀，也不足以完整呈現設計構想，顯然學生較無法以文字、圖案來表達橋樑模型的創意與構想。
- 2.從教室觀察或訪談中，讓學生以口語「說」的方式，反而較容易表達出自己的創意與構想。學生表達出他們在製作模型時，多會考量到美觀、配色，或說明自己製作的橋樑結構是參考拱橋的型式，以及比較清楚的描述橋樑模型的結構。
- 3.學生在設計製作活動中，從發展設計構想到完成模型過程中，幾乎都是一邊做、一邊修改，最後的完成品不一定是最初構想設計的結構。此外亦發現，多數組別的主要結構型式多是一開始就設定好的，同學們會先想好模型要參考的型式，可能是拱橋、桁架橋或吊橋等，然後再繪圖設計與製作。整體來說，學生在製作中普遍遭遇的問題，主要集中在材料處理及結構兩大項。
- 4.在評鑑學生所設計與製作橋樑結構模型時，重點在製作過程是否能使模型結構發揮該有的承重功能。多數學生在製作過程會注意模型是否平衡、能否維持穩定、強度是否足夠、能否承受重壓，也注意到製作出來的模型大小要符合要求，且多能在發現問題就即時修正及調整。也有部分學生會以自行攜帶的材料來架構以加強支撐力，或修補接合不好的地方。

整體而言，在「科技的發展」能力方面，學生在數學原理的應用上較為不足；在科學方面，雖然理解相關的科學原理，及科學與技術的關係，但在實作中要將與技術與數學搭配應用時，並沒有較好的表現。在「設計與製作」能力方面，學生在表達創意與構想的能力上，以口語表達優於以文字、圖案表達，且需交互運用各種方式才能完整表達。至於在解決問題能力上，學生在面對製作過程的問題中，多數都能逐一找出解決方案，美中不足的是未能具體規劃與設計解決問題的步驟。

## 伍、回饋與再反思

依據前述計畫、行動、觀察、反思的歷程以及前述資料分析的結果，本研究主要可以歸納出以下三項結論：

### 一、自然與生活科技領域統整課程的規劃仍待強化

依據上述行動研究的資料分析結果，游光昭和林坤誼（2004）所發展出的統整課程在學科合作、學習興趣、學習單、性別、以及團隊合作等方面，皆有進一步改善的空間。事實上，這五個方面在自然與生活科技領域的學者們皆已提出相關論述以強調其重要性，分述如下：

#### （一）學科合作方面

Martin-Kniep、Feige 和 Soodak（1995）指出透過數學、科學與科技統整的教學策略，將有助於學習者將數學、科學與科技等三大領域分立的知識體與日常生活進行連結，進而統整數學、科學與科技間的彼此關係，因此，數學、科學與科技的統整課程有其存在的價值與必要性。雖然，透過本研究獲致的結果並未如預期般令人滿意，但卻可以讓我們了解在教學現場中的教師若要進行學科合作，其彼此間仍存在特定的困難企待解決。而可能導致此一問題的主因，應是教

師們平日已習慣單一學科的教學，對於該如何進行學科合作，可能存在些許的困難。這也是相關學科的教師未來在進行學科合作時，必須進一步思考並研擬解決策略的關鍵要點。

## (二)學習興趣方面

de Klerk Wolters (1989) 曾建議科技教育的課程設計應該要考量學生的興趣及需求。游光昭和林坤誼 (2004) 在發展以橋樑結構的標準本位統整課程時，其所選擇的主題雖然已考量學生的學習興趣這項因素，但是透過本研究實施的結果，仍舊有學生在學習過程中的學習意願並不高。造成此一因素的原因可能有二，一則是橋樑這個主題無法吸引大部分學生的學習興趣，另一個原因則可能是礙於考試的因素，學生對於學習基本學力測驗不考的科目，通常會呈現出學習意願較低的情形。因此，未來該如何藉由實作活動的趣味性，以提升學生的學習興趣，則需進一步思考並研擬解決策略。

## (三)學習單方面

游光昭和林坤誼 (2004) 在發展標準本位的統整課程時，主要引用方崇雄 (1995, 1999) 所發展出的問題解決取向學習單，藉此協助學生進行實作活動的學習。而透過本研究的實踐結果，發現學生在填寫學習單時的狀況並不佳，會有敷衍了事的情形發生。故未來在利用學習單以幫助學生學習時，教師一方面應該更專注於引導學生妥善利用學習單進行學習，另一方面則可以思考如何修正學習單，以使得學習單能夠幫助學生獲得更大的學習成效。

## (四)性別方面

性別這項課題一直是國內外科技教育學者關切的重點，例如 Haynie (2003) 便透過紮根理論以深入探討性別的課題。一直以來，許多學者都希望能夠消彌性別在科技學習上所可能造成的差異，但是研究結果卻仍舊指出性別差異並未消失 (余鑑、上官百祥、葉宗青、王燕超, 2004)。可能造成此一情形的主要因素，可能由於科技活動涉及許多動手實作，而通常男性學生對於動手實作方面的興趣

會高於女性學生，故當一個團隊的學生在進行科技活動時，男性學生常會負責動手實作的部分，而女性學生則著重在文書記錄、整理的部分。因此，未來在科技活動的設計上，如何避免此一學習上的缺失，進而促使女性學生也能夠對於動手實作產生興趣，將是未來需要關切的重點。

### (五) 團隊合作方面

團隊合作一項是一個不可忽視的重點，Kolodner（2002）便指出科學教育應該著重在科學素養的培育，就如同學習科學家設計與實踐可驗證性的調查、正確的觀察與測量、科學原理解釋、團隊合作與溝通等。依據本研究的結果，學生在進行科技活動的學習時，仍舊習慣於單打獨鬥的情形，亦即，慣於一個人獨力完成所有工作，而缺乏分工合作的能力。故教師在引導學生進行科技活動的學習時，如何研擬適切的策略以協助學生進行分工合作，並習得團隊合作的能力，將是未來需要進一步努力的重點。

綜上所述，未來有意設計自然與生活科技領域統整課程的設計者，該如何進一步解決此五方面的缺失，將有必要投入更多的心力。雖然設計一個完善的自然與生活科技領域統整課程並不容易，但是此種活動導向的情境認知學習常被教育領域所重視，林人龍（2003）便認為學生唯有投入真實經驗的學習活動當中，學習遷移的情形才有可能發生；Ihde（1997）也認為實作活動除了傳統的如何製作、以及操作機器等技術性知識之外，更須包含理論性科技知識（theoretical technology knowledge），亦即各種科技背後的科學理論。因此，致力於發展自然與生活科技領域活動導向的統整課程，才能夠使得學生真正將理論與實務進行整合，達到學習遷移的成效。

## 二、學生在科技的發展、設計與製作的表現有待精進

依據行動研究的結果，學生在橋樑活動過程中主要仍以片段的技術性知識為主、少量的數學計算為輔，而無法適切地深入了解科學、技術、數學與工程的關係。針對此一現況，另一種反思就是問題可能出在教師的教學上，Bybee 與 Lo-



ucks-Horsley (2000) 曾指出：「假使科技教師們無法深切的體認他們所欲教導的科技概念，那麼他們也不能夠期望學生能夠學習科技的概念 (p. 31)。」換句話說，假使教師希望學生在橋樑的統整課程中，習得科學、技術、數學與工程的科際整合概念，那麼教師本身便必須對於與橋樑相關的科學、技術、數學與工程概念相當熟悉，且必須能夠清楚的傳遞給學生，否則學生便易在活動過程中著重在實作，而忽略了科際整合的學習。

另外就設計與製作方面而言，學生雖然能夠善用文字與圖案、繪圖以表達創意構想，但是在設計解決問題的步驟，以及執行製作過程中及完成後的機能測試與調整等方面的能力表現，皆有待進一步的加強。而針對此一現況，並非表示游光昭和林坤誼 (2004) 所發展出的自然與生活科技領域統整課程沒有價值，研究者的另一種反思便是可能因為能力指標的培育並非一個活動即可達成，而是需要透過長時間的累積、培育，方能夠畢竟全功。尤其，本研究的對象主要以國中一年級的學生為主，這些學生才剛接觸開始培育能力指標所要求的相關能力，故較難僅透過此一課程的學習，就有表現出能力指標所要求的程度。但是未來如何持續的協助學生逐漸達到能力指標的要求，則是所有教育相關領域的工作者所應該關切的焦點。

### 三、教師需善用多元化的教學與評量的方法

整體言之，進行參與觀察的教師皆認為學習者的整體反應甚佳，唯尚有下列幾方面需要進一步深入省思與改進，分述如下：

#### (一)課程內涵方面

在課程內涵方面，教師除了在課程設計方面需要有創新的理念外，並應善用其他教學資源，以吸引學生的學習興趣。此外，教學者亦必須適時的給予引導及輔助，以確保學生能夠仔細的思考與實作活動與所教授之相關知識的關係。

## (二)實作方面

在實作方面，學生雖然可以依據設計的結果製作出極佳的成品，然而部分學生對於所使用的數學、科學與科技原理為何並非全然理解；而此一結果與 Childress (1996) 的研究結果相符合，學生在數學、科學與科技統整課程所學習到的相關原理，並未能真正運用到解決科技問題中。因此，教學者在進行實作方面的教學時，應該更加注意需要引導學生反思先前所習得的數學、科學與科技原理，藉此方能夠達到統整課程的效用。

## (三)評量方面

多元評量的理念可以適切的評量出學生的多元能力，然而由於教師在學習者的學習過程中必須時常扮演重要的輔助者角色，因此若欲同時利用多元評量方式以評量學生的學習情形，則教師必須妥善利用學習單與各種學習歷程等相關資料。此外，與學生相互討論評量的標準與評量的項目，亦能有效提升學生對自己作品的了解與批判。

## 參考文獻

### 中文部分

- 方崇雄（1995）。國民中學生活科技教育問題解決模式課程設計與實驗研究。台北市：中華民國工藝教育學會。
- 方崇雄（1999）。國民中學問題解決導向生活科技課程學習歷程模式之建構與驗證研究。台北市：中華民國工業科技教育學會。
- 王美芬（2001）。九年一貫學校本位、統整課程及多元評量的實踐以「自然與生活科技」領域為例。科學教育研究與發展季刊，25，1-16。
- 余鑑、上官百祥、葉宗青、王燕超（2004）。透過生活科技課程培養國中生創造力之研究：STS策略。教育研究資訊，12（3），23-50。
- 余民寧（2002）。基本能力指標的建立與轉換。教育研究月刊，96，11-16。
- 林人龍（2003）。生活科技課程中設計與製作的學習歷程。教育研究資訊，11（4），3-24。
- 林素卿（2003）。協同行動研究以班級經營之常規改善為例。師大學報：教育類，48（1），91-112。
- 林曉雯、陳佩君（2005）。科學教學評量的反思與實踐：教師行動研究。科學教育學刊，13（1），1-27。
- 高新建（2001）。以基本能力及能力指標為本位發展統整課程。教育資料與研究，33，12-18。
- 陳美玲、郭重吉（2002）。國中教師合作發展自然與生活科技主題式統整教材過程之規劃與教師認同情形之調查。科學教育月刊，247，2-9。
- 游光昭、林坤誼（2004）。國中生活科技學域標準導向之統整課程轉化研究。教育研究資訊，12（6），113-140。
- 黃萬居（2004）。問題導向生活化國小自然與生活科技教學模組發展及學習成效研究。台北市立師範學院學報，35（1），187-210。

- 熊同鑫、王振興、陳淑麗（2001）。以國小高年級自然科為核心之課程統整設計研究。*科學教育學刊*，**9**（2），123-145。
- 甄曉蘭（2003）。*課程行動研究：實例與方法解析*。台北市：師大書苑。
- 歐用生（2000）。*課程改革*。台北市：師大書苑。
- 潘麗珠、楊龍立、蕭千金（2004）。九年一貫本國語文第三階段能力指標的具體轉化及示例分析。*人文及社會學科教學通訊*，**14**（6），6-22。
- 蘇育任（2001）。九年一貫自然與生活科技統整課程的設計實例。*國教輔導*，**41**（1），2-17。

### 西文部分

- Barnette, E. (2003). The role of technology teachers in ensuring standards-based programs. *The Technology Teacher*, *62*(7), 32-35.
- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. N. Y.: Teachers College Press.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bybee, R. W., & Loucks-Horsley, S. (2000). Advancing technology education: The role of professional development. *The Technology Teacher*, *60*(2), 31-34.
- Childress, V. W. (1996). Does integrating technology, science, and mathematics improve technological problem solving? A quasi-experiment. *Journal of Technology Education*, *8*(1), 16-26.
- de Klerk Wolter, F. (1989). *The attitude of pupils towards technology*. Eindhoven, The Netherlands: Eindhoven University of Technology.
- Haynie, W. J. (2003). Gender issues in technology education: A quasi-ethnographic interview approach. *Journal of Technology Education*, *15*(1), 16-30.
- Ihde, D. (1997). The structure of technology knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, *7*(1-2), 73-79.
- International Technology Education Association (ITEA) (2003). *Advancing excellence*

- in technological literacy: Student assessment, professional development, program standards*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (ITEA) (2004). *Engineering design: A standard-based high school model course guide*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (ITEA) (2005a). *Planning learning: Developing technology curricula*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (ITEA) (2005b). *Invention and innovation: A standard-based middle school model course guide*. Reston, VA: Author.
- Jacobs, H. H. (Ed.). (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kemp, W., & Schwaller, A. E. (1988). Introduction to instructional strategies. In W. Kemp & A. E. Schwaller (Eds.), *Instructional strategies for technology*. Mission Hill, CA: Glencoe.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practice: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), Retrieved September 10, 2004, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/kolodner.html#kolodnergray2003/>
- LaPorte, J., & Sanders, M. (1996). *Technology science mathematics connection activities teacher's resource binder*. Peoria, IL: Glencoe/McGraw-Hill.
- Martin-Kniep, G., Feige, D., & Soodak, L. (1995). Curriculum integration: An expanded view of an abused idea. *Journal of Curriculum and Supervision*, 10(3), 227-249.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis : An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pattison, C., & Berkas, N. (2000). *Critical issues: Integrating standards into the curriculum*. Retrieved October 10, 2004, from <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/curriculum/cu300.htm/>
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage.

- Voke, K. S., & Yip, W. M. (1999). Gender and technology in Hong Kong: A study of pupils' attitudes toward technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 9(1), 57-71.
- Voke, K. S., Yip, W. M., & Lo, T. K. (2003). Hong Kong pupils' attitudes toward technology: The impact of design and technology programs. *Journal of Technology Education*, 15(1), 48-63.
- Wicklein, R. C., & Schell, J. W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating mathematics, science and technology education. *Journal of Technology Education*, 6(2), 59-76.