

九年一貫國中生活科技學域 基本能力指標的詮釋與評量

方崇雄 / 國立臺灣師範大學工業科技教育系教授兼系主任

林坤誼 / 國立臺灣師範大學工業科技教育系博士班研究生

壹、前言

高科技發展替人類帶來了許多福利，但也造就了複雜與多變的社會環境，在此種高度科技化的社會環境中，世界各國為了強化本身的競爭優勢，無不致力於提昇本身在經濟方面的優勢，故培育優秀的人力資源成為當前各國教育的主要目標。以現行教育改革潮流而言，「標準」(standard)可以視為教育改革的基礎，透過教育家與政策家的研訂，能夠讓我們清楚的瞭解學生在學校中所能夠獲得的收穫，如美國各層級的教育機構皆著重在發展標準，以明示不同階段學生所應達到的成就 (National Research Council, 2002)。我國九年一貫課程改革主要精神在擺脫傳統知識取向的教學，轉而培養學生具備應有的能力，因此規劃了七大學習領域與其相對應的能力指標。在七大學習

領域中，自然與生活科技領域屬於其中之一，根據教育部台(九一)師(三)字第九一〇九六二〇七號函，已將中等學校「自然與生活科技學習領域」分成「自然學域」與「生活科技學域」，並分別培育相關師資。故本文著重在探討生活科技學域基本能力指標的詮釋與評量，一方面期能藉此使相關人士，對於生活科技學域基本能力指標，能夠有更詳盡的認識與瞭解，另一方面則藉由探討紐西蘭「中小學科技教育評量」(Technology Education Assessment in Lower Secondary, TEALS) 專案中的科技評量架構 (Technology Assessment Framework, TAF)、美國「國際科技教育學會」(International Technology Education Association, ITEA) 所研擬的學生評量標準和紐約州政府教育局 (New York State Education Department) 所推動的科



專
論

技評量模式，進而藉此提出我國未來評量生活科技學域指標之建議。

貳、生活科技學域基本能力指標的詮釋

國中階段的自然與生活科技領域共包括八大能力要項：過程技能、科學與技術認知、科學本質、科技的發展、科學態度、思考智能、科學應用和設計與製作等（教育部國教司，民92）。生活科技主要著重於培養第四項「科技的發展」與第八項「設計與製作」的能力指標（其它要項的能力指標則依各校需求視情況達成）。「科技的發展」主要在培養學生對科技的本質、科技的演進、科技與社會關係的瞭解；「設計與製作」則在培養學生運用基本工具、機器與材料來設計與製作日常生活中所常見的科技產品與模型，進而使學生從動手做的過程中瞭解科技的原理與功能。有關上述兩大項能力指標，可以進一步詮釋成更具體的能力細項如下：

一、科技的發展

(一)科技的本質

4-4-1-1了解科學、技術與數學的關係；就本項能力指標而言，主要可以詮釋

為下列具體能力細項：

- 1.了解科技中如何運用數學計算的概念
- 2.了解科技中如何運用數學量度的概念
- 3.了解科技中如何運用數學邏輯推理的概念
- 4.了解科技中如何運用物理光學的概念
- 5.了解科技中如何運用物理力學的概念
- 6.了解科技中如何運用物理電學的概念
- 7.了解科技中如何運用物理能量轉換的概念
- 8.了解科技中如何運用化學反應的概念
- 9.了解科技中如何運用化學平衡的概念
- 10.了解科技中如何運用氧化與還原的概念

4-4-1-2了解技術與科學的關係；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

- 1.了解科技與科學知識體的差異
- 2.了解科技與科學如何相互應用的概念

4-4-1-3了解科學、技術與工程的關係；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 了解工程中如何運用物理的概念
2. 了解工程中如何運用化學的概念
3. 了解工程中如何運用數學的概念
4. 了解工程中如何運用科技的概念

(二)科技的演進

4-4-2-1從日常產品中了解台灣的科技發展；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 認識製造領域的科技發展（如CNC車床.....）
2. 認識傳播領域（圖文傳播、電子傳播、資訊傳播）的科技發展（如電話、電視、音響.....）
3. 認識營建領域的科技發展（如橋樑、水壩、建築物.....）
4. 認識運輸領域的科技發展（如汽車、飛機、捷運.....）
5. 認識能源與動力領域的科技發展（如太陽能、電能、引擎、馬達.....）

4-4-2-2認識科技發展的趨勢；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 認識手工時期科技的發展

2. 認識機械時期科技的發展
3. 認識電腦時期科技的發展
4. 認識未來科技發展的趨勢

4-4-2-3對科技發展的趨勢提出自己的看法；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 理解手工時期科技發展的意義
2. 理解機械時期科技發展的意義
3. 理解電腦時期科技發展的意義
4. 區別手工時期與機械時期科技發展的差別
5. 區別手工時期與電腦時期科技發展的差別
6. 區別機械時期與電腦時期科技發展的差別
7. 了解手工時期科技的發展
8. 了解機械時期科技的發展
9. 了解電腦時期科技的發展

(三)科技與社會

4-4-3-1認識和科技有關的職業；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 認識製造領域相關的職業
2. 認識傳播領域相關的職業
3. 認識營建領域相關的職業
4. 認識運輸領域相關的職業
5. 認識能源與動力領域相關的職業

4-4-3-2認識和科技有關的教育訓練管道；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 認識和科技有關的高中、高職與綜合高中
2. 認識和科技有關的一般大學、科技大學及技術學院
3. 認識和科技有關的職訓中心
4. 認識和科技有關的就業補習班

4-4-3-3認識個人生涯發展和科技的關係；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 了解生涯發展的概念
2. 了解生涯發展過程中科技產業的發展
3. 了解自己在生涯發展過程中所適合從事科技有關的職業

4-4-3-4認識各種科技產業；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 認識製造領域相關的科技產業
2. 認識傳播領域相關的科技產業
3. 認識營建領域相關的科技產業
4. 認識運輸領域相關的科技產業
5. 認識能源與動力領域相關的科技產業

4-4-3-5認識產業發展與科技的互動

關係；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 科技發展如何配合產業需求
2. 產業發展如何提昇科技的進步
3. 產業如何運用科技以促進發展
4. 科技發展如何帶動產業發展

二、設計與製作

8-4-0-1閱讀組合圖及產品說明書；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 了解組合圖的內容（型式、尺寸、功能、組件數量、組裝順序）
2. 了解產品說明書（名稱、規格、安全注意事項、維護方法、保養方法、意義、使用方法）

8-4-0-2利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或食物表達創意與構想；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

1. 能利用口語表達創意與構想（型式、尺寸、功能）
2. 能利用影像表達創意與構想（型式、尺寸、功能）
3. 能利用文字與圖案表達創意與構想（型式、尺寸、功能）
4. 能利用繪圖表達創意與構想（工作

草圖、三視圖、立體圖、等角圖、組合圖)

5.能利用實物表達創意與構想(型式、尺寸、功能)

8-4-0-3了解設計的可用資源與分析工作；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

- 1.了解設計過程中的可用資源(人員、資訊、材料、機具、資金、能源、時間)
- 2.分析設計過程中的可用資源(人員、資訊、材料、機具、資金、能源、時間)

8-4-0-4了解設計的可用資源與分析工作；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

- 1.了解解決問題步驟中分析與研究問題的概念
- 2.了解解決問題步驟中提出初步構想的概念
- 3.了解解決問題步驟中蒐集資料的概念
- 4.了解解決問題步驟中提出多種解決方案的概念
- 5.了解解決問題步驟中選擇最佳方案的概念
- 6.了解解決問題步驟中發展設計工作

的概念

7.了解解決問題步驟中原型製作的概念

8.了解解決問題步驟中測試與評量的概念

9.了解解決問題步驟中改進構想或重新設計的概念

8-4-0-5模擬大量生產過程；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

- 1.了解大量生產過程中標準化的概念
- 2.了解大量生產過程中標準化的模具概念
- 3.了解大量生產過程的步驟

8-4-0-6執行製作過程中及完成後的機能測試與調整；就本項能力指標而言，主要可以詮釋為下列具體能力細項：

- 1.了解製作過程中組件的機能測試
- 2.了解製作過程中組件的機能調整
- 3.了解製作完成後組件的機能測試
- 4.了解製作完成後組件的機能調整

藉由上述第四項「科技的發展」與第八項「設計與製作」等能力指標的分析與詮釋，期能提供生活科技教師更明確的方向與指引，進而規劃各校的學校本位生活科技課程或教學活動。

參、生活科技學域基本能力指標的評量

教育改革的實施須輔以完善的配套措施方有成效，藉由建構國定的內容標準與能力標準，進而著重能力、課程、教學和評量的對準（如圖1）（李隆盛，民89）。因此現行九年一貫課程改革的首要之務便是著重在能力、課程、教學和評量的對準。

就評量言，目前教育界所關切的觀點已朝向增加評量使用率、改善評量需求和新評量方式的需求等方向邁進（Almond, Steinberg & Mislevy, 2002）。故著重能力取向的生活科技學域，亦需要完善的評量標準，方能同時幫助學習者了解自我的學習進度，以及協助教師進行課程與教學的改進。以下針對生活科技學域能力指標的評量方式進行探討，期望能藉此提供未來進行生活科技學域能力指標評量之參照。

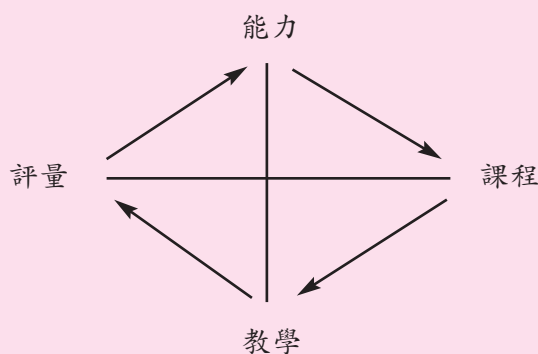


圖1 跨世紀課程改革講求能力、課程、教學和評量對準

資料來源：李隆盛，民89，頁111。

一、多元評量時代的來臨

評量是指運用科學方法和技術，蒐集有關學生學習行為及其成就的正確資料，再根據教學目標，就學生學習表現的情形，予以分析、研究和評斷的一系列工作

（簡茂發，民88）。Guba和Lincoln（1989）將評量的演進分為四階段：第一代的評量取向為「測量」（measurement）；第二代的評量取向為「描述」（description）；第三代的評量取向為「判斷」（judgment）；第四代的評量取向

則是一種變通的方式（an alternative approach）－回應式建構主義評量（responsive constructivist evaluation）。現今教育領域的評量即處於第四代評量，趨向於採取異於傳統的變通方式，學習者才是整個學習歷程的主角，評量者作為一個主觀的夥伴，而評量本身不是目的，是獲得學習情形相關資料的手段，這些資料包括質化與量化的，以了解學習者所學到的事實和價值，並反映出學習的背景脈絡。而「多元評量」便是屬於第四代評量，簡單來說即為採用各種不同形式的評量方式，並將所得到的訊息回饋給教師作明智的教學決定，以解決學生學習的困難點，來培養學生各種能力的健全發展（郭生玉，民91）。然而多元評量涉及層面極廣，杜威與克伯屈則提倡主學習（primary learning）、副學習（associate learning）、附學習（concomitant learning）的概念（簡茂發，民91）。以生活科技學域為例，學習科技一般基本的原理，是為「主學習」；生活科技學域可與數學領域、科學領域觸類旁通，則是為「副學習」；而學習生活科技的活動以培養其創造思考、問題解決與團隊合作，此則是為「附學習」。

此外就系統化教學強調的多元評量工

作而言，主要是著重在形成性評量（formative evaluation）與總結性評量（summative evaluation）兩個方面。其中形成性評量是整體工作過程中延續進行的一項評量工作，其目的在於蒐集工作計畫或問題解決策略的可行性資料，以作為修正的依據；而總結性評量則是在工作完成後，根據既定的目標，對已完成工作的工作效益所作的整體性評量，其目的是在對某一工作計畫或作品作一個總結性的評量（李世忠，民88）。

二、生活科技的評量架構

多元的評量方法需要有完善的評量架構作為依據，方能使多元評量更為完善且達成評量的目的。紐西蘭（New Zealand）的梅西大學教育學院（Massey University College of Education）與奧克蘭大學教育學院（Auckland College of Education）合作進行了一項中小學科技教育評量專案（Technology Education Assessment in Lower Secondary，TEALS），主要研究科技評量架構（Technology Assessment Framework，TAF），並藉此用以協助教師規劃與教導科技單元與科目，進而培養學生的科技素養。中小學科技教育評量專案（TEALS）所提出的科技評量架構

(TAF) 可如圖2所示，其主要特色可以分述如下：

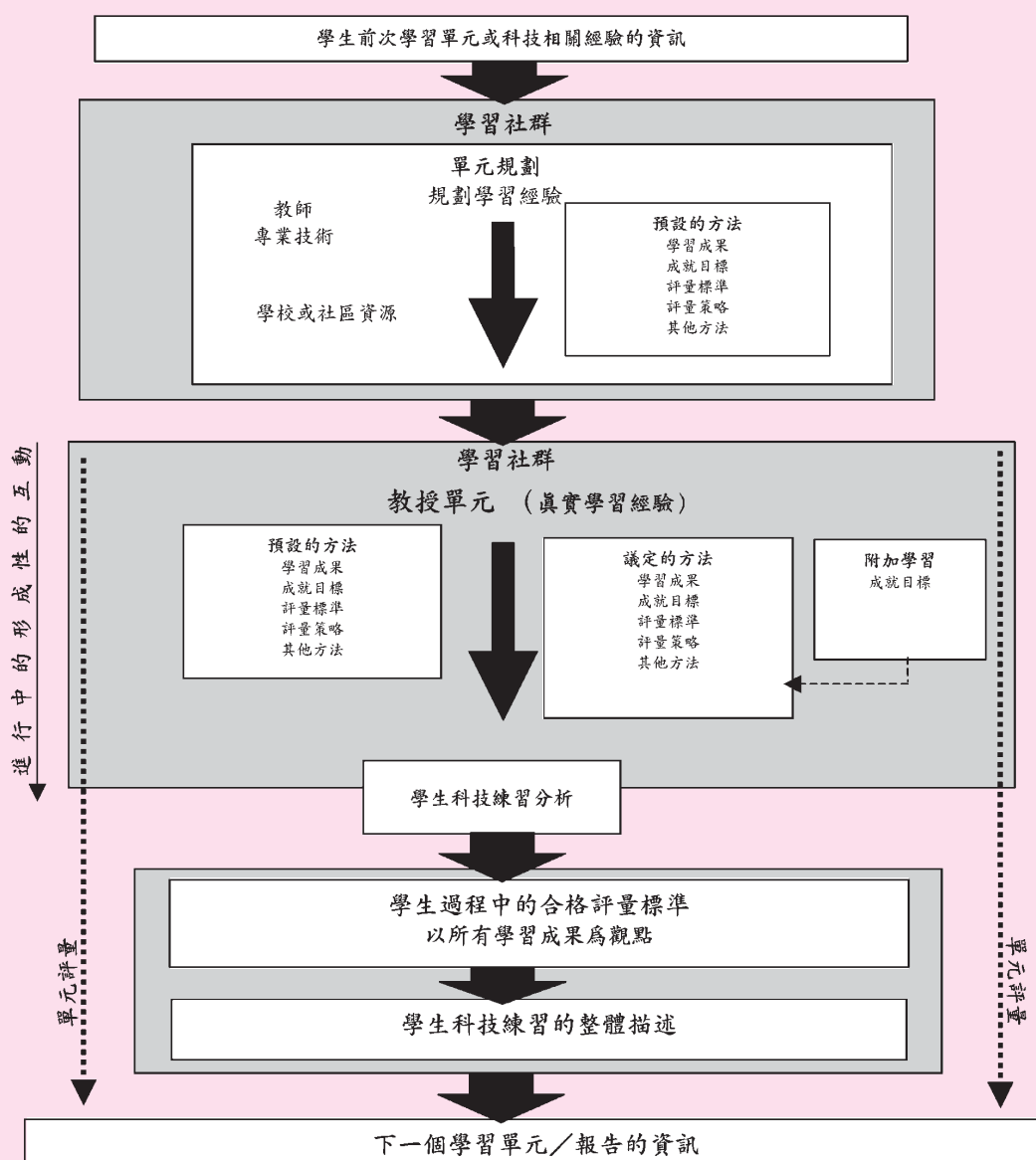


圖2 科技評量架構 (Technology Assessment Framework, TAF)

資料來源：Technology Education Assessment in Lower Secondary (TEALS), 2000

(一)著重學生前次學習單元或科技相關經驗的資訊

科技評量架構（TAF）的第一步驟主要，即為了解學生前次學習單元或科技相關經驗的資訊，主要目的可以提供診斷相關問題的機會，並判斷所擬目的與需求間的關係。

(二)了解學習單元所規劃的學習經驗與真實的學習經驗

科技評量架構（TAF）的第二與第三步驟，主要即為詳列教學所涉及的層面與方法，就教學層面而言可如主學習、副學習或者附學習等不同層面，而就方法言可如學習成果、成就目標、評量標準等，藉此一方面能夠明確的界定後續評量所需囊括的範圍，另一方面也能夠針對方法進行評量。

(三)形成性評量

科技評量架構（TAF）的第四步驟主要即為進行形成性方面的評量，主要著重在學生的真實學習經驗，以及設定學習過程中的合格評量標準（見圖2）。

(四)總結性評量

科技評量架構（TAF）的第五步驟主要即為進行總結性方面的評量，主要著重在學生進行整體科技學習活動中的描述。

因此根據圖2的科技評量架構（TAF）

可知，其不但涉及杜威與克伯屈所提倡的主學習、副學習與附學習等不同層面的評量，亦能夠針對形成性與總結性兩方面進行多元評量，故紐西蘭中小學科技教育評量（TEALS）專案中的科技評量架構（TAF）值得我國未來若欲規劃生活科技學域能力指標的評量架構時，有相當高的參照價值。

三、多元評量的實施方式

美國教育系統十分龐大、多面向、複雜且具有多層面的管理機制（National Research Council, 2002），因此其民主作風的基礎之一便是著重在義務教育的推行，故美國的評量標準與方式十分具有參考的價值。美國學生評量（student assessment）標準的研訂主要是因為國際科技教育學會（International Technology Education Association, ITEA）為落實科技素養教育的推行，因此自1994年起進行了「美國全民科技教育專案」（Technology for All Americans Project, TFAAP），該專案在1996年完成第一階段的報告「研習科技的哲理與結構」，而在2000年完成第二階段的報告「科技素養的標準」（Standards for Technological Literacy, STL），最後在2003年則提出第

三階段的報告「科技素養的精進」(Advancing Excellence in Technological Literacy, AETL)。其中科技素養的精進(AETL)是根據科技素養標準(STL)所延續而來，主要闡述內涵包括學生評量、專業發展與科系標準等三大項目，其中在學生評量方面指出評量的主要目的是改善教師的教學與學生的學習，並朝向下列幾方面著手(International Technology Education Association, 2003)：

1. 維持現有的學生學習與評量的研究
2. 發展形成性評量
3. 發展總結性評量
4. 促進學生的學習意願
5. 重視學生的普及性與多樣性
6. 評量的過程中必須以學生為主體，且評量規準配分表(rubrics)的使

用亦有助於學生的評量。

除了上述美國全國性的學生評量標準外，以科技教育領域而言，紐約州的科技評量模式亦十分值得參照。紐約州政府教育局(New York State Education Department, 1999)所推動的MST科技教育課程，其中規劃的評量模式，現列舉MST科技教育課程可採用的評量項目分類如下，其中1－3項屬於傳統評量方式，4－20項為變通性評量方式；1－6項評分方式較為客觀，7－20項評分方式則較為主觀；1－4項是特定反應項目的評量，5－20項是建構反應項目、答案自由開放的評量(見表1)。紐約州所列的評量方式提供十分多元化的選擇，因此具有參考的必要性。

表1 紐約州政府教育局MST科技教育課程評量模式建議之評量項目

傳統式評量	變通性評量	
1.是非題	5.完成題	13.技能檢核表
2.多重選擇題	6.簡答題	14.實作測驗
3.配合題	7.問答題	15.科技教室實務
4.改錯題	8.書面報告	16.作業計畫
	9.實驗紀錄	17.會議
	10.觀察	18.學習歷程紀錄
	11.討論	19.自評量表
	12.晤談	20.同儕評分表

資料來源：New York State Education Department, 1999

四、我國生活科技學域的多元評量

我國九年一貫的課程改革雖著重能力取向，但是仍然需要多元化的評量方式與之對準，否則若依循往例將著重知識取向的紙筆測驗視為唯一的評量方式，那麼對於九年一貫課程著重能力取向的理念而言，無疑是嚴重阻礙此次課程改革的重要缺失。因此藉由探討紐西蘭中小學科技教育評量專案（TEALS）的科技評量架構（TAF）與美國多元化評量的發展與實施方式，再透過比對我國現行教學評量的實施方式，本文期望能提出有利於生活科技學域的具體多元化教學評量方式，以供後續教師實施多元評量之參照。

（一）自然與生活科技領域的教學評量實施方式

自然與生活科技領域實施要點中，公布的教學評量主要可摘要成如下幾項要點（教育部國教司，民92）：

1. 評量的主要目的在於了解學生學習實況。
2. 評量應具有引發學生反省思考的功能。
3. 教學評量應以課程目標為依歸之。
4. 教學評量不宜侷限於同一種方式。
5. 教師對於自己的教學工作能時常參

考評量的結果，並做自我評量及調適。

6. 評量的層面應包括認知、技能與情意。
7. 評量的時機應兼顧形成性評量與總結性評量。
8. 評量的結果應用於幫助學生了解自己學習的優缺點，藉以達成引導學生自我反思與改善學習的效果。

（二）能力指標之評量架構與方式

根據前述科技評量架構（TAF）與多元評量方式，並融入我國自然與生活科技領域教學評量的實施方式，研提出適合我國未來進行生活科技學域能力指標的評量架構與方式如下：

1. 評量架構

圖3所示的我國生活科技評量架構的建議模式中，階段一為先分析學生前次學習單元或科技相關經驗的資訊；階段二為了解學生學習的內涵為何種項目，以及該項目所涉及的學習層面；階段三則為針對認知、情意與技能領域進行教師教學與學生學習的形成性評量；階段四則再次針對認知、情意與技能領域進行教師教學與學生學習的總結性評量。

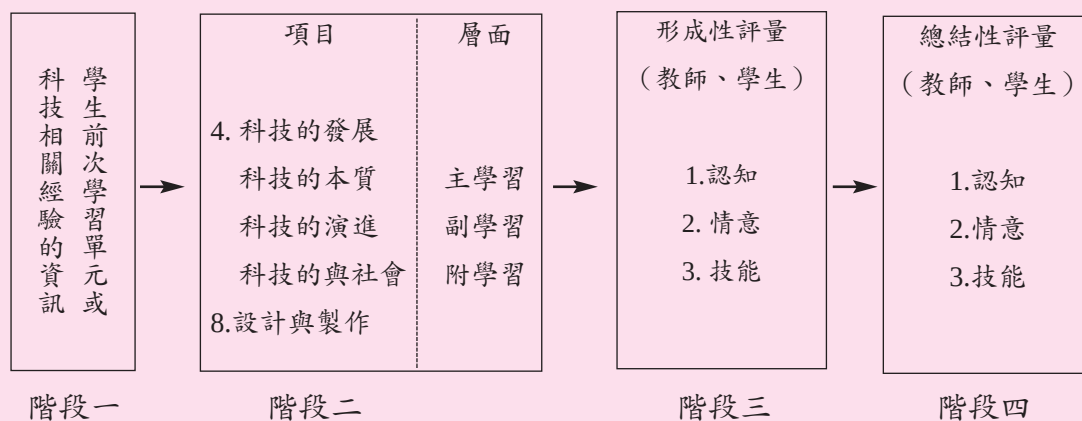


圖3 我國生活科技評量架構的建議模式

2. 評量方式

本文根據前述美國多元評量的實施方式，與認知、情意和技能等領域以進行雙向細目分析（如表2），期能提供未來評量認知、情意和技能領域時有所參照。例如當教師欲評量認知領域的能力時，可以選擇使用傳統式的評量或者變通性的評量方式，而傳統式與變通性的評量方式下，又分有多種方式可以供教師進行選擇，如此應當能符應教師欲進行多元評量的需求。

根據前述九年一貫國中生活科技學域基本能力指標的詮釋與評量之分析，本文提出以下幾點結論與建議：

一、相關單位應儘速研提具體的能力指標

我國現行九年一貫課程改革所研提的能力指標範圍過於籠統，因此許多教師或者書商欲將能力指標轉化為課程教材時，皆遭遇許多不同的困難，於是便造成了每個人所詮釋出的結果皆可能會有差異的情況。故相關單位應可以參照本文所研提的生活科技學域具體能力指標，以進而符應各界的需求。

肆、結論與建議

表2 多元評量方式對照表

領域 評量方式	認知領域	情意領域	技能領域
傳統式評量			
1.是非題	✓		
2.多重選擇題	✓		
3.配合題	✓		
4.改錯題	✓		
變通性評量			
5.完成題	✓		
6.簡答題	✓		
7.問答題	✓	✓	
8.書面報告	✓	✓	
9.實驗紀錄	✓	✓	
10.觀察		✓	✓
11.討論		✓	
12.晤談		✓	
13.技能檢核表			✓
14.實作測驗			✓
15.科技教室實務			✓
16.作業計畫		✓	✓
17.會議	✓	✓	
18.學習歷程紀錄		✓	
19.自評量表		✓	✓
20.同儕評分表		✓	
21.評量規準配分表 (rubric)		✓	✓

二、能力取向的課程改革需要多元的評量方式

我國九年一貫課程改革的基本理念是「培養學生帶著走的能力」，此種能力取向的課程改革十分符合世界潮流的趨勢，然而能力取向的課程改革，應該採取適切多元評量方式與之對準，而不應該侷限於傳統認知領域的評量方式，如此方能達成此次課程改革的基本理念。

三、生活科技學域的評量架構與方式急需建構

課程改革需要完善的配套措施是世界潮流的趨勢；我國現行九年一貫課程綱要並未列入相關的配套措施，因此在進行生活科技學域的評量時勢必會遭遇許多不同的困擾，故建議相關單位儘速研擬完善的配套措施。而就現階段而言，各校可參考本文所研擬的生活科技評量架構與評量方式，如此應能達到多元評量的目的。

參考書目

- 李世忠（民88）。教學科技：評量與應用。台北：五南。
- 李隆盛（民89）。國中試辦九年一貫課程的共成理念與作法。科技與人力教育的進展。台北：師大書苑。
- 教育部國教司（民92）。自然與生活科技學習領域綱要及實施要點。92年4月21日。見 <http://www.eje.ntnu.edu.tw/c-board/c-mainframe.asp>
- 郭生玉（民91），如何落實多元評量。教育研究月刊，98，11-17。
- 簡茂發（民88），多元化評量之理念與方法。教師天地，99，11-17。
- 簡茂發（民91），多元評量與基本學力測驗之推動。教育研究月刊，98，5-10。
- Almond, R. G., Steinberg, L. S. & Mislevy, R. J. (2002). Enhancing the design and delivery of assessment systems: A four-process architecture. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 1(5). Available from <http://www.jtla.org>
- Guba, E. G. & Lincoln Y. S. (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park, CA:

Sage.

International Technology Education Association (ITEA) (2003). *Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development and Program Standards*.

National Research Council. (2002). *Investigating the Influence of Standards: a Framework for Research in Mathematics, Science, and Technology Education*. I.R. Weiss, M.S. Knapp, K.S. Hollweg, and G. Burrill (Eds.), Committee on Understanding the influence of Standards in K-12 Science, Mathematics, and Technology Education, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.

New York State Education Department. (1999). *Mathematics, Science, & technology*. Retrieved on May 2, 2003 from <http://www.nysed.gov/>

Technology Education Assessment in Lower Secondary (TEALS) (2000). *Technology Assessment Framework*. Retrieved April 28, 2003, from http://www.tki.org.nz/r/technology/tech_research/teals_e.php

