

第二章 文獻探討

本研究針對「科技的發展」及「設計與製作」能力指標進行詮釋、轉化與驗證。先具體分析、詮釋「科技的發展」及「設計與製作」能力指標之內涵，再將能力指標轉化為教材，最後藉由合作行動研究的方式，以驗證能力指標的詮釋與轉化結果之可行性。

研究進行之前，首先對九年一貫課程能力指標詮釋與轉化之策略及相關研究、MST課程模式、驗證能力指標的方式作深入的探討，本章即為上述探討結果的綜合整理。

第一節 能力指標的詮釋

將能力指標轉化成課程要素，及決定教學目標與選擇教學內容，是課程發展與設計最重要的課題之一。如何正確、有效地掌握能力指標的內涵進行解讀與轉化，也正是基層教師實際面臨的問題。因此，目前已有許多學者亦投入指標的分析及轉化（李坤崇，2001；高新建，2002；陳新轉，2002a）。

能力指標轉化成課程要素，可為教師決定教學目標、規劃教學內容、安排教學活動與擬定學習評量策略之用。然而根據研究者的觀察卻發現，大部分中、小學教師對能力指標所代表的意義多有質疑，且無法有效掌握課程綱要中能力指標之要義。在進行能力指標詮釋與轉化前，需先對其意義深入了解，再找出詮釋與轉化的系統化方法，以進行有效的詮釋與轉化。本節先就能力指標所代表的意義，及本研究中詮釋能力指標所運用之方法策略進行探討。

一、能力指標的意涵

我國九年一貫課程綱要中的能力指標，主要在於訂定不同學習階段

之學生所應具有的能力表現，也希望藉此培養學生學以致用、解決問題與自我探索的能力。並以生活基本能力為主要設計理念，使學生能在日常生活中將知識加以統整與應用，解決過去「升學主義、偏頗智育」所帶來的教學不正常現象。因此，在參閱各教育先進國家（美國、英國、日本、澳洲、紐西蘭、法國、德國）的教育發展趨勢及教育改革現況，並分析探討國內外的文獻之後，在課程綱要中建構適合我國中小學生的基本能力，研擬適當的基本能力及評估指標，作為未來中小學生學習能力的評鑑基準，同時也在各學習領域訂定分段能力指標，主要目的是做為能力或結果的參照標準，藉以衡量學生學習後目標的達成，並可以作為後續課程的分析或教學的修正、歸納之依據。

關於「能力」的意義，黃政傑（1985）將「能力」定義為「勝任某一工作」；所謂「勝任」是指擁有從事某一工作必備的知識、技能、態度和價值觀，雖然能力經常以「實質的表現」來評斷，但是表現過程的「心理特質」也很重要，因為它是行為的一切基礎。成露茜（1999）認為能力有狹義和廣義之分，狹義的能力通常指某些技術，而廣義的能力則不僅包括一個特定領域的表現，也包含將知識與技術轉換運用於新情境或新工作的能力；楊思偉（2000）則指出「能力」一詞在學術上有兩個觀點：一個是從「行為的表現」來看，凡是「能勝任特定工作而有滿意表現者」，即為「有能力」。以語文能力為例，「能令人滿意的演講」是一種能力；但「能從容不迫的準備演講」也是一種能力。

所謂「指標」，其意為「指示者」。要使用指標來指示或顯示某種存在的現象，其主要原因是因為該現象較抽象，不易被直接測量或不便測量，因而用另一個較可測量或可觀察的指標來「指出」(indicate)或「表徵」(represent)該現象，為了精確測量及了解指標內涵，常將指標以操作型定義來陳述（徐超聖，1998）；張鈿富（1999）指出指標的定義

為：代表某種變數隨著時間、地域的不同，而顯現出來的變化情形；藉由統計的分析與測量，能看出許多重要層面的主要現象，並對相關的層面進行加總或分化，藉以提出相關的結論與建言；張佳琳（2000）認為指標應至少包含兩層意義，其一是做為評估監測對象結果的具體項目，可能是表現成果或具體量化的數字，屬於量的指標；其二為對變項的描述界定，是概念架構的，屬於質的指標。因此，指標可以說是衡量目標達成程度的重要依據（楊振昇、洪淑萍，2002）。

就「能力」來說，它是抽象的概念，所以必須選定一個可測量或可觀察的合適指標來指出或表徵其內涵。因此，「能力指標」包含質與量兩層意義；就量的觀點來說，它用以「描述或反映勝任某一工作所必備知識、技能和態度的量化數據」；就質的觀點而言，它則為「對勝任某一工作所需要知識、技能和態度的概念或描述」。能力指標不是學習的終點或就業的門檻，不能作為選擇的基準，而應該是繼續的、終身學習的過程（歐用生，2000）。李坤崇（2001）指出九年一貫課程的能力指標具有以下四項功能：（1）編輯教材的依據：出版社編輯教材或學校自編教材，必須依據能力指標來編輯，教材內容以能達成能力指標為目標；（2）確立教學目標與運用教學方法的前提：教師能依據能力指標研擬教學目標或學生學習目標，善用各種學習方法，讓學生展現能力指標的能力；（3）教師實施教學評量的準則：教師實施教學評量必須檢視學生達成能力指標的程度，教師奉能力指標為評量標準的準則；（4）基本學力測驗的基準：教育部實施基本學力測驗出題的內涵方式，必須能測出十大基本能力與各學習領域的能力指標。

由此可知，各學習領域中之分段能力指標是教科用書或教材編輯、教學以及評量的重要依據（盧雪梅，2001）。教學目標應依據分段能力指標加以分析、歸納或綜合，避免重複同一概念的學習，而忽略其他能

力的學習，同時也提醒教師該階段學生所要達成的能力為何。但是，要注意的是，能力指標非指學習的順序。因此，在本研究中進行詮釋、轉化與驗證之「自然與生活科技」領域第四階段「科技的發展」及「設計與製作」二項能力指標的內涵，即代表是國中階段七、八、九年級學生在「科技的發展」及「設計與製作」方面所需具備之各項能力，也是教師在培養學生該項能力時之參照依據。

二、能力指標之詮釋策略

能力指標是教材統整規劃的基礎，也是課程設計的核心。從古德拉（Goodlad）等學者的研究發現，課程是經過層層的轉化，最後經由合法的管道進入教室，由教師作最後一步的理解與轉化後，才是成為學生學習的教材（歐用生，1993）。依據 Shulman（1987）所提出之看法，指出教師必須先轉化教學內容，經過組織後再以學生能夠接受的型態呈現，其過程包含準備、表徵、選擇、依據學生特性加以調整的四個過程。然而，學生也會以其經驗、認知及環境的不同自行轉化，轉化與接受的程度均不盡相同。

教師在設計教學活動前，需先分析與解讀九年一貫課程綱要之各項能力指標，如此才能使其轉化成適當的教學目標並設計合適的教材內容。若再透過適當的教學方法與歷程，便可使學生習得科學與科技知識及培養基本能力，達成預定的學習目標。因此，有多位學者分別針對不同領域的能力指標採用不同的詮釋策略：例如：王素芸（2001）透過文獻分析方式，探究「基本能力指標」之發展及相關名詞概念，以釐清基本能力指標的相關概念；楊振昇和洪淑萍（2002）則以說明基本能力、課程目標與基本能力指標間的關係，進一步將語文領域的基本能力指標轉為較具體、明確的項目，以利教師、學生與家長瞭解學生的學習成效；

鄭蕙如、林世華（2002）的研究，在分析九年一貫課程綱要中，數學領域分段能力指標序階之適切性，以瞭解各分段能力指標的難易度適切性；陳新轉（2004）在研究中發展「詮釋解讀法」，協助社會領域教師理解能力指標；方崇雄、林坤誼和張聖麟（2004）採用「概念式」與「展開式」合併的方式，來進行自然與生活科技領域能力指標的分析；游光昭、林坤誼（2004）則借重第一線教師之實務經驗，與現職教師合作進行國中自然與生活科技領域能力指標的詮釋研究。

在上述各項研究中，有課程學者的理論分析，也有與教育工作者合作研究分析者，其共同目的都是希望能運用有效的詮釋策略釐清能力指標內涵，以利能力指標之詮釋與轉化。各領域所使用之能力指標詮釋方法雖不盡相同，彼此之間也有可參考之處，其共同目標都是為了使能力指標更具體、明朗、容易運用，以達到落實九年一貫課程之目的。李坤崇（2002）指出在能力指標的分析原則上，應掌握下列幾點：

- 1.掌握核心概念並循序漸進：能力指標的分析難以一步登天，必須經由練習、循序漸進，或經由教師間的專業對話，較能利用適切概念進而詮釋能力指標。教師實施概念分析前應先掌握核心概念，並試著展開核心概念，再慢慢篩選最適合學生學習與教師教學者。能力指標概念的分析不應操之過急，宜循序漸進成長。
- 2.先分析學生達成該能力之過程，在思維教學過程：能力指標概念分析須以學生為中心，以學生學習為前提，輔以教師的教學。因此教師應先分析學生達成該能力的過程，再思維教學過程，落實給學生「帶得走的能力」之基本理念。
- 3.概念分析應著重左右銜接上下連貫：能力指標概念分析時，必須左右橫向銜接、上下縱向連貫。教師進行能力指標概念分析，若不能謹守能力指標所在的學習階段，與應達成的核心目標，則概

念分析後，必然會出現相互重疊或遺漏重要的概念。因此，能力指標概念分析應以學習階段為縱軸，各學習階段能力指標為橫軸，互為銜接但不重疊。能力指標概念分析後，仍應檢視與其他學習階段的關係，務求銜接但不重疊相關能力指標內涵。

由此可知，在能力指標的分析上需先掌握能力指標之核心概念，分析時注重能力指標內涵之間的連結與銜接，以學生能力之學習為中心。在實際進行能力指標分析轉化的步驟上，李坤崇(2002)也從帶領國中、小教師們，進行能力指標概念分析之實際操作過程中，歸納出以下三項分析方式：

- 1.概念式分析：著重整合理論架構、銜接新舊課程，優點為架構、概念較完整嚴謹，缺點則係需高專業素養，相當費時。
- 2.展開式分析：一為心智地圖（mind map）展開，一為指標意義展開。此優點在於逐層展開概念，易於入手，但缺點在於展開概念應以理論為基礎，易見樹不見林。
- 3.解剖式分析：將能力指標中的動詞、受詞加以分析，再形成學習與教學活動，若指標架構完整則易於轉換，否則也易有見樹不見林之缺點。

三、小結

本研究於能力指標詮釋階段，係透過專家座談方式，在科技教育學者與現職教師組成的專家座談會議中，逐項探討「自然與生活科技」領域第四階段，「科技的發展」與「設計與製作」各項能力指標之核心概念，整合各項能力指標的理論背景與教學內涵，而詮釋整理出較具體之能力指標內涵。在科技教育學者與現職教師所組成的專家會議上，透過專業的對話，共同詮釋能力指標，更能兼顧學術理論與教學實務，符應

李坤崇（2002）所提出的「概念式分析」的能力指標詮釋方法，並且在專家學者與實務教育工作者之互相合作下，也能盡量減少在「概念式分析」方法中可能發生的缺點，達到本研究能力指標具體詮釋之目的。

第二節 能力指標的轉化

能力指標普遍有過於抽象、文意不明、過於繁複、過於瑣碎、陳義過高等狀況（潘麗珠、楊龍立和蕭千金，2004），若教學者能多加了解能力指標的相關理論，並掌握轉化的原則與策略，則可靈活運用能力指標，也能顯示出教學者獨立自主的精神。

本研究中於詮釋「科技的發展」、「設計與製作」能力指標內涵之後，依循能力轉化之原則，思考可運用之轉化策略，以符合九年一貫課程統整之 MST 整合課程模式來設計教材。本節中將探討能力指標轉化之策略、統整課程概念及 MST 整合課程模式。

一、能力指標轉化的原則

如葉連祺（2002）所言，轉化就是造成某物在形式、性質、內涵等方面，產生某種程度差異變化的歷程，此變化多由增減、修改等方式，產生從抽象變具體，簡單變複雜，隱晦變顯明等情形。因此能力指標在轉化時，也要知其內涵，對其轉化才會有所助益。

國內學者在課程相關論述中，對能力指標轉化的定義，大致可推論出以下三種意涵（葉連祺，2002）：

1. 忠實觀 (fidelity perspective)：即形式雖變但本質不變，較關注於將能力指標（改寫）變成教學目標，以及（編寫）變成實際可行的教學活動。此改變過程多數是文字形式上的轉寫（即增加文字），較不涉及文字意涵的改變，對文字的解釋不容許扭曲、牴觸或違背原來的意義，也不能擴大或縮小原來的內涵範疇，此類似 transition、transcribe 和 transfer 的概念。
2. 調適觀 (adaptation perspective)：不談形式、只論內涵，可小變。此論點認為可依據時、地、人、物、事等因素，在合理可容許的

範圍內，摻雜己見，適度調整文字的意涵，其強調能力指標和教學目標與活動不盡然是對等符應的關係，只要勿太偏離能力指標的本意即可，此類似 translation 的概念。

- 3.批判創造觀 (criticism & creation perspective)：著重本質合宜性的思考，認為本質可變，形式亦可變，甚至應隨本質而改變。能力指標僅是教學目標和活動的參考來源之一，並非絕然不可更動的，尤其其合理性需加以批判，並依照時、地、物等因素，進行較大幅度的創造和改變，此類似 transformation 的概念。

潘麗珠、楊龍立和蕭千金（2004）則是將能力指標轉化之理論歸納為以下三種：

- 1.課程實施理論：有三種說法—教師要忠實執行預定要求、教師可研究且部分容許調整、教師有權完全自主創制，不理會預定要求。
- 2.文學詮釋理論：也有三種說法—完全客觀詮釋文本、有客觀真相意義但永遠追不到，只能盡力提升客觀程度、可自主主管詮釋文本，不理會原作之意。
- 3.教育基本理論：目前有五種要求—符合社會需求、符合學科知識結構或學理、符合學生認知與情意發展特性、難度、深度廣度之考慮及學校、教師、教法、課程、法規與環境之考慮。

陳新轉（2002b）在其研究中曾針對能力指標的特性，歸納整理一般課程轉化模式：（1）三層次轉化模式；（2）標準取向轉化模式；（3）「行為表徵」取向轉化模式；（4）概念分析取向之轉化模式；（5）「對應關係」之轉化模式。更進一步分析以「能力」的觀點轉化能力指標時，應從「能力」的角度思考學生的學習成果，將焦點投向「培養能力」、「激發能力表徵」，而不宜侷限在「行為表徵」的觀念下，追求分化的「認知」、「情意」、「技能」的學習成果。因為「能力」(competence or ability)

是面對問題或挑戰時，應用知識，採取有效策略與方法，達成目的獲解決問題的行動。此種行動不論是靜思或複雜的操作，都是一種知識、技能與情意的綜合表現。

潘麗珠、楊龍立和蕭千金（2004）認為進行能力指標轉化時，應該注重下列四項轉化的原則：

- 1.注意學生既有能力之銜接性：要思考學生既有的能力，思考如何才能銜接其原有程度，以達成學生的學習成效為首務。
- 2.轉化成清楚而具體之教學目標：有清楚且具體的教學目標，才能引導教師設計合宜的教學活動。
- 3.需有切實而可行的教學實踐：能力指標具體轉化是否成功，要憑藉教學中的各項環節加以檢驗。
- 4.設計多元化評量以檢驗教學目標是否達成：不同的評量方式，都宜有相對應的配套評量標準，來檢驗是否達到教學目標。

綜合以上專家、學者歸納整理之能力指標轉化諸項原則中可知，能力指標既是教學參考、培養學生能力之依據。但這也非不可打破的原則，端視教學者是否可合理考量人、事、時、地等因素，將能力指標適當地轉化，並以達成學生能力的培養為首務。因此，在實際的能力指標轉化策略上，葉連祺（2002）提出將能力 能力指標轉化為課程和教學的目標和活動，可以運用替代、拆解、組合、聚焦、聯結、複合等轉化策略，由能力指標配合教學主題，來構思教學活動：

- 1.替代（replace）：利用一對一對應轉化的關係，以某主題物替換原有能力指標內的關鍵詞，形成教學目標。
- 2.拆解（decompose）：使用一對多對應化關係，將能力指標拆解成幾個互有關連的細項能力指標，以作為教學目標。

- 3.組合 (group)：運用多對一對應轉化關係，以一個主題結合多個能力指標，形成一個課程內容。
- 4.聚焦 (focus)：由多個具關鍵性的一對一對應轉化關係所構成，係選取某能力指標的某部份或全部為主軸，以其為教學焦點，逐次擴大發展其他活動，可運用認知層次如觀察、記錄、敘述、比較、分析等，作為擴展的參考。
- 5.聯結 (relate)：乃聯繫多組一對一對應轉化關係，先以某個能力指標和主題成為發展活動的起點，再不斷聯結其他不同學習領域或思考層面(如人、事、時、地、物)、構成一個課程內容。
- 6.複合 (mix)：是適度擇取前述五項策略的某幾種或全部，形成複雜的轉化關係，進而發展出一個或多個教學活動。

能力指標轉化的策略相當多元，教學者應當充分發揮專業自主精神，選擇適當的轉化策略，將能力指標作適當轉化以利課程設計與實施。在進行教學前，在轉化能力指標為教學內容及活動的技術面上，教學者除了應明確掌握轉化之原則及策略，並衡量客觀環境，以學生學習為優先考量。

本研究在能力指標轉化階段，係由專家座談先擇定一教學主題，以此教學主題融入「科技的發展」及「設計與製作」之能力指標，依據所融入的各項能力指標轉化為教學內容。因此，是採取上述葉連祺(2002)建議的轉化策略中之「組合」策略，以一主題結合多項能力指標，而形成一個課程內容。

二、能力指標轉化--統整課程的概念架構

九年一貫課程強調「統整」之概念，因此研究中於發展設計教材內容時，以「組合」之轉化策略為原則，以符合統整課程概念之MST整合課程模式來發展教材，期能更落實能力指標之轉化，達到課程目標。

(一) 統整課程概念

由於統整的意涵豐富，國內外學者所提出的統整類型及其定義亦分歧不一，茲針對國內外學者對課程統整之定義作探討。

1. 國內學者

- (1) 黃政傑 (1992) 認為課程統整強調橫向或水平的聯繫，係指合作一體或關連起來的意思。課程的內容和活動，其組織必須使學習者將所學的概念、原理相關連起來，成為有意義的整體。認為統整原則大致有知識的統整、經驗的統整、社會的統整三個方向。
- (2) 黃譯瑩 (1998) 認為課程統整的本質是在連結中建立新連結，再完整化連結，並追求不斷的更新。
- (3) 黃炳煌 (1999) 認為課程統整即是將兩種或兩種以上的學習內容或經驗，組成一有意義的、統整的學習內容或經驗。
- (4) 陳新轉 (2000) 認為以「字義」與「科際整合」的角度來看，課程統整應是只以某種課程要素為核心，將課程的內容組織起來，使原來分散而有關連的內容，形成有意義的學習內容之建構歷程。

2. 國外學者

- (1) Jacobs (1989) 認為課程統整是刻意的應用不同學科的方法及語言，藉以驗證一項核心主題、議題、問題、單元或經驗。
- (2) Glatthorn & Foshay (1991) 認為課程統整是設計課程，使得分割的學習內容，能更具關連性。

- (3) Drake (1993) 認為課程統整主要是致力於連結先前尚未被連結之課程領域。
- (4) Wolfinger & Stockard (1997) 認為課程統整是課程組織方式，以取消學科分立界限的，採取核心概念，或生活導向為論題 (topic)，而將技能和概念以適當的脈絡組織起來。
- (5) Beane (1997) 認為課程統整是課程設計的理論，包括對學校的目的、學習的本質、知識的組織和使用，教育經驗的意義等觀點的綜合體；此種設計主要是透過師生共同認定重要的問題與議題的組織，而強化個人和社會統整的可能性，且是打破學科領域的。就廣義而言，課程統整包含了經驗、社會、知識、及課程設計四個統整層面。

綜合上述學者的定義，可將「課程統整」之定義分為廣義與狹義兩種：(1) 以狹義的角度而言：所謂「課程統整」包含了三個階段的設計概念，分別為找出課程組織的中心、突破原有學科的界限、重新組織成有意義具統整的學習內容與經驗。對學習的內容進行垂直與水平向度的統整，加深加廣的連結與組織，並運用主題或核心，去統整相關的內容技巧，強化整體的學習效果。(2) 以廣義的角度而言：課程統整所涉及的範圍包括經驗統整、社會統整、知識統整，與課程設計的統整。認為課程統整是要選擇一適當的核心，將重要的概念、通則、價值等課程要素，與個人的經驗和社會所關注的議題結合，提供學習者統整性的學習經驗。

(二) 統整課程的方式

在九年一貫課程中，強調學習以學生的生活經驗為主，因此在課程的安排上，應打破學科界限，以學生的經驗為主來設計課程，而學科的知識則有助於學習者解決問題及豐富生活經驗。因此，許多教育

學者為了提供學習者整合學校經驗與生活經驗，在各學科領域中亦提出多種不同的統整方式。

有學者將正式課程分為單一學科內統整（within single disciplines）、跨學科統整（across several disciplines）以及學習者內或學習者間統整（within and across learners）共三大類十種模式來說明各類型的統整（Fogarty, 1991）；有學者是將課程分為多元課程（multidisciplinary）、科際整合（interdisciplinary）以及超學科（transdisciplinary）三種統整方式（Drake, 1993）；也有學者主要以學科觀點，從以學科內容為主到不考量學科界限的統整方式，包括學科本位（disciplinary based）、平行學科（parallel disciplinary）、互補式學科單元（complementary disciplinary units）、科際整合（interdisciplinary）、統整日（integrated day）及完全課程（complete program）（Jacobs, 1989）。茲將以上三位學者所提之課程統整方式分類整理如下：

表2-1 課程統整分類對照表

| 分類 各學者的主張 | 單一學科取向 | 多學科取向 | 科際整合取向 | 超學科取向 |
|--------------|---|----------------------------|--|------------------------------------|
| | 以學科本位的方式，類似傳統分科課程，以該學科的知識、概念為主。 | 以相同主題連結各學科知識，學科間各自獨立、互相配合。 | 將各學科間重疊或相關的概念相互連結，作為統整之基礎。 | 從真實生活中的主題或議題連結各學科，但忽略學科原有界限。 |
| Jacobs | 1.學科本位的內容設計 | 2.平行式學科設計 3.互補的學科單元 | 4.科際整合單元 | 5.統整日 6.完全課程 |
| Fogarty | 1.單一學科統整： (1)分立式 (2)關連式 (3)巢穴式 | 2.跨學科統整： (1)並列式 | 3.跨學科統整： (1) 共有式 (2) 張網式 (3) 線串式 (4) 整合式 | 4.學習者和學習內容的統整： (1)沈浸式 (2)網路式 |
| Drake | | 多元學科取向 程 | 科際整合取向 | 超學科取向程 |

依照上述的統整分類，在自然與生活科技領域中，以科際整合取向及超學科取向的統整類型較能符合自然與生活科技之教學。統整的方式相當多元，多位學者都曾提出忽視原有學科界限，以各種活動設計課程，並於真實生活脈絡中尋求學習主題的看法，統整的重點在於與知識的應用有關的內容和活動，使學生將課程經驗統整到他的意義架構中，並親身經驗解決問題的方法(Glatthorn & Foshay, 1991; Drake, 1993; Beane, 1997)。

如同Kysilka (1998)所言，在檢視多樣化的課程統整模式後，並沒有所謂最好的課程統整組織結構。因為任何成功的課程實施關鍵，在於教師對課程的接受程度，以及教師如何尋找適合自己與學生的統整方式(Drake, 1993)。因此，本研究在進行「科技的發展」與「設計與製作」能力指標之轉化時，一方面要符應九年一貫課程統整的精神，一方面也要考量「自然與生活科技」領域教學之特性，發展較適

合實施的統整教材。

三、數學、科學與科技（MST）整合課程模式

九年一貫課程七大領域的學習方式，重點在橫向統整與縱向銜接。雖然，九年一貫課程在理想與現實間仍有待更系統化和專業化的課程發展程序，但是科技越來越和科學乃至數學統整，已是國內、外的走向（李隆盛，1998）。

（一）MST統整課程的形成

MST統整課程的發展，始自1970年代，美國馬里蘭大學Maley教授的極力鼓吹科技與數學、科學合科教學。直至後來在美國紐約州的強力推行下，逐漸受重視。

另一方面從科學教育界發起的是，在1985年美國科學促進協會（American Association for the Advancement of Science）的一項致力於改革美國科學、數學與科技教育之長期計畫「2061計畫（Project 2061）」中，曾提出改變科學、數學及科技等學科教學策略的建議，認為過去的科學教學方法是過時的，且大多數的科學教學方法僅注重科學知識的描述而很少提供學生應用數學或科技的機會（Johnson, 1989）。

美國的國家科學基金會（National Science Foundation）於1990年代間大力支持MST整合性課程的設計與活動的開發（LaPorte & Sanders, 1995）。而實施MST整合性課程最有成效的當屬美國紐約州，該州的教育局（New York State Education Department, 1997）曾對整合數學、科學與科技三門學科的必要性，提出四項主要的強制性理由：（1）缺少了數學的分析與工程方面的設計，我們便無法解釋科學的探索，或者擴張科學探索的力量；（2）今日的工程家與科技家需要科學探索產生的原理與理論，以協助設計或建立理想的科技工具或技術；（3）人民未來都將面

臨許多因為數學、科學、科技和社會互動所產生的複雜道德議題，如何教導學生明智的處理這些議題（如環境保護與健康保健等）將會變得十分的重要；（4）當學生在面臨處理真實世界的應用問題時，將更能感受到強烈需要學習數學與科學的動機。

在MST課程的相關研究方面，方崇雄、游光昭、蔡東鐘、林坤誼和魏鸞瑩（2001）運用數學、科學與科技統整課程以培育學生創造力，並探討其對於學生認知學習成就的影響，結果顯示：數學、科學與科技統整課程有助於培養學生創造力，並對於學生的認知學習成就有顯著差異。蔡福興和游光昭（2003）則將數學、科學與科技的科際整合策略應用於網路學習環境的設計與研究，並獲得幾項初步研究結果：（1）數學、科學與科技的科際整合教學策略極富教育意義且值得推廣；（2）數學、科學與科技整合的網路學習環境獲得使用者的肯定，且適用於自然與生活科技領域。Wicklein和Schell（1995）曾進行有關數學、科學與科技整合的個案研究，主要確認出影響數學、科學與科技統整課程的主要因素有三：（1）教師與行政單位方面對於統整方式的確認；（2）課程設計方面的創新與努力；（3）行政與教師方面在統整計畫中的合作。更有研究指出，在接受統整了數學、自然科學以及科技的方案之後，學生較能得到的益處包括：應用小組共同發展出來的概念的能力、學生的動機、一起工作的能力，以及學生對部分的科學概念能有更佳的瞭解（引自方德隆等譯，2001）。

根據前述研究結果顯示科技與數學、科學間的密切關係，而數學、科學與科技的統整策略使得科技課程變成了連結數學與科學的重要學科。以往科學教育與數學教育雖然著重在理論，但缺乏實際操作的經驗；反觀科技教育雖著重於實際操作的經驗，但在理論方面卻是缺乏的。因此，科技教育領域雖著重於問題解決能力的培養，但可應用於問

題解決方面的知識卻會因為學生的先備知識不足而受到限制 (Laporte & Sanders, 1993)。如今在九年一貫課程中，自然與生活科技為共同領域，在教學上若能統整科技與科學的學習並配合與數學之間的應用，學習與應用之間才能夠互補，方能使學習達到最佳效果。

(二) MST統整課程的模式

以下介紹紐約州所提出的三種MST統整模式 (New York State Education Department, 1997)：

1. TMS模式

TMS模式 (如圖2-1) 的統整方法，主要指由科技教師協助學生在科技課程中學習與數學和科學相關的知識，以科技課程為主體進行關聯式的統整。

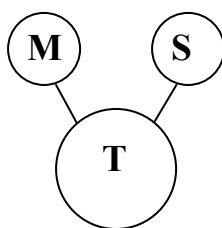


圖 2-1 TMS 模式

此模式中，科技教師在讓學生進行動手做的科技活動前，必須先教導學生與課程相關的數學、科學知識，而這些數學與科學知識是學生在數學、科學課程中已學習過的知識，藉此整合理論與實務，以達成統整的目的。透過該課程主題，提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。本研究中所發展的MST教材，即以此一模式為主。

2. M+S+T (MST) 模式

M+S+T+ (MST) 模式 (如圖 2-2) 的統整方法主要指由數學、科學與科技教師協同合作發展科際整合課程。由數學、科學與科技教師共同選定一個課程主題，並針對該主題研擬可以整合的數學、科學與科

技知識，最後再輔以動手做活動來整合理論與實務，進而達成統整的目的。

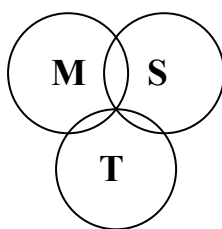


圖 2-2 M+S+T (MST) 模式

在實際教學上，由數學教師在數學課中教導學生與課程主題相關的數學知識、科學教師在科學課中教導相關的科學知識、科技教師在科技課中教導學生相關的科技知識。藉此提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。此模式的特點是不同學科教師可以發揮專長，使得學生能夠學習更廣泛及更精確的相關知識。

3. MST Integrated Program 模式

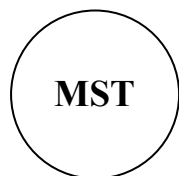


圖 2-3 MST Integrated Program 模式

MST Integrated Program 模式（如圖2-3）主要是指學生在一門統整的數學、科學與科技課程中，進行數學、科學與科技知識的學習，並由教師團隊負責教導。換言之，在MST Integrated Program 模式中，傳統學科分立的角色已被淡化，故學生所學習到的知識將是著重統整式的知識體系，藉此以達成統整的目的。

MST Integrated Program 模式與M+S+T+ (MST) 模式的設計理

念略有相同，同樣都是由數學、科學、以及科技教師共同發展統整課程。但學生是在一門MST統整課程中學習相關的知識，並由數學、科學與科技教師共同教導此一課程。這兩種模式的差異在於不強調數學、科學、科技知識的分立性，無所謂先備知識，三者之間無輕重之分，而是著重在系統化的介紹與課程相關的知識。藉此，可使學生學習日常生活中科技產品的相關原理，進而培養其自我統整的能力。

四、小結

以上由紐約州提出的數學、科學與科技的統整模式，各有其適用時機，教師可針對不同的現況或需求，選取最適切的模式加以應用，進而強化學生缺乏數學、科學與科技統整的能力。

本研究於能力指標轉化時，以「組合」的轉化策略為主，擇定一主題，結合自然與生活科技領域第四學習階段的「科技的發展」與「設計與製作」能力指標，進行能力指標轉化。一方面因為「科技的發展」與「設計與製作」二項能力指標較傾向生活科技領域，因此，轉化時也考量「自然與生活科技」領域統整學習之原則，而採取MST整合課程模式中的TMS模式來發展教材。以科技課程為主體進行關聯式的統整，協助學生在科技課程中學習與數學和科學相關的知識，讓學生瞭解數學、科學與科技之間互相支援、應用的關係，進一步能夠運用相關的知識與技術解決問題，而且在這樣的過程中培養出應具備之能力。

第三節 能力指標之驗證

九年一貫課程強調教學目標為各學習階段的「分段能力指標」，而分段能力指標中的內容是多向的，也就是說會有多元的教學目標。然而，以「能力」的達成來當成驗證教師教學是否達成目標、學生學習成功與否的「指標」，固然使得教師在教材選編工作、教學策略的引用上具有較大的自由空間，但同時也因為缺乏相關的配套措施與經驗，難免對於如何驗證、評測「能力」會產生一些困惑。

在學生的學習過程中，多元的教學目標要配合多元的評量，才能確保目標的達成。能力指標詮釋與轉化的意義，除了讓教師更清楚知道學生應該具備哪些能力，同時也希望能夠積極運用於評量活動，用以檢視學生所獲得的能力。評量與教學是同步進行的教學工作，也就是說評量為教學的一部份，但能力的評量不應流於形式化。

本研究中以「自然與生活科技」領域第四階段的「科技的發展」、「設計與製作」能力指標，進行詮釋、轉化與驗證。因此本節針對能力指標之驗證，瞭解學習評量的意義、探討能力的評量以及能力指標多元評量的方式，以歸納出驗證能力可行之方法。

一、學習評量的意義

「評量」是針對教學活動中的各項教學要素所進行的判斷過程，旨在有系統的取得教學決定所需的各種資源和數據，提供教師、學校及家長參考應用，以提高教學效率和教學效果（張鐸嚴，1997）。學習評量在教師教學過程中是相當重要的一環，其發揮的診斷與回饋功能有助於改善教學成效、促進教學目標達成。同時也是在師生互動的教學過程中，善用科學方法及技術，蒐集有關學生對學習成就及行為表現之資料，給予分析、研究、統整及評斷之一系列活動。

余民寧（2002b）認為評量包括兩項不同涵義：一為針對所要測量的特質，決定其品質、效益、或價值；另一為針對個人的表現品質或課程活動進行價值判斷，以作為後續教育決策參考。然而，長久以來，大家已習慣採用傳統紙筆測驗，最大的理由就是使用方便。傳統的紙筆測驗被認為是計分客觀、批閱迅速，且易於團體施測，可以充分發揮公平、客觀、省時、省錢的功能，激勵學生的認知學習，但卻與人性化、多元化的教學評量相去甚遠。這種評量方式忽略情意、技能層面，只測驗學生片段、瑣碎的知識，無法得知學生一段時間內的學習改變，是屬於一種靜態評量（李坤崇，1999）。

然而，隨著課程與教學的改革，學習評量由單一方式趨向多元，漸漸不再只是用來測量學生的學習成果，作為分類與篩選的依據。莊明貞、丘愛鈴（2003）於研究中歸納整理評量典範的轉移，指出四項重要的發展趨勢：（1）由過去注重靜態評量（static assessments），定期舉辦總結評量，如段考、期末考等，改為動態評量（dynamic assessments），關注的是學生學習的變化與成長；（2）過去的評量大多為制度化評量（institutional assessment），目的在配合教育行政單位或學校的措施，如給學期分數、排名、選拔成績優良等。現今的目的則強調個人化評量（individual assessment），以學生個人為本位，評量其學習成果；（3）過去單一評量（single assessments），只重智育，忽略高層次的問題解決和創意，評量方式以筆試，甚至以選擇題為限，現今的評量為多元評量（multiple assessments），不僅重視問題解決和創意，同時也兼顧情意、技能等學習成果，評量方式也以多元方式蒐集學生的資料；（4）過去的評量常為虛假評量（spurious assessments），使用虛假的測驗題材，不重視題材的生活化和應用化，現今的評量則強調真實評量（authentic assessments），讓學生所學與其經驗相結合。

學習評量逐漸由重視量轉變為質量並重，且更重視學生是否能夠適應生活中新問題和新情境的基本能力。

二、能力的評量

評量的目的至少應該有三個層面：(1) 檢查課程的設計是否吻合教學目標；(2) 檢視教材是否符合學生所需；(3) 瞭解老師的教學是否真的讓學生有所得。然而許多教師卻常誤用評量，他們實施評量是為了：(1) 測驗學生差異度，以便排名次；(2) 為了考學生上課是否專心聽講，所以常常出一些上課沒專心聽就會答錯的題目；(3) 為了考學生是否熟記課文內容，常考一些需要死記背誦的題目。如此一來，非但無法檢視教師和教學的考量，從學習的觀點來看，也違反了評量的目的是為了瞭解學生所獲得的能力。

陳新轉（2002b）於其研究中闡述能力指標轉化與課程設計之間的關係，從課程設計的觀點來看，他認為能力指標是一種以能力為導向的課程目標，因此將能力指標具體轉化為課程，必須考量學生能力的培養與具體實踐。傳統行為目標導向的課程設計，不重視學習成果在真實情境中的實踐與應用，學生的學習容易流於孤立。反之，以培養能力為目標的課程設計，能提供學生思考與對話的情境，此時評量的重點在於「能力」是否養成。能力是一種認知、情意與技能的綜合表現，是面對問題時能應用知識，採取有效策略與方案，達成目的或解決問題的行動。所以能力指標的轉化與課程設計就不宜侷限在行為表徵的觀念下，去追求分化的認知、情意與技能的個別學習成果。因此，在課程轉化上必需以統整的思維轉化能力指標，找出能力指標與何種課程主題相關，以及該能力適合在何種情境中展現，才有助於學生進行有意義的學習。

我們經常會將考試與評量混為一談，考試或測驗只是評量當中的一

小環，考試的目的是分優劣、分好壞，評量的目的卻是為了瞭解學生的能力與各方面表現。而課程、教學與評量是密不可分的，從以往的課程標準，到今日的課程綱要，教師擁有更多決定教材的自主權，要選擇什麼教材內容，安排哪些教學活動設計，培養學生達到哪些能力等等，在課程規畫時就應一併考量，在每個環節也應該要緊扣住能力指標。

三、能力指標多元評量方式

在九年一貫課程中，以能力指標取代以往課程目標中具體規範的教學內容。因此在評量上增加許多轉折，從過去知識、技能的評量轉變為基本能力的評量。楊思偉（2000）強調基本能力是高層次的課程目標，較具象徵性與理想性，並非教學所要達到的直接、具體目標。因此，基本能力難以直接評量，必須細分能力指標再轉化為教學目標（或行為目標）與教學活動，才進行教學評量。

所謂「能力指標的評量」，主要針對學生應達成之重要學習結果所進行的考評而言。依據評量的基本原理，能力指標的評量方式依其學理特性之不同，可分為以下類型：（1）從受評鑑者的行為反應特性，分為最大表現及典型表現評量；（2）從應用功能的不同，分為安置及診斷評量；（3）從進行時機的不同，分為形成性評量與總結性評量；（4）從結果參照解釋的不同，分為常模參照評量及標準參照評量（張佳琳，2000）。

在自然與生活科技領域課程綱要（2003）中，明白揭示「教學評量」應該具有下列幾項要素：

1. 評量的主要目的在於了解學生學習實況，以做為改進教學、促進學習的參考。應以課程目標為依歸，伴隨教學活動進行之。用意
在考查學生是否習得各階段之基本能力，及學習進步情形。

2. 評量應具有引發學生反省思考的功能。導引學生能珍惜自我心智的成長、持平的面對自己的學習成就、察覺自己學習方式之優缺點。且具有敦促、鼓勵的效果，使學生相信只要自己努力或更加專注，定能獲得更好的學習成效。
3. 教學評量不宜侷限於同一種方式，除由教師考評之外，得輔以學生自評及互評來完成。其型式可運用如觀察、口頭詢問、實驗報告、成品展示、專案報告、紙筆測驗、操作、設計實驗及學習歷程檔案等多種方式，以能了解學生的學習情況、調適教學為目的。例如，教學目標若為培養學生的問題解決能力，則可採用成品展示或工作報告的評量方式，而非純以紙筆測驗的方式做評量。
4. 在選編教材時，常為了培養學生分析、推理的能力，提供相關的圖表資料供學生參考，這些圖表資料未必在課程綱要的範圍之內。評量時仍應提供這些資料以供學生參考，不應要求學生記憶。
5. 教師對於自己的教學工作如教材選編、教學策略的引用、班級管理等，能時常參考評量的結果並做自我評鑑及調適。
6. 評量的層面應包括認知、技能與情意，兼顧形成性評量與總結性評量。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。

此外，九年一貫課程是以「能力指標」為重心，「能力指標」蘊含實施評量的可能性，因此較易顯現認知與技能方面的指標，較不易顯現情意方面的指標。相較之下，要瞭解學生在知識與操作方面的能力，比情意方面更容易透過評量工具來評定。然而，認知與情意相輔相成，認知是情意學習的起始，情意是認知學習的動力，技能與行為的實踐是學習的自然結果。因此，在情意評量的進行有下列幾個原則：(1) 多採用

自然情境的觀察，避免以正式、人工化、具壓力的情境進行情意考核；
(2) 多採用長程的評量，避免以少數幾次印象作判斷；(3) 多採用質的評量方式，避免以客觀式紙筆測驗進行情意評量。

四、小結

以往教學現場裡面，評量往往趨向紙筆測驗、標準化測驗等形式進行，這樣的評量並不能適當的表示出學生在各方面的學習成效，甚至其結果往往淪為區分學生等級的角色。九年一貫課程中，既然是以培養學生有帶著走的能力為目標，以往單一的評量或測驗方式，也不足以完整評測出所謂的能力。例如：「學生是否能將學習成果運用於解決真實情境的問題？」，如果要用一般的考試或測驗的方法，來瞭解這方面的表現，恐怕無法發揮評量的效能。因此，唯有在學生學習過程中，配合教學活動規劃，適時適地的運用評量工具，檢視學生的學習狀況，以觀察學生在各項能力表現的全貌，並提供教師與學生作為教學上與學習上之參考。

九年一貫課程強調「教學評量不宜侷限於同一種方式」，本研究中為了驗證學生能力之達成，瞭解是否達到教學目標，因此配合教材內容與教學活動的實施，質量並重，以結合紙筆評量與非紙筆評量的多元方式來進行。著重瞭解學生面對問題時能否應用知識，採取有效策略與方案，達成目的或解決問題。