

自

科

然

學

作者：黃茂在、周筱亭

國家教育研究院副研究員、研究員

壹、緒論

一、研究背景

近來，生態問題與環境議題不斷在國際媒體出現，這些議題是否要強化納入科學課程中？各國經濟產業變動關聯密切，各種產業的起落，在世界地球村的時代，我國無法置身事外，未來需要怎樣的人才，科學課程是否要納入這些課程目標，我們除了借鏡先進國家經驗外，也需要思考我國現況以及未來的發展趨勢。

我國這幾年陸續參與國際性評比測驗（TIMSS、PISA、PIRLS），在這些評比測驗中，我國學生在自然科學學習成就的表現優異，但是對於科學學習興趣卻不高，PISA2006、PIRLS2006 結果顯示我國學生的閱讀理解能力並不理想，自然科學總成績表現雖然優異，然而主要在科學現象解釋項目上表現突出，但在問題覺察能力方面則顯得落後，九年一貫課程強調能力本位，本是呼應世界趨勢與業界對人才需求，但十年課程實施下來其成效有限，教師教學、教材編輯還是以知識為導向。這些問題存在，當然無法歸依到單一因素，而是整個系統如何運作的問題。那麼，主導整個課程改革大方向的課程綱要，要如何書寫？哪些內涵要放入在課程綱要中？哪些需要規範？哪些要給學校教師彈性處理？除了課程綱要的文本外，同時還需要哪些相關文件配套資源說明，讓課程在實踐上更順暢？

教育部自民國 97 年開始啓動「中小學課程發展之相關基礎性研究」總計畫，97 年度本處研究人員在「課程發展趨勢、機制及轉化」的區塊研究中，已針對英國、紐西蘭、美國、芬蘭、日本、中國大陸和香港等七國或地區的課程改革內涵進行研究，並已完成相關之研究報告，延續該計畫，以我國自然與生活科技學習領域課程綱要為基礎，分析英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等國之自然課程內涵特色，並以此形成焦點團體討論議題，蒐集教育行政、國中小教師以及學者的三個團體，對於我國自然科學類課程的內涵提出修訂方向與意見。

二、研究範圍

本研究以中小學自然科學類課程為主要研究範疇，詳述如下：

- (一) 研究地區：以我國、英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等國或區為主要研究地區。
- (二) 中小學：各國中小學學制或有不同，本研究考量人力與時間因素，本年度分析內容聚焦在我國的國民中小學國民教育階段。
- (三) 自然科學類課程：以我國的九年一貫課程「自然與生活科技學習領域」為研究範圍；英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等國或區則以自然科學相關學科為主。

三、研究目的

本研究將分析各國自然科學課程，進而探討我國自然科學課程之相關問題，因此本研究之目的有下列三項：

- (一) 了解我國自然科學課程過去主要的發展沿革，以及目前在中小學之實施情況，並探討其所遭遇的問題。
- (二) 了解主要國家或地區中小學自然科學類課程的重要內涵，做為我國未來自然科學課程設計之參考。
- (三) 針對未來我國課程綱要規劃，提出自然科學課程之發展方向及具體建議。

四、研究方法

本研究採用文件與文獻分析法與焦點座談等研究方法，茲分述如下：

(一) 文件與文獻分析法

本研究採文件與文獻分析法，其流程如下：

1. 以我國中小學「自然科學類課程綱要」為主要參考架構，先提出初步之分析項目，由研究小組成員每人負責一個國家（區域），依此架構與我國之課程進行分析整理與對照，提出各國課程的特色（和臺灣不一樣）。
2. 確認分析架構與項目：研究小組成員分別針對各主要國家（區）之相關自然

科學類相關的官方（含網站）資料、報告、出版品等進行初步分析整理後，隨即進行對話討論，進而形成六項討論議題之分析架構，並取得共識—未來我國之課程綱要應以協助教師能對課程綱要有整體架構的理解，其架構應朝言簡意賅的方向思考。

3. 以分析架構再分析：藉由研究小組之討論架構，進一步擴展相關資料及文獻，以豐富課程綱要之內涵，同時持續進行研究小組成員之間的對話與討論。

（二）焦點座談

依對象分為教師、教育行政、專家學者等三組分別進行，針對本研究所發展出來的議題來進行討論，並將本研究之過程、內容等進行研討諮議，從而瞭解各方對於未來自然科學類課程之期待，期能凝聚共識，找出可供未來我國課程綱要修訂的參考方向。

五、研究架構及流程

本研究之架構及流程如圖 3-1：

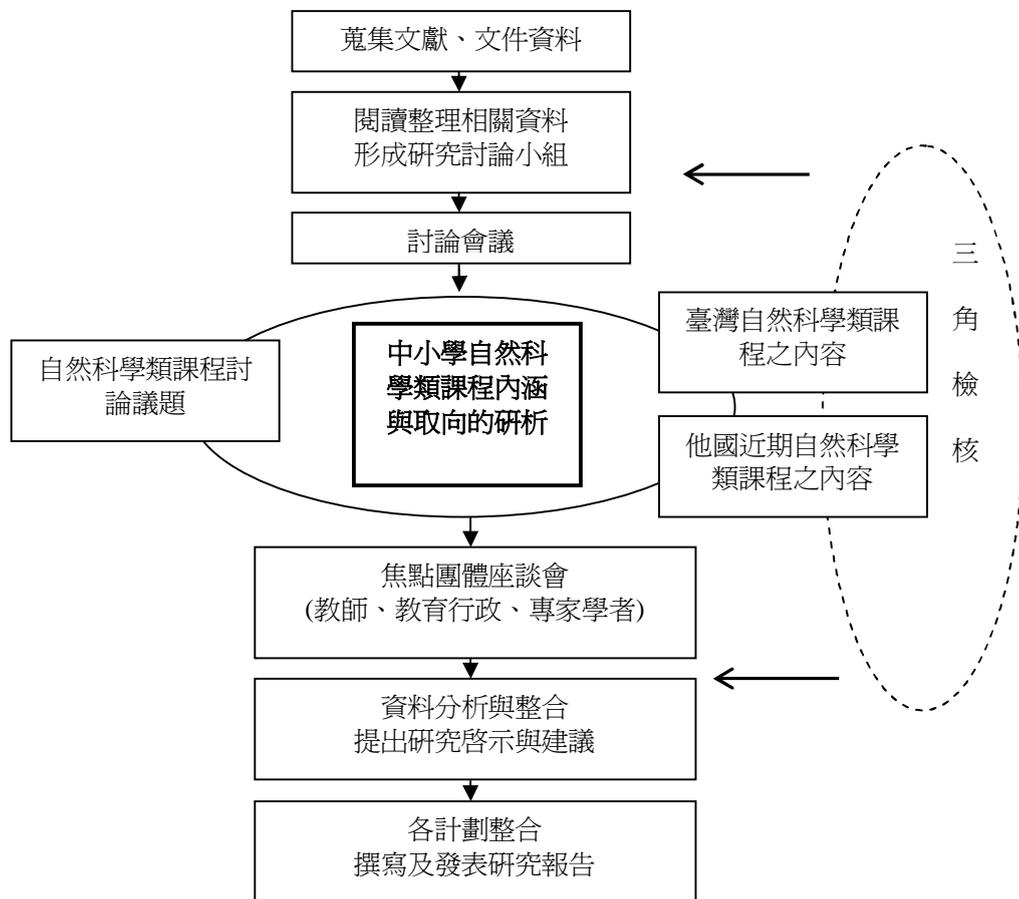


圖 3-1 研究架構及流程圖

本研究之主要架構包含以下內涵：

- (一) 以我國在民國 64 年、82 年，及 92 年所公布之自然科學類課程標準、綱要為分析內容，從這三次較大的課程改革中來探討我國自然科學類課程的演變概況，並了解目前我國於自然與生活科技學習領域實施上的問題。
- (二) 參考英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等相關官方自然科學類課程文件，並以較具特色之國家為主要深入探討的對象。

- (三) 形成研究小組後，針對個別國家官方課程文件內容進行討論，為免於研究者個人主觀性，六個議題的產生是綜合彙整研究小組的討論（含四位研究員、一位博士後研究員、兩位碩士）共識，最後發展出「基本理念」、「形式架構」、「內容架構」、「能力指標的敘寫方式」、「學習評量」、「附錄、實施與配套」等六項討論議題，並以這些議題為主軸，來進行焦點團體座談會，以及我國與各國間的分析探討架構。
- (四) 依據所分析之結果，提出自然科學類課程的啓示與建議。

貳、我國自然科學類課程的發展沿革與演變

我國自然科學類的課程內容曾多次進行修訂，本研究針對變動較大的修訂做說明，即民國 64 年和民國 82 年所公布的課程標準，以及 92 年的九年一貫課程綱要等三次時期所修訂的內容進行分析說明（教育部，1975、1993、2003a、2003b）。

一、民國 64 年課程標準之自然科學類學科課程內涵

民國 60 年前，我國的科學教育以物質建設的理念為主，以加速經濟與科學的發展，至民國 60 年以後，才開始進行科學課程的實驗（楊龍立，2000；林玉祥，2005）。當時參考美國 SAPA、SCIS 及 ESS 的精神，強調學習過程遠比結果重要（臺灣省國民學校教師研習會，1994），學生從過去以「聽課」為主的學習，進而進入「動手做實驗」的學習方式，注重學生在思考、探究、創造等單元活動的學習，使得國小自然的教學步入全新的階段（王美芬、熊召弟，2005）。課程名稱亦從「自然」改為「自然科學」，形成從小一到小六的六年一貫自然科學（魏明通，2002；楊龍立，2002）。

課程結構方面，則以科學概念、科學過程技能以及科學態度等三個向度來構成，亦即重視科學精神或科學態度的養成，將科學概念、方法和態度做為基礎，把組織單元縱橫聯繫，形成整個自然學科的課程架構。此階段將 13 種科學過程技能視為分別獨立且是靜態的，也就是這些技能從低年級到高年級都沒有以複雜的

型態呈現（邱曉貞、連啓瑞、連怡斌，2003）。

二、民國 82 年課程標準之自然科學類學科課程內涵

主要針對 64 年的課程標準進行修改，科學課程的名稱由「自然科學」改回原來的「自然」，此次課程標準著重於概念內容方面，直接以「物質與能」、「生命現象」，以及「地球環境」等三個內容領域，來衍生出單元概念，而且有別於 64 年的靜態呈現方式，各種的過程技能是交互出現在各年級的，重視教給學生實質的概念，而非形式的概念（邱曉貞、連啓瑞、連怡斌，2003）。另外標準中也加入了人與環境的和諧共存，以及強調解題技巧之培養，並由國訂本改為審訂本（魏明通，2002；林玉祥，2005）。

此次修改後，自然課程的精神在於「透過教學活動的持續研究改進，使教育樂意教，兒童更易學，以落實全民科學素養進一步提昇的理念」，同時強調人與人、人與自然環境間和諧平衡的重要性，以及解決問題的知能培育（臺灣省國民學校教師研習會，1994）。

三、民國 92 年課程綱要之自然科學類學科課程內涵

此即為九年一貫課程綱要，其中的課程是以「課題」分類，再有「主題」、「次主題」及「內容項目」，同時重視的是科學素養的提升，而非僅是科學概念及科學過程技能的培養。

在課程的規劃上，國小一、二年級之「生活課程」統整「社會」、「藝術與人文」，及「自然與生活科技學習領域」，注重學習以生活為中心，統整人與自己、人與社會、人與自然的關係（教育部，2003a），「自然與生活科技學習領域」則強調「自然、科學、技術」三者一脈相連，也重視透過科學性的探究活動，讓學生學習到相關的自然科學知識與技能，所以自然與生活科技學習領域的主要目標，即在於提升國民的「科學與科技素養」，「科學與科技素養」的能力要項則分為「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」，及「設計與製作」等八項（教育部，2003b）。由此可以了解

到自然科學的教育是從學科思考的模式，轉化為以人為中心，並且強調和環境互動的思考模式。

四、目前自然與生活科技學習領域實施問題

從過去我國自然類課程的主要發展沿革可以發現，是從過去的「知識內容」導向，轉變成現今以「能力指標」為導向，並著重於「科學素養」的培養（林樹聲，2002），然而，理論與實際之間仍有差距，目前自然與生活科技學習領域在實施中所遭遇的問題，包含師資培育課程的修正與充實、固有習慣的打破及相關資源的配合、學校本位課程的問題、統整課程的困境、忽視社會文化、探究取向與能力取向的誤導、欠缺多樣化觀點等（林樹聲，2002；楊龍立，2002；林玉祥，2005）。

總結來說，九年一貫課程的實施，是近年來課程改革中變異最大的一次，其中許多科學教育的課程理念均以國外經驗為主，卻忽略本國教學環境與社會文化因素的差異，卻也造成教師從課程理念、教材到教學上轉化的問題。

參、他國近期自然科學類課程的發展背景與內涵

以下為針對各國課程內涵所整理的要點：

一、英國

依據英國官方課程文件中的自然（Science）（QCA¹，2004a、2004b），歸納出以下之重點特色：

（一）基本理念

英國的課程綱要在前言中便強調課程自主的精神，其課程自主反映在各校的課程設計和課程時間安排彈性，顯示對於適性教學的重視。同時也重視「科學探究」能力、問題解決能力的培養。透過科學課程的學習，會促進學生有下列幾個

¹ QCA，為 Qualifications and Curriculum Authority 的簡稱。

面向的發展：

1. 提升學生心靈、道德、社會和文化發展。
2. 經由科學的學可以增進的能力：包含溝通、數字的應用、資訊科技、與他人合作、增進學習和表現、問題解決等能力。
3. 其他面向：包含思考技巧、企業的能力、與工作有關的學習、永續發展的教育等。

(二) 形式架構

英國課綱在形式架構方面主要有五點特色：

1. 在「關於國定課程」會以圖文說明國定課程綱要的共同架構，增加易讀性。
2. 英國國定課程綱要中，各科架構一致，依不同階段敘寫，在「知識、理解和技能」中會描述在該階段要教的內容，在「學習的範圍」會描述可以納入的經驗、活動，並會在邊界提供需要的解釋或舉例說明。如此，從整體目標、教學內容、教學活動建議到成就目標前後相呼應，可讓教師掌握整體課程的走向，加上沒有繁複的編碼，有利使用者閱讀。
3. 教學項目的標題會以醒目的顏色表示，之後的說明用黑體字分項重點敘述，可以讓讀者很快就找到他要查詢的重點。
4. 各科一般教學需要幾乎一致，會分項舉例說明，並會提供相關網頁，讓老師知道到哪裡找，可查詢更多教學建議的資訊。
5. 分段能力皆是以要教的內容項目，區分為八級和八級以上，簡單易懂，易於掌握。

(三) 內容架構

英國的課程綱要應該教的內容所羅列的項目與成就目標所羅列的項目相呼應，裨益教師掌握如何結合教學與評量，而科學的課程綱要敘寫架構主要分為四大部分：

1. 關於科學在國定課程 (About science in the National Curriculum)：說明國定課程的架構 (The structure of the National Curriculum) 以及學習跨國定課程

(Learning across the National Curriculum)。其中在「學習方案」說明學生在自然科學於各階段應該被教會的知識，以及提供教學計畫設計的準則，並指出學校在計畫課程時，需要思考語言的使用、資訊科技的運用是否被實際應用於課程中。

2. 科學的學習方案 (The programmes of study for science)：說明所有主題的共同結構和設計，以及自然的重要等，主要涵蓋「知識、技能和理解（應教的內容）」及「學習的範圍（在教學中可提供給學生的環境脈絡、活動和經驗）」兩個部分。
3. 成就目標 (The attainment targets for science)：依據「科學的探究」、「生命科學」、「物質和它們的特性」，及「物理」四個項目敘寫，分成八級和八級以上（卓越）。
4. 一般教學需要 (General teaching requirements)：其中載明「為所有的學生提供有效的學習機會」、「使用跨語言課程」、「使用資訊和通訊科技跨越課程」及「健康與安全」等教學原則。

(四) 能力指標敘寫方式

英國課程綱要的能力指標，在敘寫方面有以下兩點特色：

1. 能力指標分為八級和八級以上，能力指標會指出從孩子哪方面的學習策略或行為，去判定孩子是否有達到某一等級。
2. 能力指標敘述方式清楚明確，可以讓教師掌握教學重點與要達到的目標，而我國的敘述則顯得繁雜。例如 2-1-2-1：

2-1-2-1 選定某一（或某一類）植物和動物，做持續性的觀察，並學習登錄其間發生的大事件。察覺植物會成長，察覺不同植物各具特徵，可資辨認。注意到植物生長需要土地、陽光及水分等良好的環境。察覺動物如何覓食、吃什麼、做什麼活動，成長時身體形態的改變等。

在同一項能力指標中包含兩種不同的概念（植物和動物），後段分為植物跟動

物各自陳述，兩種是屬於不同向度概念，包含層面甚廣且繁雜，易造成老師教學上的困擾。

（五）評鑑/評量方式

分為四個關鍵階段（stage），綱要中指出每階段多數學生學習之後要達到的成就目標（Attainment targets），分為 1-8 級（level）和卓越表現（8 級以上）。為了協助教師在教學上可以帶領孩子達到標準，在「Program of study」會敘述老師要教孩子哪些內容，以及可以進行什麼樣的教學活動。此外，「Program of study」教學內容與活動的分項與成就目標的項目相呼應，如此可協助教師掌握如何結合教學與評量。

相較於我國，英國課程給予教師和學校很大的自主性，且相信老師具有專業判斷的能力，由於沒有「課本」的編寫，所以其綱要呈現的方式，在學習方案中會強調老師要教給孩子什麼，最後才敘寫各階段需要達到的「成就目標」，在教學上重視老師如何評量孩子是否達到應達到的成就目標，所以在其綱要中即寫明教師需依據孩子在各方面的表現，作為評量的依據。

（六）附錄、實施與配套

國定課程的網站在評鑑方面、有效教學方面，以及課程研究相關資訊都有許多相關的資料，可以給予老師協助，所以在簡化課程綱要內容下，也提供學校和教師更多彈性的空間。

二、紐西蘭

紐西蘭有關自然科學類的學科包含和科技(Technology)(Ministry of Education in New Zealand, 1993, 1995, 2007a, 2007b)。以下為紐西蘭的重點及特色：

（一）基本理念

紐西蘭課程綱要統一揭示各領域的要點如下：（1）科學領域是什麼？/What is Science about？（2）為什麼要學科學？/Why study Science？（3）科學領域的架構是怎樣？/How is the learning area structured？

紐西蘭的自然科學理念主要有以下兩點：（1）以了解科學的本質（了解科學、

研究科學、用科學溝通、參與和貢獻)為核心,融會貫通於生命世界(生命歷程、生態學、演化)、地球和太空(地球系統、互動系統、天文系統)、物理世界(物理探究和物理概念)、物質世界(物體的性質與變化、化學和社會)等面向的學習;

(2)在「科學的本質」的成就目標中,可看出紐西蘭科學教育對於好奇、觀察、提問、探究、實驗、調查的重視,更進一步探討科學對這個世界造成的影響,同時也要求學生思考如何解決問題,實際付諸行動,讓世界變得更好的可能性,而非僅停留在知識層面的學習。

(二) 形式架構

1. 紐西蘭課程綱要之優點為：

- (1) 課程理念的象徵圖騰—課程鸚鵡螺,象徵智識與精神之成長與突破。
- (2) 以單頁或跨頁編寫內容,加上標題醒目、層次分明,視覺感受清晰,重點一目了然,並且避免冗長文字的線性敘述。
- (3) 善用各類圖表來呈現流程、結構、階層或要點。
- (4) 書末列有詞彙表與相關解釋說明,確保讀者理解其意義內涵。

2. 紐西蘭課程綱要中,「分級成就目標」非常重要,其系統化、簡潔清晰的呈現方式值得我們參考。

- (1) 以表格呈現,並以不同字體、顏色和字級大小粗細等編排方式,讓讀者能一目了然,容易抓到整體輪廓和主軸重點。
- (2) 從階段一到八,都能以同樣的課程主軸來架構學生能力的發展,顯示課程綱要撰寫者對於 Year 1-13 的課程結構內涵和學生重要能力發展有非常周全的思慮,列出該學科真正重要的精神內涵、學生必須習得的關鍵能力,並讓教師看到適合學生的年級層次及能力發展的延續性。
- (3) 為了讓老師參考使用方便,分兩種編排方式:(A) Achievement Objectives by Levels,有利於做跨學習領域的協同規劃與評量;(B) Achievement Objectives by Learning Area,有利於做學生學習進階發展評量。

我國的課綱多為線性敘述或條列式,重點不易突出,讀來亦略嫌雜亂,加上

我國的分段能力指標會出現「前有後無」或「前無後有」的不連續狀況。因此，可以學習英國及紐西蘭，先以圖的方式來呈現課程整體的架構，將有助於閱讀者理解所表達的課程內涵。

（三）內容架構

紐西蘭課程的官方文件主要有課程綱要（The New Zealand Curriculum）和各學習領域的課程聲明書（Curriculum Statement）。可知課程綱要是紐西蘭中小學課程、教學與評鑑之重要（甚至是唯一）依據，因此撰寫時力求周全。

課程聲明書主要是進一步闡明該學習領域的基本教育理念，提供教師如何規劃課程、進行教學和評量學生的例子，示範如何達成各級成就目標、符合課綱的參考手冊，所以課程聲明書的地位與功能比較接近「課程與教學指引」，似乎不能對等於我國各學習領域的課程綱要。

2007 年最新修訂的課程綱要內含學生學習之指引（Directions for Student Learning）和學校課程之指導（Guidance for school）兩大部分。其中在學校課程之指導中對於「有效教學與評量」有進一步的說明，歸納最新的課程教學研究結果，告訴教師如何幫助學生學得最好，同時提出「教學即探究」模式，藉由循環探究歷程，做到因材施教的有效教學。

（四）能力指標敘寫方式

在能力指標的敘寫方式方面，主要標示學生能夠做什麼（認知、情意、技能目標的動詞，如：了解、運用等），並結合學習內容來敘寫，但每項能力指標內容如同英國，僅分為兩個層次，我國的能力指標內容分為四個層次來編碼，則略顯煩雜。

（五）學習評量

紐西蘭課程綱要談及評量（Assessment）的部分有以下四點：

1. 評量的主要目的是：包含「改善學生的學習」，以及「改善教師的教學」等。
2. 有效評量的特徵：包含「使學生受惠」、「讓學生參與」、「支持教和學的目標」、「預先計畫和清楚溝通」、「與目的相符」，以及「有效且公平的」等。

3. 全校性的評量。
4. 國家資格檢定系統 (National Certifications Framework)。

(六) 附錄、實施與配套

在分科課程聲明書中，約三分之二的篇幅，針對各層級的各项成就目標，提供教學情境和學習經驗的範例，以及相對應的各類評量建議，因此如同英國，簡化課程綱要內容來增加學校和教師彈性的空間。

三、美國

因為美國將權力下放至各州政府，雖然有國家級的課程相關文件，各州也會有各自的相關課程文件，不過其影響力均不及相關學會組織所出版的文件，因此在美國的部分，以 Project 2061 所出版的相關科學課程文件和加州官方課程文件為主要分析的內容 (美國科促會 2061 計畫，無日期 a、無日期 b)，以下為美國的重點及特色：

(一) 基本理念

美國各州大致均依據《面向全體美國人的科學》一書做為主要參考。由該書所提出之「科學世界觀」、「科學探究」，及「科學是具冒險精神的事業」等三方面的建議 (AAAS, 1990)，可以看出美國對於未來科學教育發展的理念方向。

(二) 形式架構

美國加州 k-12 公立學校科學內容標準 (Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve) 在形式上非常簡單，先以年級階段為劃分，每個年級階段再以學習主題來描述其年級所應達到的標準。

而 AAAS 所出版的《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)，其包含大約 100 張的圖譜，詳細繪製了《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy) 中提出的所有學習目標。該書的章節安排與《面向全體美國人的科學》和《科學素養的基準》保持一致，每一章均有與《科學素養的基準》相對應章節的圖譜，每幅圖譜之內容包含圖譜所描繪概念的廣泛內容，涉及圖譜的主題、內容、主要

線索，以及在跨四個年級的學習過程中各年級的學習重點，另外還對圖譜中可能引起讀者興趣的方面增加註解的部分，概述了相關的研究及其他資料（美國科促會 2061 計畫，無日期 c）。

透過基準發展圖可看出該主題深度的變化，也更容易理解各個基準概念之間的發展以及關聯性，可見美國在科學的課程上，架構是十分清楚明瞭的，反觀我國，課程綱要主要以文字敘述為主，將不利於閱讀者掌握整體課程的架構。

（三）內容架構

《科學素養的基準》將《面向全體美國人的科學》中的科學素養目標轉化成基礎教育（K-12）的學習目標或基準，成為全美認可的標準。

加州 k-12 公立學校科學內容標準是從幼稚園到 12 年級共分為 10 個部份來呈現各年所需達到的標準，並以學習主題來畫分說明，主題包含物理、化學、生物/生命科學、地球科學，及調查和實驗五類。

美國在科學教育的部分重視實作的層面，任何階段都會將科學探究的調查和實驗精神融入其課程標準之中。因此，美國 Project 2061 所出版之相關文件，不僅是美國各州，我國、中國大陸等國也都以此作為參考依據。

（四）內容標準的敘寫

主要的敘寫方式是以學生「知道」（know）為主。

（五）學習評量

加州的科學課程標準中沒有在評量這方面特別論述，但《面向全體美國人的科學》中則有提出有效地教與學，其中論及學習原則，以及科學、數學和科技的教學。

《科學素養的基準》依據《面向全體美國人的科學》中的三個面向及科學素養目標，將之轉成基礎教育（K-12）的學習目標，並說明每個該階段結束後，學生應該了解和掌握的科學、數學和科技知識。

（六）附錄、實施與配套

美國的科學教育主要是以美國科學促進會（The American Association for the

Advancement of Science, AAAS) 爲主。因此，美國科學促進會所出版的刊物，成爲全美國各州在編寫自然科學領域課程標準的主要參考依據。

四、香港

香港課程發展議會於 2001 年發表課程改革文件：課程發展議會報告書《學會學習－課程發展路向》(課程發展議會，2001a) 及教育統籌委員會教育改革報告書《終身學習·全人發展》(課程發展議會，2001b)，從中訂出香港課程未來的大方向。以下爲香港的重點及特色：

(一) 基本理念

強調課程彈性，從中央到校本課程間尋找一個平衡點，重點在於給學校更多彈性空間。

科學教學以科學探究爲中心，讓學生從中了解有關的科學概念和原理，進而認識科學、科技與社會的相互關係學習經歷的組織應以學生爲中心，從學生已有的知識和生活經驗出發，讓他們在熟悉的情境中探索和學習，建立自己的知識架構和對周遭環境的了解，學生應學習制訂其學習計畫，並掌握自己的學習。初中的科學課程內容分爲核心及延展，也是給校本課程一定的彈性空間，照顧不同學生的興趣和學習進程。(課程發展議會，2002b)。

中央與校本的區隔，核心與延展的規劃，在標準與彈性，穩定與變革的課程理念下，這個作法或許是可以仿效的。中央訂定學生基本學習內涵，留給校本更多的彈性空間。九年一貫課程總綱的架構下是有彈性時間設計，也放入校本課程的做法，但是，領域課程的設計卻未呼應這樣的理念，放入太多的內容(知識、概念、目標)致使彈性時間根本無法落實。

(二) 內容架構

在香港的國小階段課程：自然領域和社會領域合併爲常識科。常識科課程綜合了科學教育，個人、社會及人文教育，以及科技教育的學習。小一及小二學生的學習經驗應從日常生活中取材，並以個人、社會及人文教育爲主，繼續作主題

式教學（課程發展議會，2002b）。由小三開始，學校可因應學生的需要和興趣，選擇設計以個人、社會及人文教育為主，或以科學及科技教育為主的學習單元。另外，學校應提供機會讓學生參與科學探究活動，並建議學生應在第一學習階段及第二學習階段，分別獲得不少於 15 及 20 小時，以科學和科技為主，手腦並用的學習經驗。

在香港的初中階段課程：中一至中三的科學科課程內容包括核心及延展部分。核心部分是科學科課程的基本元素，是為所有學生而設計的；而延展部分則要求比較高，是為有意進一步研習與科學有關的科目的學生而設計的。

為方便計畫及組織科學課程，香港將科學教育的各主要學習元素畫分成以下六個學習範疇：

1. 科學探究：培養學生的科學過程技能、和對科學本質的了解；
2. 生命與生活：培養學生了解與生命世界有關的科學概念和原理；
3. 物料世界：培養學生了解與物料世界有關的科學概念和原理；
4. 能量與變化：培養學生了解有關能量與變化的科學概念和原理；
5. 地球與太空：培養學生了解與地球、太空及宇宙有關的科學概念和原理；
6. 科學、科技與社會：培養學生了解科學、科技與社會的相互關係。

我國九年一貫課程將自然與科技合併為一個領域，國小低年段將社會、自然、藝術與人文領域整合成生活課程。對於教學現場造成很多問題，尤其是在師資的專業無法解決情況下，多是學校、教材編輯、教學均回到分科，讓這幾個領域課程的整合是有名無實。大家對於生活課程也多所質疑，尤其是對藝術與人文領域的整合。再者，僅在第一階段設生活課程，而又有綜合活動課程，彼此的關聯、延續與區隔，確實造成教師很大的困擾。就這些問題，以及香港的經驗，我們應該思考的是生活課程設立的目的是甚麼？對於學生的學習成效比分開三個領域教學的優點在哪？而這樣的整合的哲學理念又是甚麼？在 97 年課程微調後，已把生活課程的功能、目的、哲學理念從新論述。但是，和綜合課程的關係似乎還是有待解決。

香港在多數的課程文件中以圖來呈現，再輔以文字的說明，除閱讀較具親近性外，圖表也更容易讓閱讀者掌握整體的架構，此可做為我國課綱文件未來之參考。

香港將科學課程劃分為六個學習範疇，大致上與我國五個課題：自然界的組成與特性、自然界的作用、演化與延續、生活與環境、永續發展，差異不大，主要在於香港把科學探究也納入範疇內，我國則僅指涉及科學概念。

（三）附錄、實施與配套

在香港官方公告的課程發展文件中，包含了課程發展路向，學校課程發展示例、課程指引、學與教資源，其內容除了指出課程實施大方向外，對於如何實踐這套課程理念，也提供豐富的論述和資源給教師參考。領域課程指引中，詳述師生互動關係，如何從以往指導式過渡到引導式的教學（課程發展議會，2002b）。

同時也提出促進學會學習的四個關鍵項目：德育及公民教育、從閱讀中學習、專題研習、運用資訊科技進行互動學習（課程發展議會，2002b），其中後三項的學習方式，均是針對傳統講述教學需轉變的重要學習方式。其中核心理念是學生的自主性學習，唯有跳脫已往的師生互動模式，自主學習、能力培養成效才會顯著。當然，不是指全部的課程都以這幾種方式的實施，但是多種的學習方式是需要的，尤其是以學生為主的活動方式。

回顧九年一貫課程，其問題不在於課綱的方向，最大的癥結在於師資專業與提供教師教學的配套資源不足，這也是政府責無旁貸的任務，然而，教育部以權力下放縣市政府為由，於民國 86 年起停止臺灣省國民學校教師研習會執行的課程研發計畫。我們認為，這幾年課程改革的紛擾與教育部中斷該課程研發計畫不無關係。欣慰的是教育部經過這幾年的煎熬，終於了解課程的研發不是從 0→1 的跳躍，它是一項動態、持續、整合的工作。儘管在課程改革之際，已經提出多項配套措施，仍須考量多元、多樣的配套，如何做層次上區隔，時間的上安排，多面向的考量。哪些配套措施對教師是一種助力而不是阻力，是一種鼓勵而不是負擔，這需要整體與系統的考量內涵與制度上的配合。

五、中國大陸

中國大陸在初中階段將權力下放給地方學校，學校可以選擇合科或分科，因此初中階段科學領域有兩種課程標準，一為合科的科學，一為分科的物理、化學和物理（中華人民共和國教育部，無日期 a、無日期 b）。以下則為中國大陸的重點及特色：

（一）基本理念

在課程標準中明確指出科學學習要以探究為核心。探究既是科學學習的目標，又是科學學習的方式，親身經歷以探究為主的學習活動是學生學習科學的主要途徑，所以科學課程應向學生提供充分的科學探究機會。

（二）形式架構

在中國大陸的科學課程標準中，說明的項目非常廣泛，主要包含以下章節（以 3-6 年級科學課程標準為例）：

1. 前言：包含「課程性質」、「基本理念」、「設計思路」等。
2. 課程目標：包含「總目標」、「分目標」、「各部份目標的相互關係」等。
3. 內容標準：包含「科學探究」、「情感態度與價值觀」、「生命世界」、「物質世界」、「地球與宇宙」等。
4. 實施建議：包含「學習建議」、「評價建議」、「課程資源的開發與利用」、「教材編寫建議」、「教師隊伍建設建議」、「關於科學教學設備和教室的配置」
5. 附錄

由此顯示中國大陸規範的相當廣泛，課程標準中詳述教材如何編、如何教，顯示對老師教學的不放心。

（三）內容架構

在 3-6 年級和 7-9 年級的科學課程標準中，除了揭示總目標外，其分目標還包括幾個部分，例如 3-6 年級包含「科學探究」、「情感態度與價值觀」、「科學知識」等三個向度，但在 7-9 年級時才將 STS 的概念引入科學課程。

在內容的部分，3-6 年級分為科學探究、情感態度與價值觀、生命世界、物

質世界，以及地球與宇宙等，各部分下再分出細項，每個細項指出其具體的內容標準，並提供活動建議供老師教學時參考。

（四）內容標準的敘寫

雖然 3-6 年級科學課程標準將總目標分成三個向度進行說明(7-9 年級的科學課程標準則將總目標分成「科學探究」、「科學知識與技能」、「科學態度」、「情感與價值觀」，以及「科學、技術與社會的關係」等五個向度)，每個向度之下又提出了分目標，但這絕不意味著在教學過程中各分目標的達成是單獨進行的。

而在敘寫上，方式類似我國的能力指標寫法，但僅是排序的編號，例如在哪個主題下面分為幾項的具體內容標準，主要以行為目標的方式來書寫。

（五）學習評量

科學課程標準中的實施建議中有提及「評價建議」，例如在 3-6 年級中提出「充分明確評價的目的」、「評價內容的全面化」，及「靈活運用評價方法」等建議。

（六）附錄、實施與配套

在科學標準的附錄提供了大量的教學示例，例如 7-9 年級的科學標準中就提供了 15 個案例，涵蓋相當多的議題，不僅說明該案例的目標，還包含說明及評價，甚至案例評析，雖然給予老師相當多的教學案例來參考，但放置於課程標準中，便具有某程度的規範性質，對於老師的教學似乎存在一種不信任感。

六、芬蘭

芬蘭的環境與自然科學課程主要包含「環境和自然研究學」、「生物學」、「地科」、「物理學」、「化學」，以及「健康教育學」，依據學習階段的不同，涵蓋的類科也有所差異（FNBE², 2004），以下為芬蘭的重點及特色：

（一）基本理念

芬蘭的基礎教育國家核心課程中指出在擬定課程時，應由各方面的教師群合作制定，而學生的家長和監護人必須能夠影響課程的教育目標，學生也可以參與

² FNBE，為 Finnish National Board of Education 的簡稱。

課程的制定工作。同時需依據學生需求提供個別輔導，並提出學習的一般支援，顯示芬蘭教育的理念是重視學生的個別差異，並將課程設計的權力下放給學校老師，甚至是學生和家長。

自然科學教育亦是以跨課程主題的方式，融入於學生的學習之中。從自然科學相關學科的目標及核心內容來看，各學科在各階段所陳述的都是很基礎的，但可以看出比較重視學生在「觀察」以及「實作」的部分，希望學生可以自己透過觀察，來歸納出結論，顯示芬蘭在自然科學教育不是只有書面文字的學習，而是透過主動的觀察或調查後，自己可以獲得相關的概念知識。

（二）形式架構

芬蘭的自然類核心課程在形式架構上，分為以下三點來進行說明：

1. 芬蘭自然科學類課程綱要在形式架構方面，每階段的呈現方式一致，在列出目標後會提供該階段的核心內容，接著又提出該如何評量學生是否有達到目標。
2. 自然科學類課程沒有像語文類學科那樣各階段的目標、核心內容、評量都緊密的呼應，核心內容和評量所區分的類別則沒有完全一致。
3. 以分點的方式來呈現，在閱讀上比較清晰明瞭，列出的項目及內容不會很多而且文句不長，所以不會有繁雜的感覺。

（三）內容架構

自然相關課程包含 6 種學科，並依不同學科有不同的學習階段劃分，每階段都包含「目標」、「核心內容」，及「在該年級結束時學習績效的描述（對 8 年級學生期末評量標準）」等三個部分。

相較於其他國家，芬蘭的採取精簡的方式，羅列出大概念的方向，是站在相信教師可以用其專業自主的角度來思考課程文件的內涵，反觀我國將科學素養分為八類，實有整併的必要，而附錄的教材內容細目亦過於繁雜，將造成教師的負擔。

(四) 能力指標敘寫方式

在能力指標的敘寫方面，分為以下三點來說明：

1. 在架構方面是很清楚一致的，內容的陳述也簡潔扼要，在目標方面除了 5-6 年級「化學和物理」是用「The pupils will learn to」為開頭外，其他均用「The pupils will」為開頭，接著用條列的方式來說明學生應該達到的目標。
2. 核心內容的部分是區分數個類別大項，每項下面再以條列方式說明，例如 7-9 年級「生物」核心內容之一是「Life and evolution」，其中一點為「structure and activity of the cell」，也是用簡單明瞭的語句來陳述。
3. 學習績效的陳述也是會區分幾個大類別後，再以條列的方式陳述「The pupils will」，區分的類別項目方向近似核心內容，但沒有完全對照呼應，老師可以依據這些陳述來評量學生有無達到目標。

(五) 學習評量

芬蘭的基礎教育國家核心課程中，有專門章節敘述評量的部分，而在自然科學類中，每個學科在各階級後，也有提供評量的敘述，讓老師從某些行為來判斷學生是否有達到該階段的目標，其特色有下列四點：

1. 在 1-4 年級期間，有關環境和自然的課程合併成一個模組課程評量。在 5-6 年級期間，生物學和地理學合併成一個模組課程評量，物理學和化學也是合併成一個模組課程評量。在 7-9 年級期間，生物學、地理學、物理學、化學和健康教育各科則是分別進行評量。
2. 各階段均有提供「在該年級結束時學習績效的描述（對 8 年級學生期末評量標準）」，大部分都有區分幾個類別，然後列點描述「The pupils will」，教師可以依據這些描述來評量學生有無達到目標，所區分的類別和核心內容相近但沒有完全呼應。
3. 目標沒有區分類別，而是直接用列點的方式呈現，核心內容和評量描述則有先區分幾個類別後再分別列點陳述，兩者之間所區分的類別並不一致，在化學的「8 年級學生期末評量標準」則無再區分類別，直接以列點方式陳述。

4. 內容主要是以簡要的文字來描述，讓老師可以從所提供的行為描述來評量學生有無達到該目標。

(六) 附錄、實施與配套

芬蘭並沒有針對自然科學類課程有進一步的補充說明，相較於我國除了前面的能力指標敘述外，另外於附錄呈現教材內容細目，而導致附錄比能力指標更受到編輯教科書者參考的情形。

肆、結論與建議

一、結論

(一) 我國中小學自然科學課程的主要沿革與問題

1. 我國自然科學課程的主要沿革

「做中學」的概念一直是我國自然科學教育的重要理念之一，而自然科學課程的學習不能只有知識的傳授，其包含的內容也越來越廣，像 82 年的「自然」課程即明確的加入「人與環境」需合諧共存的議題，而非僅是學習物理、化學等學科的基本概念。92 年所推行「自然與生活科技學習領域」更是一大變革，從課程標準變成課程綱要的形式，所包含的內容更強調學生生活經驗的學習，因此也衍生出學校本位課程，同時也重視探究式的學習、帶著走的能力以及統整課程等，讓自然科學的學習不僅只有單一領域的學習，而是應與其他領域中相關的知識概念一同學習。

2. 目前中小學自然科學課程實施的問題

雖然我國自然科學課程隨著時代而有所更新，但在新課程推動之後，相關配套措施卻一直無法彰顯，甚至無相關配套措施，諸如師資問題、教學資源（如實驗室等硬體設備）、教材的編選等，而面對這一波新的課程改革，教師是否可以真的瞭解新課程所要帶給學生的真正精神？這些都是值得注意的，而扮演教師教學轉化過程最重要的課程綱要，其內容是否真的是教師可接受的，不管是在內容架構、形式架構等方面，都是需要進一步探討的問題。

(二) 各主要國家中小學自然科學類課程內涵

以下針對各主要國家及地區近期自然類課程內涵的分析，整合出六個討論議題，並從中分析歸納以下結論：

1. 基本理念

多元、彈性、變動是九年一貫課程改革的重要理念之一，爲了照顧不同社群間文化的差異性，強調因地制宜，下放課程決定權力到地方學校，成爲主流聲音，在這樣的主流價值下，強調教師專業自主以及學校本位課程，就成爲這次課程實施重要的理念，這樣的理念在各國課程綱要的文件中都可看到。但是，是否真的落實了教師專業自主，課程綱要的書寫如何彰顯這樣的核心理念是否真的存在？這除了考驗課程綱要書寫的功力外，也在考驗課程綱要制定委員想法裡，是否真的相信教師專業自主。

以香港的科學課程指引爲例，爲了顧及學生學習進度差異性，定下核心基礎課程和研展課程，讓教師可彈性選取，也強調教師可以改變學習內容的組織，但是，我們需要再檢視的是，上了基礎課程後，教師是否還有餘力，處理所謂的「延展課程」，在時間及空間上是否允許。再者，指引中要求教師必須以不同方法進行，例如：口頭提問、觀察學生表現、專題研習、實驗評估和筆試等進行評估學生學習，而且要持續性的評估，才可爲教師提供回饋，以計畫每天的教學。這樣的要求當然呼應多元評量的理論，然而需要反省的是，教師的負荷量是否可以處理這樣的評量結果，評量後的分析和診斷才是重點，也更需要時間和專業。而這些思考是否在課程綱要的內文已系統思考過，抑或交由學校自主處理？在規範與教師專業自主選擇、在彈性與標準間，是否目前依社會文化脈絡，可以找到制定的平衡點？我國自然與科技學習領域的課程綱要，將教材內容細目放置於附錄，原本也是要保有彈性，但最後它成爲教材編輯者的主要參考依據，這是否也反映我們的平衡點還沒找到？

2. 形式架構

在自然類課程的官方文件中，在形式架構上較具特色的爲英國、紐西蘭及

美國。英國與紐西蘭的共通特色是以圖的方式來呈現其整體的架構，同時內容的文字表達言簡意賅，可以讓閱讀者更易於理解所表達的內涵。每個能力階段的各項能力指標內容，可在一個 A4 頁面完整呈現，對於閱讀理解很有助益。美國則是將科學素養的部分以進展圖的方式呈現，讓教師可以掌握各科學素養與各學習階段之間關聯性。我國課綱以文字描述為主，缺少圖與表的呈現方式，而圖表的呈現有助益於掌握整體架構。

3. 內容架構

各國自然類課程的內容，多半以科學探究為核心精神，所包含的範圍大致涵蓋物理、化學、生物、地球科學等，同時會強調實驗與調查研究 (investigation) 的重要性，例如美國、芬蘭、紐西蘭及英國等均有在其課程文件中加入實驗與調查研究的部分。儘管各國多以探究為核心理念，但是科學概念內容的取捨，哪些概念內容要放入課程綱要文本中，各國則有所不同。其中芬蘭採最精簡方式，僅列出大概念方向，並定下學生學習成就目標作為評量目標與方向。就這點而言，芬蘭似乎採相信教師能專業自主的方向來思考課程綱要文本的呈現方式。美國 2061 計畫相關文件，儘管他不是州政府的課程綱要文件，但是全美各州、我國、大陸在制定自然領域課程時，也都參考它。尤其是它的概念發展藍圖 (atlas) 和學習成就標準 (benchmark) 文件完整詳細。我國把科學素養分成八項，焦點團體討論意見大多認為應該減併。而放於附錄的教材內容細目，也多數認為過於細碎，致使教師參考意願不高。

4. 能力指標的敘寫方式

在能力指標的敘寫方面，歐美國家多用簡短的文句來呈現，紐西蘭更用表格的方式來呈現各學習階段的核心概念；我國和中國大陸採用編碼的方式。

在各國課綱分析中，大多強調培養學生的能力，僅是如何界定國民教育階段學生應培養得到甚麼能力，各國則有些分歧。當然也有其共同部分，例如解決問題能力，創造批判能力等。至於自然科學教育領域如何關聯與轉換這些共同能力，各國處理方式也不同。我國以八項科學素養為主軸轉化十項基本能

力，八項科學素養（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，以及設計與製作）以下再細分到年段能力指標。以過程技能的觀察能力在第一階段為例：

1.過程技能

第一階段（一、二年級）觀察

1-1-1-1 運用五官觀察物體的特徵(如顏色、敲擊聲、氣味、輕重...)

1-1-1-2 察覺物體有些屬性會因某些變因改變而發生變化（如溫度升高時冰會熔化）

其內容有四個編碼：過程技能、第一年段、觀察、內容序號。這樣的處理方式過於細碎繁瑣，不含年段分項，每項能力指標內容有三個層次。以紐西蘭和英國為例，每項能力指標內容僅兩個層次。再者，其形式架構，以能力階段（對應於我國的年段分項）作為分類的第一項，每個能力階段的全部能力指標內容，可在一個 A4 的頁面完整呈現，在考量閱讀理解與親近性方面，這樣的架構值得參考。

5. 學習評量

在評量的部分，芬蘭和美國在每個學習階段會提出對於學習績效的描述；英國於每個階段訂定學生的學習成就標準；香港則採取由中央訂下核心課程與延展課程提供學校教師參考；紐西蘭提出對於評量概念的描述，中國大陸則提出評價的建議。這些國家在課綱中均重視多元評量與多樣化評量方式，也強調教師自主。香港進一步規範教師需要以多樣方式來定期實施評量，藉以持續瞭解、追蹤學生學習狀況。我國在課綱中也重視多元評量方式，並強調教學與評量的相輔相成，所以特別重視診斷、引導學習的評量功能。然而，一般教師評量的專業較不足，難以掌握多樣方式與多元目標的評量內涵，而且評量後的分析也考驗著教師的負擔與專業。在目前重視升學與成績的社會文化背景下，導致多元與多樣化的評量成為空談。

再者，教師團體焦點討論提出建議要廢除成績以打分數的方式來呈現，改

用學習評語代替，以呼應學生為主的評量理念。但是這個建議在教育行政團體討論時，多數意見認為不可行，由於來自家長的壓力（對成績的重視）會迫使校長、教育局（處）退縮，屆時採用評語代替成績分數的教師將面臨無比的壓力。

因此，是否規範教師必須採用多元、多樣的評量方式，或是開放給教師完全的自主空間，這之間的平衡點，必須有相關的配套，以及系統思考整體的問題，包含升學制度、社會多元價值、教師專業、優質評量方式與試題研發（評量教學資源）等。

6. 附錄與實施配套

強調校本彈性課程與教師專業自主，是這波推動課程改革，各國共同的理念和作法，然而課綱本身就隱含有規範、標準的意義，如何在標準與彈性之間取得平衡，除了課綱內文強調發展校本課程的重要性與必要性外，以附錄的方式淡化規範的內涵，香港則以中央核心課程和延展課程的方式處理，紐西蘭、英國則以簡化內容，保留更多空間給學校。我國自然與生活科技學習領域課綱，則以附錄的方式處理，以能力指標作為規範，將教材細目至於附錄，亦即，教材內容放給地方學校彈性取材因地制宜。並且教學時數設計彈性時間，給學校更多課程自主調整空間。這樣的理想並未實踐，教科書編輯幾乎以附錄作為編輯架構，而在相關配討措施，教學參考資源不足情況下，教科書成為教師主要或甚至是唯一的教學參考。教師過於依賴教科書與教師專業素養是顯見的問題，但是，課程制定之初，未能系統思考相關配套措施與資源的研發，也是造成教師過度依賴教科書的原因之一。

再者，焦點團體的意見也同時反映教學資源不足，造成課綱理想到教學實踐之間的落差。以評量為例，教師團體提出：這次課程主軸為能力的教學，但是能力怎麼評量，大部分的教師所知甚少，至於試題設計能力更是缺乏的素養，而參與的評量研習，學者談的內容也大多偏向理論。對於教師教學，最重要的是要有參考資源，把各種能力評量試題置放於網站，提供教師參考、模仿設計，

對教師的幫助才會大。除了，評量教學資源缺少外，教學的參考資源也似不足，研發相關配套教學資源，應是下一波課程修訂重要考量之一。例如英國在 2007 年中學課綱修訂，朝向簡化課綱規範，而將大量相關的教學資源放置於網路供教師參考。

從理想課程到實踐課程，原本就會存在落差，如何讓這個落差縮小，相關配套措施的制定與教學資源研發是關鍵。如上一點結論所述；營造社會多元價值、修訂升學制度、培養教師專業、建立課程實施的評鑑與回饋機制、研發教學資源與評量試題等，我們需要系統思考這些因素之間彼此的關聯和互動，而不是等到缺甚麼再急就章處理。

二、建議

從上述結論，針對未來我國自然科學類課程綱要之發展提出以下建議：

(一) 簡化內容與指標型式，搭配圖與表的呈現，藉以提升課綱的可讀性

焦點團體討論提出臺灣的教師很少看課綱，只有在參加教案設計比賽才會翻閱。進行教學時，教師比較依賴教科書，儘管這樣問題涉及教師專業素養與態度因素，但是課綱的內容與敘寫方式也是造成教師不翻閱的重要因素。課程綱要其目的為何？是提供教師教學參考，同時指導教師如何教學。它既是規範也是指引、又是教學資源。建議課綱朝向內容簡化、指標的簡化、搭配圖與表的呈現、不單是規範也是引導教師學習，是課程標準也是教學資源等方向設計。再者，課綱文本設定閱讀對象是教師。

圖的呈現可以幫助閱讀者快速掌握整體的架構，目前我國課綱文本缺乏圖表呈現方式，大都是文字敘述，讓讀者感覺得冗長而不易抓到重點，建議可以運用紐西蘭課程綱要的方式，開宗明義即以圖來展示整體的架構。

在能力指標方面，我國的敘寫方式包含太多層次，加上沒有圖表的說明，讓閱讀者更難掌握。建議簡化能力指標，以圖表呈現能力發展與層次彼此關連，裨益閱讀者掌握整體架構。可參考學習美國 2061 課程的概念進展圖

(atlas)、紐西蘭的關鍵能力、英國的學習成就目標等呈現方式，並加強能力指標之間的連結及系統性。將每個學習階段的各個學習能力重點完整呈現出來，同時簡化能力指標的呈現方式，讓課程綱要更易於閱讀及具親近性。

(二) 在彈性與標準間、規範與自主之間尋找平衡點，建立清楚的規範、充分的支援與信任

九年一貫強調彈性的課程設計，主張學校本位課程設計，並提升教師的專業自主能力，可惜目前我國自然與生活科技學習領域的課程綱要，顯然並未達到如此的核心理念，原本在附錄中應具彈性的教材內容細目，卻成為教科書編輯者主要的參考依據，儼然成爲一種規範的內容。建議簡化教細目或者刪除附錄。再者加強相關配套資源，作為教師參考以達校本課程與教師自主的彈性選材理念，讓彈性與標準、規範與自主的平衡點更清楚。

當簡化課綱內容，少了更多的規範，意味著學校與教師有更多的選擇空間，那麼教師專業需隨之因應提升。再者，政策制定也必須相信教師，這包含專業與自主的信任，例如，成績的評量。

(三) 提升教師專業素質

對於自然與生活科技學習領域的教師專業問題，於師資培訓時應以加強國小教師學科專業知能和國中教師的教學專業(CK、PCK)爲目標，無論是在師資培育的過程中，或是任教後的在職訓練，均應提供相關的課程，因此，無論是在師資培育、教材資源或是教科書方面，政府均須著力於開發相關的教學資源或示例教材，並發展以核心概念爲主軸的教材或教學資源參考資料，讓老師可以隨時補充及參考相關的專業知識。另外，也可以採取第二專長的方式來甄選教師，以確保師資的專業素質。

以兩個管道同時並行藉以提升在職教師專業素養：**【固底型】**成立以學校爲本位的教師進修社群，可與研究學者結合的方式實施。**【拔尖型】**研究院建置課程研發互動平台，作為學界與教師相互激盪的平台。藉由課程研發培養優質的種子教師。

(四) 簡併科學素養的項目

我國自然與科技學習領域將科學概念發展成八項科學素養，然而這樣的內容，焦點團體指出應該要進行減併的工作。同時，在科技的部分，應具生活經驗連結，並加強操作、設計和科學理論之間的應用，以提升學生的學習興趣和效果。建議下一次課綱修訂朝向分為兩個領域方式處理，但同時強化科學與科技彼此關聯。再者，必須要簡併科學素養內容項目，強化教學實施歷程科學素養彼此間的關聯與結合。

(五) 多元評量與配套的實行政策

多元、彈性、變動是這次課改的重要理念，為保有課程實施的彈性，教師的專業自主以及校本課程成為這次課程改革的主流聲音，但是在課程與教學開放多元與權力由中央下放的同時，如何保有學生學習品質？應該透過甚麼機制評量學習成效和評鑑教學品質？在多元與標準之間，在彈性變動與穩定之間、在信任尊重教師專業與教師評鑑之間，如何尋找平衡點？這是課綱制訂配套措施時重要的思考。

建議在課綱中規範教師實施多元評量，但是需要同時制定相關措施與研發試題參考資源。例如，法定教師自主採用評量的方式、落實多元入學管道、提升教師社會地位、發展教師專業評鑑機制、制定學生學習成就標準、發展多元評量試題、宣導多元能力的社會價值觀等都是在實施多元評量時，需要思考的套措施。

(六) 發展配套教學與評量資源，建立完整的支援、支持與評鑑系統（RSES，Resource, Support & Evaluate System）

焦點團體指出九年一貫課程實施時希望可以將權力下放，朝向校本課程與教師專業自主發展，藉以實踐能力為本的課程理想，但是在缺乏相關資源情況下，這個理念無以落實，甚至招致反彈質疑。從概念為主到能力為主，從中央規範到因地制宜，在此過度期間，需要政府投入人力、經費與時間研發各種教學與評量資源，以各種方式提供教師參考。再者，從中央、地方到學校，行政

P158 國民中小學各類課程內涵與取向研析

系統如何提供教師支持與支援，這些要全面性與系統性的思考，它需要有組織、人力、政策、資源與實施等面向完整的思考。

參考文獻

一、中文部分

- 中華人民共和國教育部（無日期 a）。科學課程標準（3-6 年級）。2009 年 6 月 2 日，取自 <http://www.being.org.cn/ncs/>。
- 中華人民共和國教育部（無日期 b）。科學課程標準（7-9 年級）。2009 年 6 月 2 日，取自 <http://www.being.org.cn/ncs/>。
- 王美芬、熊召弟（2005）。國小階段自然與生活科技教材教法。臺北：心理。
- 全中平、楊龍立、許春峰、杜明進（1998）。我國國民中小學自然科學課程理念與架構之基礎研究。臺北師院學報，11，頁 349-392。
- 全中平、楊龍立、許春峰、杜明進、蘇宏仁、陳佩正（1995）。二十一世紀我國國民小學自然科學課程理念與架構之基礎研究（I）。行政院國家科學委員會研究報告，計畫編號：NSC85-2511-S152-001），未出版。
- 林玉祥（2005）。高雄市國民小學自然與生活科技領域教師教學困擾之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版。
- 邱曉貞、連啓瑞、連怡斌（2003）。九年一貫較材內容之重新建構—自然與生活與生活科技領域中年級部分，科學教育學刊，11（4），431-455。
- 美國科促會 2061 計畫（無日期 a）。2009 年 12 月 15 日，引自 <http://210.14.113.18/gate/big5/2061.cast.org.cn/n11115958/n11117730/n11153356/11158870.html>
- 美國科促會 2061 計畫（無日期 b）。2009 年 12 月 15 日，引自 <http://210.14.113.18/gate/big5/2061.cast.org.cn/n11115958/n11117730/n11153294/11168476.html>
- 美國科促會 2061 計畫（無日期 c）。2009 年 12 月 15 日，引自 <http://210.14.113.18/gate/big5/2061.cast.org.cn/n11115958/n11117730/n11153279/>

[11156870.html](#)

教育部（1975）。國民小學課程標準。臺北：正中書局。

教育部（1993）。國民小學課程標準。臺北：教育部。

教育部（2003a）。國民中小學九年一貫課程綱要生活課程。臺北：教育部。

教育部（2003b）。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：教育部。

郭重吉（1990）。學生科學知識結構的評估與描述。彰化師範大學學報，1，頁279-320。

楊龍立（2002）。中西科學教育發展簡史。臺北：文景。

臺灣省國民學校教師研習會（1994）。國民小學自然科新課程概說。臺北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

課程發展議會（2001a）。學會學習：終身學習・全人發展。香港：作者。

課程發展議會（2001b）。學會學習——課程發展路向。香港：作者。

課程發展議會（2002a）。科學教育學習領域課程指引（小一至中三）。2009年5月11日，取自：<http://www.edb.gov.hk/index.aspx?langno=2&nodeID=2879>。

課程發展議會（2002b）。小學常識科課程指引。2009年5月11日，取自：<http://www.edb.gov.hk/index.aspx?langno=2&nodeID=2879>。

魏明通（2002）。科學教育。臺北：五南。

二、英文部分

AAAS(1990). *Science For All Americans*. New York: Oxford University Press.

FNBE (2004). *National core curriculum for basic education 2004*. Helsinki: FNBE.

Ministry of Education , New Zealand (1993). *Science in the New Zealand Curriculum*.

Retrieved May, 7, 2009, Retrieved from:

<http://www.minedu.govt.nz/NZEducation/EducationPolicies/Schools/CurriculumAndNCEA/NationalCurriculum/Science.aspx>

Ministry of Education , New Zealand (1995). *Technology in the New Zealand*

Curriculum. May, 7, 2009, Retrieved from:

<http://www.minedu.govt.nz/educationSectors/Schools/CurriculumAndNCEA/NationalCurriculum/Technology.aspx>

Ministry of Education, New Zealand (2007a). *The New Zealand Curriculum*. May, 7, 2009, Retrieved from: <http://nzcurriculum.tki.org.nz/>

Ministry of education in New Zealand(2007b). *Years and Curriculum Levels*. May, 7, 2009, Retrieved from:

<http://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/868/6086/file/Charts1.pdf>.

National Science Education Standards, (1996). USA: National Academy Press. NSTA.

(1975). NSTA position statement on school science education for the 70's. In E.

Victor, & M. Letner (Ed.). *Reading in Science education for the elementary school* (pp.36-43). NY: Macmillan Publishing Co, Inc.

QCA(2004a). *Design and technology-The National Curriculum for England*. 2009, May, 7, Retrieved from: <http://curriculum.qca.org.uk/>

QCA(2004b). *Scien-The National Curriculum for England*. May, 28, 2009, Retrieved from: <http://curriculum.qca.org.uk/>