

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——某種生物突然減少、全球暖化現象等，這些議題是否要強化納入科學課程中？在世界地球村的時代，台灣無法置身事外，石油危機、美國經濟衰退引發金融海嘯，讓以出口為導向的台灣產業也進入寒冬，DRAM、面板產業面臨倒閉的危機，衝擊著台灣的資源狀態與產業結構，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，也需要思考台灣現況以及未來的發展趨勢。

台灣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，台灣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(TIMSS 1999、2003、2007 均有類似結果)，PISA2006、PIRLS2006 結果顯示台灣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？

九年一貫課程由原本的分科教學，重新規劃為「學習領域」的教學，「自然與生活科技學習領域」合併自然科學學科(包含物理、化學、生物、地球科學)和生活科技，這個做法引發學界間極大爭議，也造成現場教師的困惑。再者，各領域間以及各年級的教學時數「等量化分」(10-15%)，也是一個急待探討的議題。

教育部自民國 97 年開始啟動「中小學課程發展之相關基礎性研究」總計畫，其中包含兩個區塊研究，一為「課程檢視與後設研究彙整」，一為「課程發展趨勢、機制及轉化」。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。本計畫連延續該計畫，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，對於我國課程綱要的內涵提出修訂方向與意見。在中小學之實施情況，學生學習之成效，及其所遭遇的問題，以及主要國家或區域中小學自然科學類課程的設計、重要內涵、教學及評量情況等相關之研究成果，皆散見於國內外各文獻資料中，並未作完整的整理與分析，這也是有需要進行本研究的一個主要原因。

本研究為國家未來課程綱要修訂之重要基礎性研究，使我國之課程發展朝向長期性、系統性與研究性的目標邁進，未來可在此研究基礎上，進行下一輪課程綱要之研擬與相關配套文件、資源開發，此為本研究之背景。

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：以台灣的九年一貫課程「自然與生活科技學習領域課程綱要」為分析之參考基礎。英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等國或區之官方公布相關課程文件為主要分析的文本內容。
- (二)中小學：各國中小學學制或有不同，本研究以台灣的國民中小學國民教育階段（9年）和普通高中（3年）為參考基準。考量人力與時間因素，本年度分析內容聚焦在國民中小學。
- (三)自然科學類課程：以台灣的九年一貫課程「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，包含物理、化學、地科、地理、生物等學科。

三、研究目的

本研究將分析各國自然科學課程，進而探討台灣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、研究架構

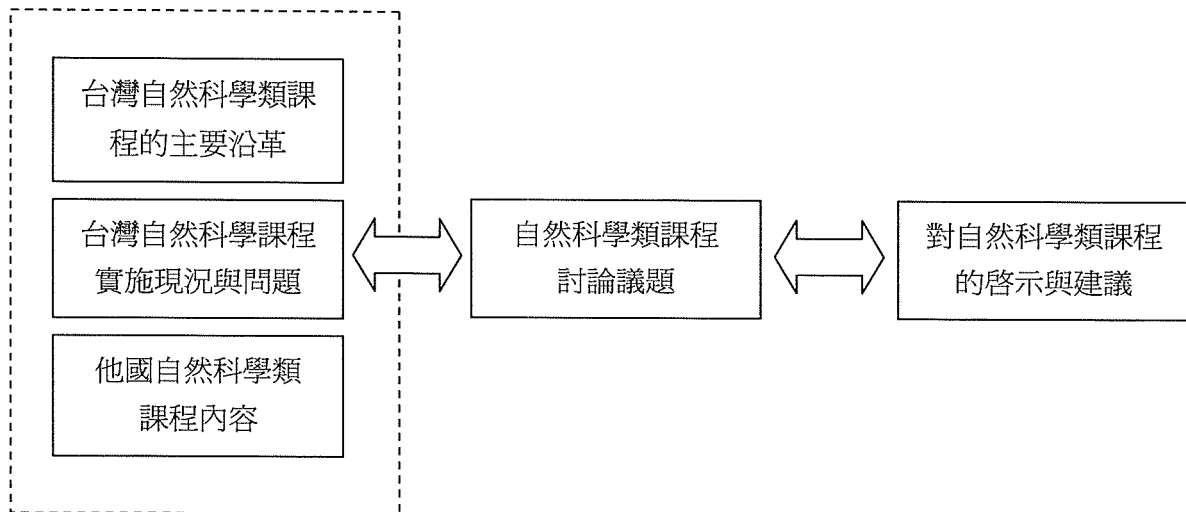


圖 1 研究架構圖

本研究架構(見圖一)主要包含以下內涵：

(一)在台灣的部分，以目前實施之「自然與生活科技學習領域課程綱要」為主，並以過去 64 年、82，以及 92 年所公布之自然科學類課程標準、綱要為輔，從這三次較大的課程改革中來探討臺灣自然科學類課程的演變概況，並了解目前臺灣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，而每個國家的課綱必然有不同的表述，但是內涵差異不大，閱讀分析重點在於看出其特色，作為參考，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:研究小組先針對個別國家課綱內容，描述其特點，從小組的描述找到共同的内容，最後發展出六項討論議題，包含「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，並以這些議題為主軸，來進行焦點團體座談會，以及臺灣與各國間的分析探討架構。

(四)依據所分析之結果，提出對日後臺灣自然科學類課程的啟示與建議。

五、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

本研究的研究方法採文件與文獻分析法，以各國自然科學類之官方課程文件為主要分析對象，以便獲得第一手資料及相關文獻，準確了解並研析各國近年來有關自然科學類課程的重要內涵，針對未來我國相關課程綱要之研擬，提出具有參考價值的建議。本研究所參考的文件及文獻包含以下各類：

- 1.台灣中小學相關自然科學課程標準及課程綱要。
- 2.英國、紐西蘭、美國、香港、中國大陸和芬蘭等相關自然科學類課程綱要或標準。
- 3.各國自然科學類課程相關的官方（含網站）資料、報告、出版品等。
- 4.「中小學課程發展之相關基礎性研究」與本研究主題相關的研究（如區塊一整合型一「現行中小學課程綱要實施評鑑及相關研究後設分析」、區塊二整合型一「各國近期中小學課程取向與內涵的比較研析」，以及整合型二「中小學課程相關之課程、教學、認知發展等哲學基礎與理論趨向」等相關研究）。

(二)焦點座談

本子計畫將對象分為教師、教育行政、專家學者等三組分別進行(會議資料請參閱附錄 1)：

1.教師組：於 98 年 11 月召開一場教師組焦點團體座談會，參與成員以自然與生活科技學習領域教學工作的現職教師為主要邀請對象，亦包括輔導團成員，希望從現場教師的立場，來瞭解「教師組」的看法與意見。

2.教育行政組：於 98 年 11 月召開一場教育行政組焦點團體座談會，邀請對象以全省各縣市教育處(局)長為主，希望透過焦點座談會議，可以蒐集到從「教育行政」的立場，會如何看待自然科學類課程，而又會提出什麼意見的資料，以擴增本研究的視野角度。

3.專家學者組：於 98 年 11 月召開一場專家學者組焦點團體座談會，以邀請國內熟悉自然科學課程的專家學者為主，包含各大專院校、師範體系之自然科學類科系之專家學者，並儘可能地邀請各種學科之學者專家參與，讓本研究可以更加周詳。

在各場焦點團體座談會議中，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(討論大綱請參閱附錄 2)，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。

在資料整理方面，把三場焦點團體座談會議之內容轉成文字轉譯稿後，從轉譯稿摘錄出會議重點，接著進行分析與分類的工作，並且依座談會議的時間及團體別分別將每位出席人員編碼，編碼原則如下：

1. 前四碼：會議時間之月份及日期。
2. 第五碼：團體別(教師組-1；專家學者組-2；教育行政組-3)。
3. 後兩碼：參與人員流水編號。

例：編碼「1115-1-01」表示是參加 11 月 15 日教師組的 A 教師；編碼「1115-1-02」表示是參加 11 月 15 日教師組的 B 教師，依此類推。

六、研究流程

本研究流程如圖 2：

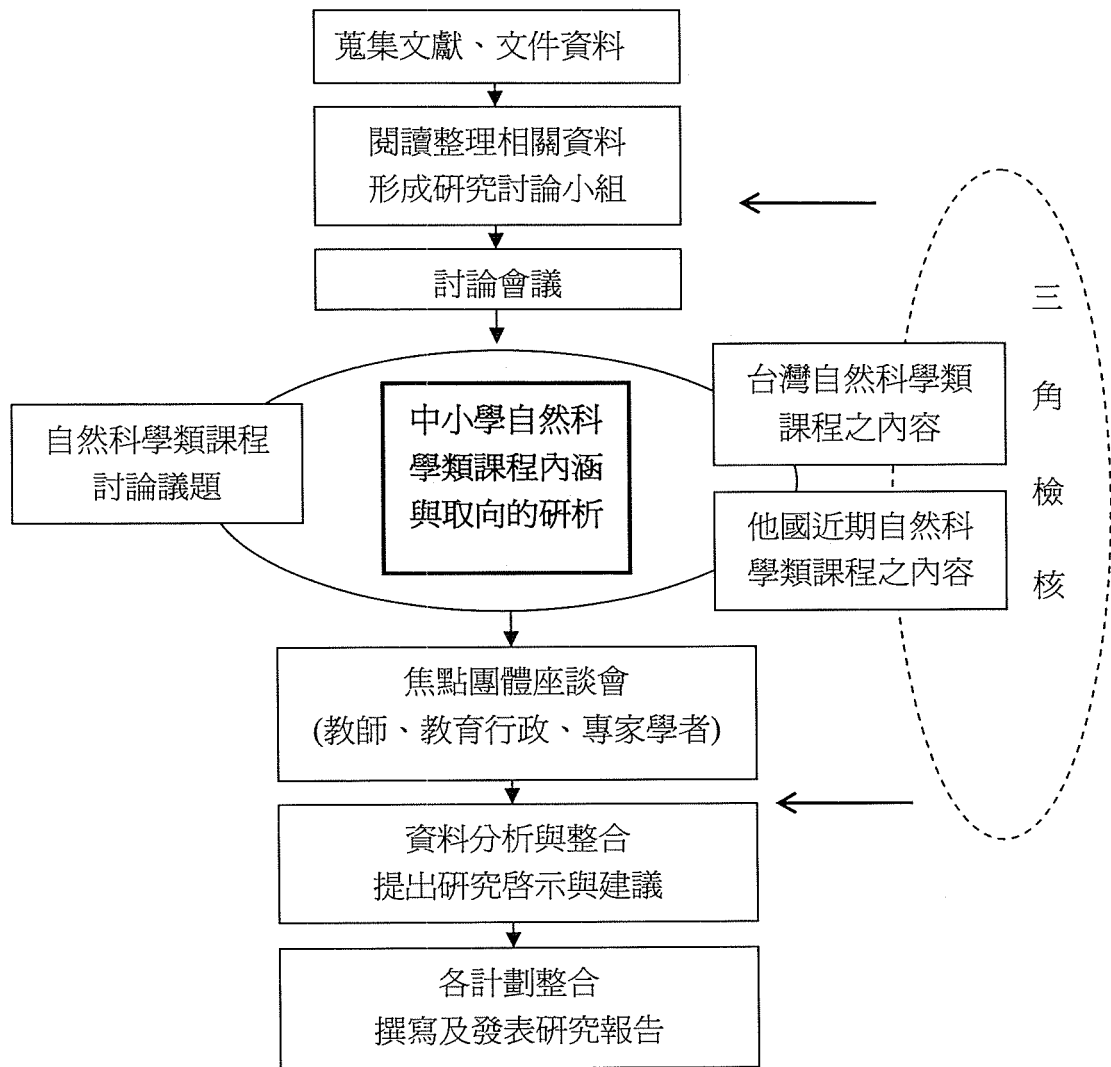


圖 2 研究流程圖

貳、台灣自然科學類課程的發展沿革與演變

台灣自然科學類的課程內容曾多次進行修訂，本研究則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，以下則針對此三份課程文件進行分析說明。

一、民國 64 年課程標準之自然科學類學科課程內涵

民國 64 年所修訂的課程標準，無論在教材或教法方面，均有重大的改變。在民國 60 年前，臺灣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)。因此，學生從過去以「聽課」為主的學習，進而進入了「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)。而課程名稱亦從「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)

在課程結構方面，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、連啟瑞、連怡斌, 2003)。

鍾聖校則歸納出此課程標準具有五點特色(鍾聖校, 1999)：

- (一)名稱由「自然」改為「自然科學」，並從一年級到六年級採用一貫的教學。
- (二)以學生的科學活動為中心，期能透過「做」來學習。
- (三)在科學活動中注意到科學概念的發展，並培養科學態度。
- (四)增加教學時間，使學生能充分從事科學活動。
- (五)加強學習行為目標與實作測驗。

民國 64 年課程標準自然科學類學科課程內涵請參閱附錄 3(教育部, 1975)。

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、連啟瑞、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)。

鍾聖校則歸納出此課程標準具有七點特色(鍾聖校，1999)：

- (一)加強有關環境保育、科技與社會概念的認知。
- (二)以物質科學、生命科學與地球科學的實質概念，來取代以往具有整合性質的概念，但並沒有述明內容的交互作用概念。
- (三)運用鄉土概念來實踐「接近自然、察覺體驗自然環境對人的重要性」的要求。
- (四)強調珍惜自然的意義。
- (五)強調全民參與環境保育，以及健全資源利用的社會責任。
- (六)重視促進人與自然環境之間的協調關係。
- (七)期能透過科學素養的培養，促進民主社會的運作。

民國 82 年課程標準自然科學類學科課程內涵請參閱附錄 4(教育部，1993)。

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。依據「國民中小學九年一貫課程總綱」及「自然與生活科技課程綱要」的研討及分析，可以歸納出本學習領域課程具有以下幾項特質(邱美虹，2000；陳文典，2003)：

- (一)適性化的教材、教學及評量設計。
- (二)教材應以生活經驗為重心，教學時應掌握統整的精神。
- (三)教學活動模式要以學生為學習主體來考量。
- (四)從事科學性的探討活動。
- (五)建構學校本位課程。
- (六)教學與評量是並行的進行、相互援引的。
- (七)評量要用來激勵學生學習、指引學習重點、發掘學生才能、改進教學策略。
- (八)評量內容兼顧各項(多元)分段能力指標，且評量方式不限於一(多樣)。

(九)評量及教學活動是用以培養學生的自信心及責任感的。

(十)評量及教學活動的方式要能促進學生能與人合作及分享的能力。

民國92年課程綱要自然科學類學科課程內涵請參閱附錄5(教育部，2003a、2003b)。

歸納各階段的教材，在自然科教材的分類上，82年分為「物質與能」、「生命現象」，以及「地球環境」等三個部分，而九年一貫課程則是區分為「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」以及「永續發展」等五個部分，從中可以了解到自然科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。雖然許多的教材內容上並沒有太大的差異，可是卻從過去注重科學概念的獲得，轉而強調從教學過程中所獲得的科學素養(邱曉貞、連啟瑞、連怡斌，2003)。

四、科學教材發展之精神

科學課程教材之發展，其精神大致有六點(全中平等，1998)：

(一)科學素養的培育

美國科學教師協會(The National Science Teachers Association, NSTA)於1971發表了學校科學教育的主張，指出中小學科學教育的目的在於培養學生的科學素養，而此觀念也引進國內，並進而融入了國民中小學的科學教育課程目標之中。依據NSTA的解釋，科學素養包含學習如何學習、學習如何解決問題、學習如何獲取新知、運用合理的過程、發展基本技巧的能力、發展心智及職業的能力、於新經驗中能探索價值、理解概念和通則、學習在生物圈中和諧生存等(NSTA，1975)。因此，科學教育的內容，也將不再只是科學知識概念、科學方法與技能，以及科學精神與態度等，增加了培養公民任務、著重科學與價值的關聯，以及技學(technology)的影響等內容。

(二)科學教育的全民化

傳統的科學教育被認為是菁英式的教育，而科學素養被提出後，其中包含了培育社會公民的理念，重視大家均有受教的權利，而且國際間的競爭，更仰賴於全民均需具備相當的科學素養來提升國家的科技和經濟，科學教育全民化也就此展開。而美國的2061科學課程計畫亦是以此理念進行規畫。

(三)個別差異的滿足

由於過去的科學教育課程內容過於艱澀，被認為是菁英式的科學教育，因此，新的科學教育理念則開始重視學生的個別差異，在教材方面也應視文化背景、環境差異等來選擇不同的教材，因此，在九年一貫課程中，便希望各校可依其需求發展學校本位課程，教師更具有彈性可選編適合學生的教材。

(四)教學設計的建構取向

近年認知心理學以及科學哲學的相關理論已有新的進展，使得對於學習者的認知以及科學的本質有了不一樣的認識，其中學者們更加肯定學生的背景以及社會文化對其學習與認知有著影響力(郭重吉，1990)。因此，在教材的發展上，也開始強調以下六點：

- 1.學生接受的社會文化；
- 2.學生已有的生活經驗及科學見解；
- 3.學生主動的傾向與能力；
- 4.教師的任務在提供訊息、輔助學生建構知識；
- 5.教材安排能夠協助學生產生意義與理解，而非僅是知識的堆砌與呈現；
- 6.歸納與演繹並重的教學過程。

(五)科學教育的統整取向

過去傳統的科學教育以傳授科學知識為主，但隨著新的科學觀念被提出，對於科學本質與科學教育觀已有不同的看法，在課程內容上已不再局限於「科學本身」，而更加強調科學課程與其他領域的統整，科學教育的角色已不再是「教科學」而已，而是要讓學生得以適應當前科技的社會，並成為心智健全的人。因此，目前科學教育已朝科學、技學及社會(Science、Technology、Society，STS)的取向發展。

(六)環境教育的重視

隨著科技的發展，隨之產生的環境問題也日益嚴重，因此，環境教育議題也在各國科學教學內容中逐漸被提起(全中平等，1995)。不過，自然與生活科技學習領域以及環境教育議題之間如何進行連結，其教學內容是要設置於自然與生活科技領域之中，亦或是以議題的形式融入，均是需要再思考的地方。

五、目前自然與生活科技學習領域實施問題

從過去台灣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，以下則為目前自然與生活科技學習領域在實施中所遭遇的問題(林樹聲，2002；楊龍立，2002；林玉祥，2005)：

(一)師資培育課程的修正與充實

目前師資培育的相關課程中，僅「自然科學概論」、「生活科技概論」，以及「自然與生活科技學習領域教材教法」等科目與此領域的教學有關，而且均非強制必修的科目，而自然與生活科技學習領域所牽涉的主題十分廣泛，對於國小而言，其專業性是否足以擔任未來國小自然與生活科技學習領域的任教老師，是值得進一步思考的。

(二)固有習慣的打破及相關資源的配合

九年一貫課程強調教師的自主，希望教師可以自行設計教材，或是透過協同教學的方式共同選編及設計教材，而這與過去傳統以知識傳的為主的教學模式有著極大的落差，老師是否有專業能力以及熟悉實驗的相關知識內容，是一大隱憂。

(三)學校本位課程的問題

除了強調教師的專業自主外，九年一貫課程也希望學校可以自行發展學校本位課程，不過一套完善的課程設計，從構思設計到落實，是需要一段時間，經過縝密的討論才能完成的，同時也忽略學校課程權限、校內外文化的調整、東西文化的差距、學校組織功能、相關行政規章及組織的修改、教師素質的提升等問題，加上目前教師不僅在教學上，甚至還有行政上的負擔，導致學校無法徹底落實學校本位課程發展的精神。

(四)統整課程的困境

九年一貫課程的精神之一，即是強調統整課程，不過在這樣的概念下，許多人誤以為其與學科課程是相對立的，但若我們把統整的對象界定在各概念、知識、事實和原理等方面，那其實學科課程也已經算是一個統整的課程了，所以在打破學科界線來發展跨學科的統課程的同時，往往忽略許多不利的因素，例如教師知能的不利因素，加上若學科課程已將教材組織得相當完備時，一旦打散這些學科知識，反而容易造成知識的重複和遺漏。

(五)忽視社會文化

在1960年代美國進行科學課程改革時，即有學者指出其忽略社會文化因素(Fenshan, 1988, 引自楊龍立, 2002)，而目前的課程改革也面臨了這樣的問題。一個課程與教學方法的提出，必須要顧及學校現有的文化和師生態度，而不是去規畫高遠的理想，因此不應僅以專家學者的見解而直接要求中小學教師接受，而是要在經過各方面的需求及意見彙整後，縝密討論再發展之。

(六)探究取向與能力取向的誤導

科學教育一向重視科學研究中的實驗及探究活動，而自然與生活科技學習領域也同樣主張培養學生的探究能力，不過，在強調帶著走的能力時，許多人誤以為知識無法像能力般可帶著走，因而一昧強調能力的培養卻漸忽視知識學習的價值。因此，在重視探究取向與能力取向的同時，也不能忽略知識的學習，畢竟有能力沒知識，也無法解決問題。

(七)欠缺多樣化觀點

科學教育在課程與教學方面的改革，時常是在一段時間之後，即有新的理念被提出，但通常新理念提出時，舊的理念便隨即被遺忘，甚至產生排斥。其實許多的新理念與舊的理念不一定是衝突的，甚至有互補的作用，例如統整課程被提出之後，學科課程就遭到否定；建構式教學被提出時，傳統講述法便被認為是不好的教學法；同樣的，發現式教學法也取代了反覆式教學法。但其實無論是何種課程或教學法，在使用上均應視其教學環境、學生學習狀況等因素來調整，並不是新的理念就可以適用在所有的狀況之中。因此，科學教育的改革，也應注意到新的觀念在被提出之後，需要與舊的觀念做連結，接納更多樣化的觀點，以發展出更適合的課程與教學內容。

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，因而造成教師在教學上的困擾。因此，在九年一貫課程實施多年後，洪振方(2009)即於其「中小學自然科學領域課程綱要實施相關研究之後設分析」研究報告中，針對課程改革運作機制、課程綱要制定、課程綱要實施，以及師資培育等方面提出建議：

(一)課程改革運作機制方面：

建議由中央層級成立專職專人的單位，負責統籌協商和資源整合的工作，並

持續性的進行實徵性研究，以作為未來政策決定的參考依據。

(二)課程綱要制定方面：

以較宏觀的探究取向教學理論作為整體自然與生活科技學習領域課程綱要的架構，並以培養學生的知能為核心。同時，能力指標的向度不宜過多，並且要按照年級的不同，而有難易程度差異的學習層次，然後分成短期與長期各自要達成的項目。

(三)課程綱要實施方面：

將課程綱要轉換成「課程架構」，再將之轉換成實踐課程綱要的「路徑」(pathway)。並針對各個能力指標項目，舉出適用該年級的教學和評量範例及說明。而基本學力測驗的試題，更應與課程綱要中的能力指標可以相呼應才是。

(四)師資培育方面：

需加強自然科教師的專業能力，進行長期的專業訓練，從做中學，培養教師將能力指標與教學實務連結的能力。

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)，其課程內涵分析整理如附錄 6 所示(QCA¹，2004a、2004b)，以下則為本計畫對於英國課程的重點特色分析結果：

(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，綱要寫明：「允許學校加入有關適應學生的各自學習需求」，顯示對於適性教學的重視。同時，英國科學課程重視「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面向的發展(參閱附錄 6)：

- 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六點特色：

- 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，此外，英國國定課程並沒有繁複的編碼，而台灣各科綱要寫法不一，編碼繁複，不利使用者閱讀。
- 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

¹ QCA，為 Qualifications and Curriculum Authority 的簡稱。

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

英國科學的課程綱要敘寫架構主要分為四大部分(參閱附錄 6)：

- 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)。
- 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。
- 3.成就目標(The attainment targets for science)：依據下列四個項目敘寫，分成八級和八級以上(卓越)。
- 4.一般教學需要(General teaching requirements)：其中載明了幾個教學原則。

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。英國課程綱要因為在 2007 年開始進行中學課程綱要的修訂(關鍵階段 3、4)，所以課程綱要有兩種敘寫架構，以下則先針對階段 1 和階段 2 的架構進行說明。

英國的科學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
 - (1)說明課程綱要敘寫與閱讀的方式，當中指出「學習方案」中會說明了學生在自然科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。
 - (2)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，(科學增加「健康和 safety」)是否被實際應用於課程中。
 - (3)英國國家課程分為四個關鍵階段，每一個階段有不同的成就目標 (Attainment targets)，將成就目標依困難度分為 1-8 級和 8 級以上 (卓越表現)，並且會描述孩子達到某一級數所需要的表現。
 - (4)指出每一個學習方案需確認學生在下列四個方向的學習：科學的探究 (Scientific enquiry)、生命科學 (life processes and living things)、物質和它們

的特性(materials and their properties)、物理(physical processes)。

另外，在「learning across the national curriculum」中指出透過科學課程的學習，會促進學生有下列幾個面向的發展：

- (1)提升學生心靈、道德、社會和文化發展；
- (2)經由科學的學習可以增進的能力；
- (3)其他面向。

2.科學的學習方案：主要涵蓋了兩個部分

- (1)知識、技能和理解（應教的內容）
- (2)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）

3.成就目標：依據下列四個項目敘寫，分成八級和八級以上(卓越)

- (1)科學的探究
- (2)生命科學
- (3)物質和它們的特性
- (4)物理

4.一般教學需要：其中載明了幾個教學原則

- (1)為所有的學生提供有效的學習機會
- (2)使用跨語言課程
- (3)使用資訊和通訊科技跨越課程
- (4)健康與安全

另外，2007年修改後的課程綱要，以下則以關鍵階段3來進行說明：

1.課程目標：包含三項，為各科共同的課程目標

- (1)成為成功的學習者，樂於學習，獲得發展和成功
- (2)成為有自信的人，可以安全健康的生活，並實現人生
- (3)成為有責任的公民，對社會有正向的貢獻。

2.關鍵內容：列出學生需要瞭解的概念，讓其在該學科的知識、技能理解上，

兼具廣度和深度。

- (1)科學思考
- (2)科學的應用與意涵
- (3)文化理解
- (4)合作

3.關鍵過程：學生需要學習的主要技能和過程。

(1)實用及探究技巧

(2)對證據的批判理解

(3)溝通

4.範圍與內容：這個部分會列出該學科的廣度，讓教師知道在教學生主要概念和過程時，可以納入什麼。

(1)能量、電和力；

(2)化學和物質的行為；

(3)生物、行為和健康；

(4)環境、地球和宇宙。

5.課程機會：指出在該階段中，需給予學生什麼樣的機會，讓他們可以整合所學，和提升他們該學科之概念、過程和內容上的整合。

6.成就目標：分為四個項目

(1)科學如何運作(How science works)

(2)生物、他們的行為和環境(Organisms, their behavior and the environment)

(3)物質、他們的屬性和地球(Materials, their properties and the Earth)

(4)能量、力和空間(Energy, forces and space)

(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。所以能力指標並不像台灣常出現「可以」、「能夠」等詞，而是敘述具體的行為表現。

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，而台灣的敘述則顯得繁雜。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，同時包含兩種不同的概念(植物和動物)，後面的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

英國國家課程分為四個關鍵階段(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)。將成就目標分為 1-8 級(level)和卓越表現 (8 級以上)。下表 1 為每一階段，孩子需達到的成就目標。下表為每一階段，孩子需達到的成就目標。

表 1：英國各學習階段所需達到之級數表

大多數孩子被預期要達到的級數範圍		大多數孩子在學習之後會達到的級數	
Key stage 1	1-3 級	7 歲	2 級
Key stage 2	2-5 級	11 歲	4 級
Key stage 3	3-7 級	14 歲	5/6 級
Key stage 4		國家資格考 GCSE	

英國國家課程其能力指標雖然只分為 1-8 級和 8 級以上，但是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。

因此，相較於台灣，英國課程給予教師和學校很大的自主性，而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」，不但如此，因課程自主，沒有統一的課本，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，評量的方法可參考官方網站的建議(如附錄 4)。

老師評量的依據為孩子在一段時間各方面的表現，而不是單從孩子的某一件作品成果判定，因此老師要給予孩子很多機會，以不同的方式去展現、證明他的表現。

(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。

二、紐西蘭

紐西蘭有關自然科學類的學科包含和科技(Technology)，依據紐西蘭官方課程文件中的科學(Science)，其課程內涵分析整理如附錄 7 所示(Ministry of Education in New Zealand，1993、1995、2007a、2007b)，以下則為本計畫對於紐西蘭課程的重點特色分析結果：

(一)基本理念

紐西蘭課程綱要統一揭示各學習領域的要點包含三個：

1.科學領域是什麼？/What is Science about?

科學是探索、了解和解釋自然、物理世界和廣大宇宙的一種方式。它涉及提出和驗證想法，收集證據——包含透過觀察、研究調查、實驗模擬、跟別人溝通辯論等方式，以發展科學的知識、理解和解釋。科學的進步來自於邏輯、系統性的工作，以及創造性的洞見，這些都植基於尊重證據的基礎上。不同的文化和歷史時期都對科學的發展有不同的貢獻。

2.為什麼要學科學？/Why study Science?

在生活的許多方面，科學能夠幫助解決問題和做決定；我們的世界所面對的許多重大挑戰和機會，需要從科學的觀點來處理，同時考慮社會和倫理因素。

透過研讀科學，學生：

- 建立在目前的科學理論上，發展對世界的了解。
- 學習科學涉及特定的過程和方法來發展和組織知識，而且這些過程方法和知識都會持續演進。

- 運用他們目前的科學知識與技能來解決問題、發展更進一步的知識。
- 運用科學知識與技能，在攸關他們的生活、文化及環境永續性等方面的科學溝通、應用與開發上，做出明智的決定。

3. 科學領域的架構是怎樣？/How is the learning area structured?

科學教育的基本目的是以一系列依各個主軸分類的成就目的 (aims) 來表示，而每個階層的成就目標(objectives)是從這些目的衍生出來，也同樣依照各個主軸予以分類。其中包含「科學特質」(Nature of Science)、「生命世界」(Living World)、「地球和宇宙」(Planet Earth and Beyond)、「物理世界」(Physical World)，以及「物質世界」(Material World)等五個主軸(參閱附錄 7)。

歸納而言，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. 在有關「科學的本質」之成就目標中，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(倫理學面向)，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. 就整體編排的美觀與易讀性(reader-friendly)而言，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，造成讀者疲倦、失焦。
 - (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(glossary)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 (Years and Curriculum Levels)」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，而台灣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。

(2)從 Level One 到 Level Eight，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。相較之下，台灣的分段能力指標比較欠缺這樣的系統，且會出現「前有後無」或「前無後有」的能力不延續發展的狀況。

(3)為了讓老師參考使用方便，分兩種編排方式：

Achievement Objectives by Levels，有利於做跨學習領域的協同規劃與評量；
Achievement Objectives by Learning Area，有利於做學生學習進階發展評量。

(三)內容架構

紐西蘭課程的官方文件主要有二：課程綱要 (The New Zealand Curriculum) 和各學習領域的課程聲明書 (Curriculum Statement)。

據周祝瑛(2005) 實地訪查紐西蘭教育狀況指出：

近年來，紐西蘭中小學自主權大為提昇，通常學校只要符合教育部頒定的課程綱要規定，上足法定天數，並且每隔三年接受上級辦學績效檢定，學校相當自主。

(p. 73)

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，2000-2002 年重新檢視 1992 版綱要，討論之後決定修訂；然後由專家學者和教師組成小組，彙整最新研究和教學實務，於 2006 年提出草案；而後分送至各級學校和相關利益團體，廣收超過 10000 筆的回應與建議後再作修訂，終於定案，2007 年公佈最新修訂版。

至於配合最新課程綱要的語文和科學學習領域課程聲明書，目前尚未出版，但以舊版的課程聲明書來看，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」，似乎不能對等於台灣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(參閱附錄 7)。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：創造支持的學習環境，鼓勵反思型的思想與行為，提高新、舊學習的關聯性，促進合作分享式學習，跟先前學習和經驗產生連結，提供充足的學習機會，探究教與學的關係。特別提出「教學即探究」模式(如圖 3)，藉由循環探究歷程，做到因材施教的有效教學：

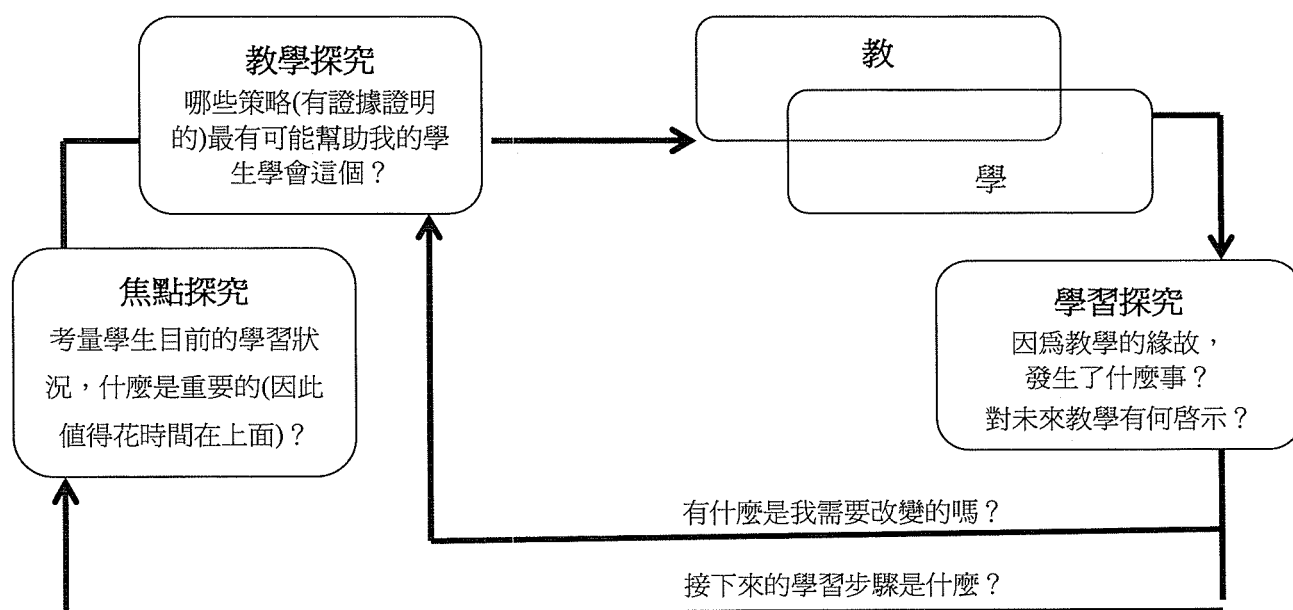


圖 3：教學探究圖

在這個過程中，老師要問下列問題：

- 考量學生目前的學習狀況，什麼是重要的(因此值得花時間在上面)?

這個「焦點探究」建立起一條基準線和一個方向，老師運用所有現有的資訊來決定學生已經學會什麼、接下來需要學習什麼。

- 哪些策略(有證據證明的)最有可能幫助我的學生學會這個?

在這個「教學探究」中，老師運用從相關研究、自己和其他同事過去教學經驗

而來的證據，來計畫教學活動與學習機會，以達成在焦點探究中設定好優先順序的成就目標。

- 因為教學的緣故，發生了什麼事？對未來教學有何啟示？

在這個「學習探究」中，老師依據設定好的成就目標，運用多種評量方法來研究教學的成效。他們在學習活動進行當中，以及長期系列或學習單元結束時，做這個評量與研究工作，然後分析和詮釋收集到的訊息，考量和決定接下來應該做什麼。

對於學校課程設計檢討方面，認為課程設計與檢討是持續不斷的循環過程。紐西蘭課程綱要是「a framework rather than a detailed plan」，各學校課程必須符合課程綱要的目的，但有相當的彈性來決定內容細節，每個課程決定都應該有其理由根據，並且要以各種評量來了解課程教學成效，做出適當的調整與改變。

(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、描述、分析、欣賞、調查、運用等)，並結合學習內容來敘寫。例如：

Students will understand the processes of life and appreciate the diversity of living thing.

學生將理解生命的過程，並體會生命事物的多樣性。

(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(參閱附錄 7)：

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)

舊版(1993)的科學課程聲明書，則有約三分之二的篇幅，是針對各層級的各項成就目標，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。

(六)附錄、實施與配套

有關教學內容、方法和評量等，都寫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。

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 (American Association for the Advancement of Science) 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，綜合的美國科學課程內涵分析表如附錄 8 所示，以下則為本計畫對於美國科學課程的重點特色分析結果：

(一)基本理念

長期的科學教育改革必須從科學教育的學習目標開始，因此，清晰明確的學習目標對科學素養來說是不可或缺的。美國科學促進會(AAAS²)於 1985 年啟動「2061 計劃」，以期幫助所有美國人提高他們的科學、數學及科技的素養。該計劃被譽為「美國歷史上最顯著的科學教育改革」之一。

《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)一書，是「2061 計劃」針對所有學生，對他們高中畢業時應具備的科學、數學和科技能力提出的建議。該書奠定了 20 世紀 90 年代全美科學標準運動的基礎。

《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)是「2061 計劃」中所出版的一本綜合敘述類圖書，它將《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，描述在 2 年級、5 年級、8 年級和 12 年級的學生，分別應該了解和掌握的科學、數學和科技知識，此書長期以來已經影響了各州和地方的數學、科學、科技的標準，並成為全美認可的標準。

美國科促會出版發行的這些文獻，正是「2061 計劃」持續努力進行課程、教學方法和評量方式等方面改革的基礎。隨著最近《改革藍圖—科學、數學和科技教育》(Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education)

² AAAS，為 American Association For Advancement Of Science 的簡稱。

和《科學素養的設計》(Designs For Science Literacy)的出版，「2061 計劃」持續影響著科學教育改革的方向。

無論是對教科書的評估，還是對教學人員的評估，或是為教育者創造概念架構，「2061 計劃」的成員們都在利用自己作為教師、研究員和科學家的經驗，透過這些創新的研究和蘊含革新性思維的書籍、CD，以及大量的專業發展研討會，使科學素養成為所有學生眼前的現實。「2061 計劃」在科學、數學和科技教育的側重與目的上，正在改變著教育者和公眾的觀念。

因此，美國各州在自然科學領域的課程標準，大致均依據《面向全體美國人的科學》一書為主要參考來源，因此該書對於自然科學的理念，將影響到全美各州自然科學領域的科學標準。在該書中，對於自然科學的部分，提出了三方面的建議，由此可以看出美國對於未來科學教育發展的理念方向，此三方面即是科學世界觀、科學探究，以及科學是具冒險精神的事業(AAAS，1990)。(此部分可參閱附錄 6)

(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，先以年級階段為畫分，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。

不過，在 AAAS 所出版的《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)中，已包含大約 100 張的圖譜，其詳細繪製了《科學素養的基準》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，同時，為了方便迅速找到某個特定的基準概念，在第二冊還增加了索引的功能，可以快速找到《科學素養的基準》中某個科學概念與本書中相對應的圖譜，而每幅圖譜都在首頁配有文字說明，其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)。

每幅圖中所表達的技能和觀點是學生學習中要實現的具體目標，以下則以為例(AAAS，2001)，從下圖 4 可以發現科學素養各基準之間的發展路線，並區隔為四個部分：k-2、3-5、6-8、9-11，此即為對年級所進行的階段劃分。

箭頭表示兩個基準之間的關聯，亦即一個基準概念的產生會促成另外一個基準概念的產生。

圖中處於同一年級範圍裡但位置較高的基準不一定比處於同一年級範圍的其他基準更難以理解，有時設計時是常常上下左右挪動基準以便於繪製它們之間的關聯，至於哪個促成哪個要看基準間的具體聯繫。

在每個基準說明最後的數字代表著基準的編碼，其來源則是《科學素養的基準》中相對應目標的章節和基準條目。

由此，便可透過次縱向的基準發展圖看出該主題深度的變化，而完整的進展圖還包括橫向的發展，是可以將圖與圖串連起來，而同一個基準也可能包含在不同的進展圖之中，透過圖的說明，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。

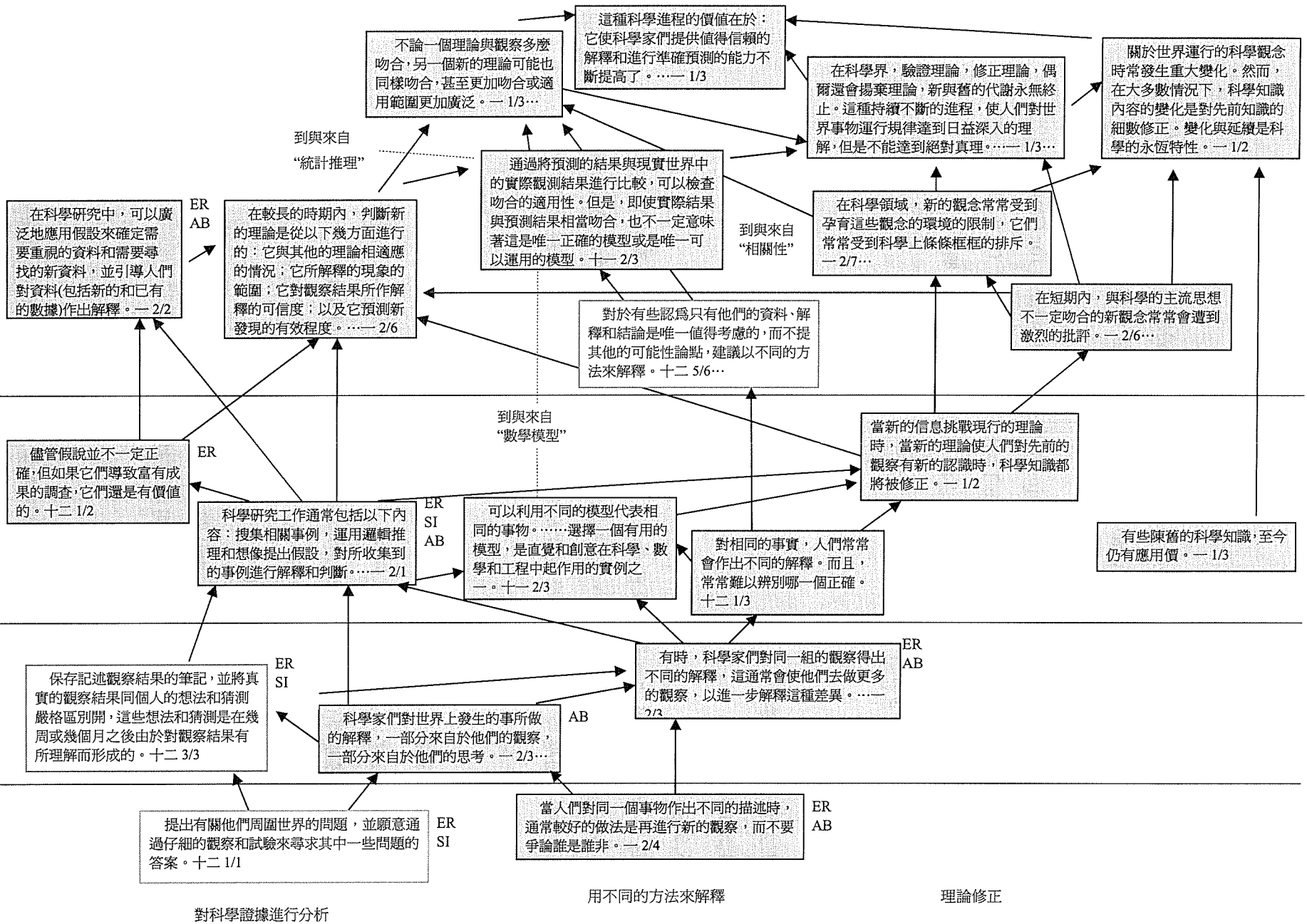


圖 4：科學素養進展圖

(三)內容架構

《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)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(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)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。

主要的主题包含以下五類：

- 1.物理
- 2.化學
- 3.生物/生命科學
- 4.地球科學
- 5.調查和實驗

每個階段所重視的主题大致包含以上五類，但每個年級所著重的重點不一樣，而從主题的畫分可以看出，美國在科學教育的部分重視實作的層面，因此不管在哪一個階段，均會將科學探究的調查和實驗精神融入其課程標準之中，而各階段之主题可參閱附錄 8。

(四)內容標準的敘寫

主要的敘寫方式是以學生「知道」(know)為主，例如在美國加州 k-12 公立學校科學內容標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)一年級物理科學(Grade One-Physical Sciences)課程標準敘寫如下：

Students *know* solids, liquids, and gases have different properties.

學生知道固體、液體及氣體有不同的屬性。

(五)學習評量

針對評量的部分，加州的科學課程標準中並沒有在此方面特別論述，而《面向全體美國人的科學》中則提出有效地教與學，其中論及學習原則，以及科學、數學和科技的教學，而《科學素養的基準》依據《面向全體美國人的科學》中

的科學素養目標，將之轉成基礎教育(K-12)的學習目標，並提出每個該階段結束後，學生在學習之後應該要了解到什麼。

《科學素養的基準》中，依據《面向全體美國人的科學》的理念，以科學世界觀、科學探究，以及科學是具冒險精神的事業等三個面向來書寫，每個面向均將年級分為四個階段：幼稚園～二年級、三年級～五年級、六年級～八年級，以及九年級～十二年級，在每個階段之後，會提出在這個階段結束時學生應該了解和掌握的科學、數學和科技知識，其內容可參閱附錄 8。

(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)為主。因此，美國科學促進會所出版的刊物，成為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。其中有幾本主要的出版品可視為實施與配套的參考，例如《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)、《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)、《改革藍圖—科學、數學和科技教育》(Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education)、《科學素養的設計》(Designs For Science Literacy)，以及《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)等。(參閱附錄 8)

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)，訂出香港課程未來大方向。規劃短(2001~2006)中(2006~2011)長(2011 以後)期的三個發展階段策略，階段性的規劃，循序漸進讓第一線教師學校在落實課程改革與發展上能更安心，對於教學資源的發展也可以逐漸的建立。

附錄9是針對常識科及科學科所進行的課程內涵分析表(課程發展議會，2002a、2002b)，以下則為本計畫對於香港課程的重點特色分析結果：

(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，因應學生差異性適性而教學校應根據教師及學生的獨特情況，在

採用中央課程時加以不同程度的調適，包括改變學習內容的組織（例如：彈性選取延展內容）、學習情境、學與教的策略、評估的準則和模式等，以幫助學生達到本指引所列的學習目標(課程發展議會，2002b)。

科學教學應以科學探究為中心，摒棄「食譜式」的學習模式，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為中心，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為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。這些課程指引（指哪些？）有著共同的特色，如：同樣強調科學探究，內容分為核心與延展部分，以及加強了科學、科技與社會的連繫性(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：

1.在香港的國小階段課程：自然領域和社會領域合併為常識科

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。為順利銜接幼稚園課程，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、社會及人文教育為主，繼續作主題式教學。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。為了幫助學生掌握基本的科學概念，和養成以開放態度研習科學的習慣，學校應提供機會讓學生參與科學探究活動。同時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。

2.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。對於某些學生來說，集中學習核心部分會比較有利，因學生可在更充裕的時間下，更輕鬆地逐步掌握基本的科學意念和原理；而對別的學生來說，延展部分帶來富挑戰性的學習經驗，可令他們得到極大的滿足感，和對科學概念有更深入的了解。一個好的校本科學課程應具有一定的靈活性，以照顧不同學生的興趣和能力。

圖5為香港課程及學科組織圖：

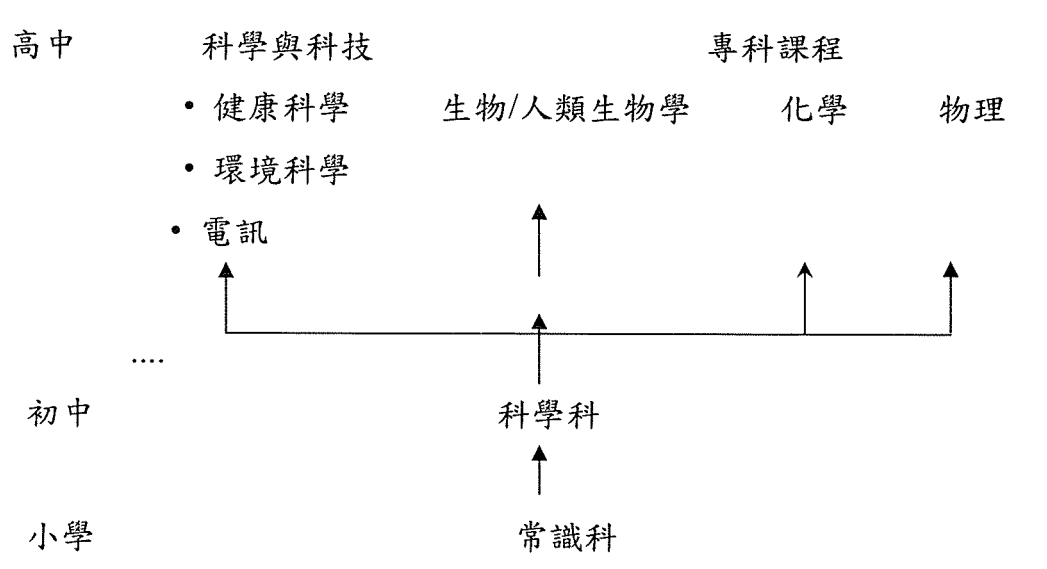


圖 5 香港課程及學科組織圖

領域的分合需要思考的是對於學習者的學習成效，所以它的分合涉及學生的學習心理、認知發展、課程的哲學思考理念以及未來社會發展趨勢，當然外在環境因素也是思考的因素，例如：學制、師資等。

香港的科技課程是獨立設領域，但是在國小階段則是和科學與社會領域整併成常識科，這當然也引起第一線教師的騷動與反彈。不過從課綱文件上看出，它並不強調這幾個領域的統整，而是領域間的關聯。例如在中一至中三，科學科應享有 10-15% 的課時分配(課程發展議會，2002b)。而以科技教育為重點的學校，則可採用 8-10% 的課時分配。這些學校須制訂措施，把學生在科學教育與科技教育中獲得的學習經歷相連繫，形式可包括在科技課堂上引入科學探究和解決問題的活動，並在進行科技學習活動時，透過討論和探索活動，引入或鞏固學生的科學概念。

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98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。

在相關的課程文件上，香港有多數的內容以圖表示，再輔以文字的說明，除了閱讀的親近性以外，從圖表上也更容易掌握整體的架構，這個部分應為我國課綱文件未來書寫時可以仿項之處。

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(如圖6)：

- 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。

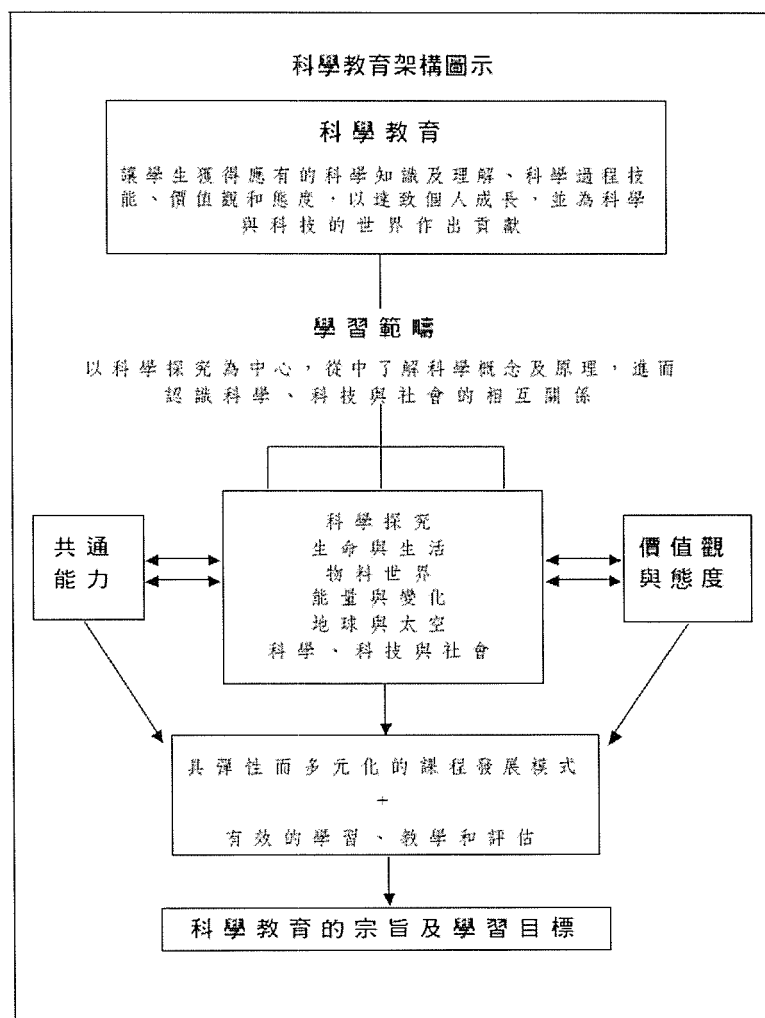
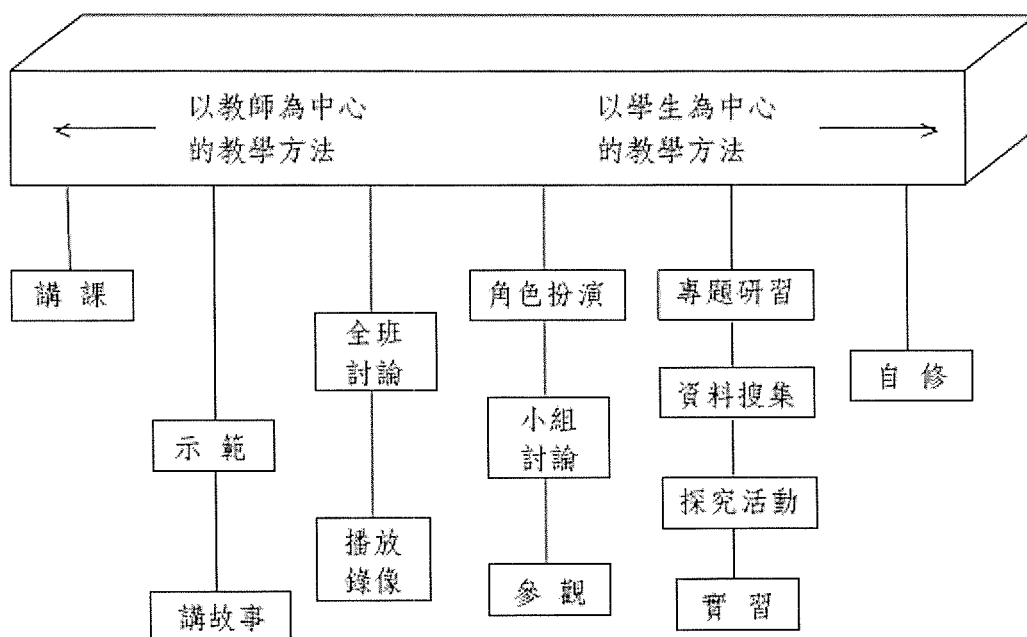


圖 6 香港科學教育架構圖(課程發展議會，2002b，p14)

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。我國的五個課題僅指涉科學概念。

(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(如圖 7)(課程發展議會，2002b)。



不同的教學方法

圖 7 不同的教學方法

並且提出促進學會學習的四個關鍵項目：

1. 德育及公民教育
2. 從閱讀中學習
3. 專題研習
4. 運用資訊科技進行互動學習

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，一路走來，跌跌撞撞，有不少的批評聲音。但是，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。這兩項工程都需長期經營及事先規劃與準備。這是政府責無旁貸任務，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

中國大陸在基礎教育階段有關自然科學類的學科為科學，不過中國大陸在初中階段的部分，將權力下放給地方學校，讓學校可以選擇合科或分科的教學，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。附錄 10 為針對 3-6 年級，以及 7-9 年級科學的部分進行課程內涵分析(中華人民共和國教育部，無日期 a、無日期 b)。

(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。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 年及科學課程標準為例)：

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

7-9 年級的科學課程標準在主要的章節架構上與 3-6 年級的科學課程標準大同小異，由此可以看出中國大陸在形式上規範的相當廣泛，從課程的性質到設計、實施的建議、附錄等做了一系列的說明，在這課程標準中已詳述教材如

何編、如何教，顯示對老師教學的不放心。

科學課程應具有開放性。這種開放性表現為課程在學習內容、活動組織、作業與練習、評價等方面應該給教師、學生提供選擇的機會和創新的空間，使得課程可以在最大程度上滿足不同地區、不同經驗背景的學生學習科學的需要。

(三)內容架構

中國大陸的科學課程，在 3-6 和 7-9 年級的課程標準中除了揭示總目標外，其分目標還包括幾個部份(如表 2)：

表 2. 中國大陸 3-6、7-9 年級科學課程分目標

3-6 年級	7-9 年級
1. 科學探究；	1. 科學探究(過程、方法與能力)；
2. 情感態度與價值觀；	2. 科學知識與技能；
3. 科學知識。	3. 科學態度、情感與價值觀；
	4. 科學、技術與社會的關係。

由上表可知在 7-9 年級時才將 STS 的概念引入科學課程，在國小階段的部分則無特別強調。

在內容的部分，3-6、7-9 年級年級分為以下各部份(如表 3)：

表 3. 中國大陸 3-6、7-9 年級科學課程分目標內容

3-6 年級	7-9 年級
1. 科學探究	1. 科學探究(過程、方法與能力)
2. 情感態度與價值觀	2. 生命科學
3. 生命世界	3. 物質科學
4. 物質世界	4. 地球、宇宙和空間科學
5. 地球與宇宙	5. 科學、技術與社會的關係

3-6 年級於各部份下再分出細項，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。7-9 年級也是每個部分之下會再分出主題，各主題下列出其具體內容標準，並提供活動建議，在涵蓋的內容來說，除了 STS 概念外，情意部分則抽離出來，不像國小階段獨立出來說明，可見中國大陸在科學課程的內容，國小階段與國中階段著重的層面有些不同。

(四)內容標準的敘寫

3-6 年級科學課程標準將總目標分成「科學探究」、「情感態度與價值觀」和「科學知識」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(過程、方法與能力)」、「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」等五個向度來說明，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，方式類似臺灣的能力指標寫法，但僅是排序的編號，例如在哪个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，例如「瞭解地球儀、地圖的主要標識和功能」。

(五)學習評量

在評量方面，在中國大陸的科學課程標準中的實施建議中有提及「評價建議」，在 3-6 年級中提出以下三方面的建議：

- 1.充分明確評價的目的
- 2.評價內容的全面化
- 3.靈活運用評價方法

在 7-9 年級則提出以下三方面的建議：

- 1.評價主題
- 2.評價內容
- 3.評價方法

然而，科學課程的評量應能促進科學素養的形成與發展。除了要關注學生學習的結果，更要關注他們學習的過程。而評量的指標應該是多元的，要包括科學素養的各個方面；方法應該是多樣的；主體則應包括教師、學生、家長等。

(六)附錄、實施與配套

中國大陸 3-6 年級的科學課程標準中，附錄的部分包含以下三個：

- 1.關於具體目標中行為動詞的定義
- 2.教學活動的類型與設計
- 3.案例

7-9 年級的科學課程標準之附錄則包含以下兩個：

1. 案例

2. 有關知識技能的目標動詞

從中國大陸的科學標準附錄來看，提供了大量的教學示例給老師參考，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，附錄 11 為芬蘭基礎教育國家核心課程內涵分析表(FNBE³，2004)，以下則為本計畫對於芬蘭課程的重點特色分析結果：

(一)基本理念

芬蘭的基礎教育國家核心課程中指出課程的連貫性必須在擬定課程時，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。

另外，綜觀芬蘭的基礎教育國家核心課程，在「整合和跨課程的主題」(FNBE，2004：36-41)中提及兩點：

1. 媒體技能和溝通：目標是要改善表達和互動的技能，促進瞭解媒體的地位和重要性，以及改善使用媒體的技能。學生可以訊息的送件者和收件者身分練習使用媒體的技能。
2. 科技和個人的關係：目標是幫助學生瞭解科技與個人的關係，以及清楚科技在我們日常生活中的重要性。基礎教育必須提供科技的基本知識，以及它的發展和影響，指導學生做出明智的選擇，並且引導他們思考與科技相關的倫理、道德和公平性等問題。教學必須讓學生對工具、設備和機器的使用原則有所瞭解，而且教導學生該如何使用它們。

³ FNBE，為 Finnish National Board of Education 的簡稱；

由以上可知，芬蘭的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，不過除了在此章節外，卻鮮少提及有關自然科學課程，而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；同時也希望學生有實際操作的經驗，不僅是科學實驗，像繪製地圖也是自然科學類學科很重要的目標之一，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沒有完全一致。
- 3.在內容的呈現上主要以分點為主，在閱讀上比較清晰明瞭，雖然看過去都是文字說明，不過因為列出的項目及內容並不會很多而且文句不長，所以較不會有繁雜的感覺。

(三)內容架構

在基礎教育國家核心課程中，自然相關課程包含「環境和自然研究學」、「生物學」、「地理學」、「物理學」、「化學」和「健康教育學」等6種學科，並依不同學科有不同的學習階段劃分(如表4)。

表 4. 芬蘭基礎教育自然科學類課程學習階段劃分表

階段	年級	學科				
		基礎教育	9	生物學	地理學	物理學
8						
7						
6	生物學和地理學		物理學和化學			
5	生物學和地理學		物理學和化學			
4	環境和自然研究學					
3						
2						
1						

每階段中的呈現方式和其他學科一樣主要有三大部分：

1. 目標

每學科的各階段目標並無再細分，以「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(5-6年級「化學和物理」是用「The pupils will learn to」為開頭)。

2. 核心內容

各學科的各階段皆區分數項該階段學習的主要核心內容，每個核心內容之下以條列方式來說明。核心內容的部分類似該學科應學習的主題，例如5-6年級的「物理學和化學」，核心內容包含「能量和電力」、「規模和結構」，以及「環繞我們的物質」等三個。

3. 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)

各學科的各階段均列出數點主題，每個主題下再以「The pupils will」來列點做進一步的說明，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(有關芬蘭自然科學類各階段結束時學習績效的描述請參閱附錄12)。

在芬蘭的核心課中，除了自然科學相關學科的章節外，其他部分較少提及到自然科學的學習，而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；同時也希望學生有實際操作的經驗，不僅是科學實驗，像繪製地圖也是自然科學類學科很重要的目標之一，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。

(四)能力指標敘寫方式

芬蘭的自然類核心課程，在能力指標的敘寫方面，分為以下三點來進行說明：

- 1.在架構方面是很清楚一致的，在內容的陳述上也簡潔扼要，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

在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，以下則針對評量的部份來說明：

- 1.基礎教育完成後，16-19歲的學生透過國家聯合申請系統，依個人志願無學區限制申請就讀後期中學，其中普通高中的部分以學生在學校(7-9年級)的成績紀錄為主要錄取依據(張家倩，2007b)。
- 2.學生在普通高中修滿學校規定後，必須參加國家資格測驗。
- 3.依據課程目標，由授課教師負責各科目學習評量，並自行設計評量測驗(張家倩，2007a)。
- 4.學生若已經順利完成該年級學程中不同學科或學科類的所有學習課程，以

及各地區所規劃的課程，就可升到下一個年級(FNBE，2004：261)。

5.學生的評量分成學習期間評量和期末評量。這兩種評量有不同的任務(FNBE，2004：260-268)(以下為節錄)：

(1)學期間的評量

A.評量目的：學習期間評量的目的是要輔導和鼓勵學生的學習，並且說明學生達成設定的成長和學習目標的程度。評量的目的是要幫助學生對學習和發展形成真實的圖像，因此也可以幫助學生的人格成長。

B.評量原則：在學習期間的評量必須是實際考核，而且是以多方面的證據為依據。評量是針對學生在不同學習領域的學習狀況和進度進行考核。藉著評量的幫助，老師可以輔導學生感受到他們의思想和行為，並且幫助他們瞭解學習的內容。學生的學習進度、工作技能和行為都會按照課程目標和學習成就加以評量。

(2)期末評量

A.評量目的：期末評量的目的是在學生結束學習課程的時候，決定學生基礎教育學程中不同學科的成績。

B.評量原則：期末評量必須全國性評比和所有學生公平施測。每門核心學科的最後成績是以學生在基礎教育最後階段的表現為準，也就是在八年級和九年級舉辦的考試。基礎教育的所有核心學科都已經有期末評量的標準。學生的成績是依據這些標準和各種不同的成績加以評量。期末評量標準規定學生需具備成績等級為 8 的知識和技能水準。學科擬訂成績標準，如此當學生達到該學科標準所要求的程度時，就能夠獲得該學科的分數；如果成績不能達到某些標準，則仍可以其他標準彌補所需之成績。

在自然科學類核心課程的部分，經歸納後以下列四點來進行說明：

- 1.在一年級到四年級期間，有關環境和自然的課程合併成一個模組課程評量。在五年級到六年級期間，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。在七年級到九年級期間，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。(各階段描述之大標題)。

- 3.芬蘭在自然科學類課程方面，目標沒有區分類別，而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，相較於語文類課程，顯得一致性較低。
- 4.內容主要是以文字描述的方式，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，每個大類別並不會有太過繁雜的內容，均用簡潔的文字來描述。

(六)附錄、實施與配套

芬蘭的基礎教育國家核心課程中總共有五個附錄：

- 1.字母書寫範本、數字，以及標點符號
- 2.語言熟練表一分為 A1、A2、B1、B2、C1 四個層級，每個層級又分數個部份，每個部份主要分為聽、說、讀、寫四個層面來陳述。
- 3.依據基礎教育法有關基礎教育的一般國家目標和單元課程時數配置的政府實施細則—其中的基礎教育單元課程時數配置包含「提供義務教育學齡學生基礎教育的單元課程時數配置」和「提供非義務教育學齡學生基礎教育的單元課程時數配置」，另外也有提及「有關語言教學的特殊條款」、「關於特殊需求教育的特殊條款」等。
- 4.基礎教育單元課程時數的新配置
- 5.芬蘭「國家教育委員會」對於移民學生母語教學核心課程的建議

從芬蘭國家核心課程的附錄來看，顯示對於語文教學的重視，對於一些補充以附錄的形式來獨立呈現，而不放置於語文的核心課程中來書寫，或許會較有利於參閱；另外附錄三則是將芬蘭基礎教育法相關的條例細則羅列出來，顯示其有法源依據。

因此，芬蘭的基礎教育國家核心課程中，並沒有針對自然科學類課程有進一步的補充說明，僅只於自然類的核心課程中陳述其理念、目標以及評量敘述，

相較於臺灣自然與生活科技學習領域的課程綱要，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、焦點團體討論之議題分析

在焦點團體的座談會中，將以自然與生活科技學習領域為主要討論的範圍，並分為「基本理念」、「內容架構」、「形式架構」、「能力指標的敘寫」、「學習評量」，以及「附錄、實施與配套」等六個議題，從三場焦點團體座談會議中所提供的意見作為分析的內容，焦點座談會議整理表請參閱附錄 13。

一、基本理念

對於臺灣自然與生活科技學習領域的基本理念，各個團體多半繞於課程綱要的內容及其目的究竟為何的問題。因此，在教育行政組則有人提出需要先去思考我們國家在書寫這個領域的課程綱要時，其背後的哲學理念是什麼，才可以透過課程綱要傳達給老師，並傳授給學生。

課綱在書寫時，其背後的哲學理念是很重要的，例如芬蘭相信學生會主動的學習，課綱應該要把整個國家教育的核心價值寫清楚，能力指標只要參考就好，大概知道各階段的學生應該要達到什麼目標，例如紐西蘭的核心價值是「幸福感」，日本則以「健康」為主，課程均會呼應，要告訴老師為什麼要這麼做。(1118-3-11)

同樣的，在教師組的部分也有不少教師關心到課程綱要的內容的目的問題，究竟是給老師的指導原則，還是規範性的指引，亦或是給予老師教學上的教學資源，此皆牽涉到整個自然與生活科技學習領域理念的方向。

國內課綱若簡化，教師可能更不知要教些什麼，而跟著書商的教材內容來教，因此要思考課綱是為誰而寫的問題。(1115-1-06)

課程綱要應該較具彈性，教師可以因學生的不同而選擇不同的教材及教法。(1115-1-01、1115-1-03、1115-1-05、1115-1-08、1115-1-09)

老師不閱讀課綱，是因為課綱內容太多、無法立即上手，課綱應將某些教材設計還給教師，讓教師有自主權，這是很重要的部分，如此教師才會較有意願閱讀課綱。(1118-3-09)

由上可知，普遍的意見均認為自然與生活科技學習領域的課程綱要需要具有彈性，教學時可以因地制宜，依據學生的學習需求以及教學的環境來調整自己教學的內容，而整個自然與生活科技學習領域的課程綱要理念即應朝此方向來進行，才能讓教師更容易接受。

二、形式架構

在形式架構方面，有些國家的形式相當簡單，運用圖像來呈現各部分的關係，或是採取類似表格的方式將重點羅列出來，用最少的篇幅成線最多的重點，例如紐西蘭的方式即是如此(以紐西蘭科學階段六為例，請參閱附錄 14)；台灣的形式屬較繁雜的，是否有更簡明的呈現方式？台灣目前用流水號來標示能力指標，在形式上能簡化嗎？針對這個議題方面，依據焦點團體座談中較有共通意見，分為整體架構以及課程綱要兩個方面來說明。

(一)整體架構方面

在整體的形式架構的方面，認為臺灣的課程綱要均以文字的方式呈現，在閱讀上不易於抓取到整個架構的重點，建議可以參考紐西蘭的方式，增加圖的呈現方式，例如用圖的方式來勾勒出整體課程綱要的架構，或是運用圖的方式表達，例如紐西蘭的教學探究圖，讓教師思考如何進行教學。

可增加圖的思考架構。(1115-1-08)

可以繪製領域目標架構圖，讓老師一目了然；同時，綱要需要精簡，課綱是讓教師在教學上可以使用而非課本，所以要系統化精練化。

(1118-3-05)

(二)課程綱要方面

另外，三個團體均認為課綱應該要有彈性，不宜規範太多，但在國小的部分，教師組及學者專家組均有提及師資結構的問題，因此也建議在國小的部分，應該要提供更多的資源給老師參考。

課綱應以大方向為主，目前內容細目部分敘寫的很仔細。(1115-1-01、1115-1-03)

國中與國小因為師資結構的不同，指標的部分應該要分開敘寫；細目的部分，國小階段可以增加以供參考，而國中階段則不需要。(1115-1-05、1115-1-07、1115-1-08)

能力指標的敘寫可以參考英國及紐西蘭，保留較多的彈性，以精簡為主，詳細為輔，綱要不需要敘寫的太過繁多。(1122-2-04)

課綱的書寫可以簡單化，僅提供原則性及大方向。(1118-3-08)

對於課綱是寫給誰看的，其實各團體並沒有一致的看法，但這結果也顯示出目前的課綱書寫，並沒有針對哪一個對象的問題，教育行政組指出課綱讓老師覺得沒有參與感，而教師組則認為老師、學生、教科書編輯者都應該是要閱讀課綱的人，甚至教育行政組有人建議可以整理成家長版，顯示課綱應該針對不同的人來進行書寫。

同時，各團體也認為自然與生活科技學習領域的課程綱要，不管是其能力指標與教材內容細目之間，或是能力指標與十大基本能力，甚至是與總綱之間的呼應性低。

內容細目跟能力指標之間沒有相呼應。(1115-1-08)

十大基本能力與能力指標之間似乎沒有呼應連結，這是必需要改善的地方。(1122-2-05)

台灣課綱的豐富性雖夠，但結構及系統性均不夠，無與總綱回應與呼應。(1118-3-06)

三、內容架構

內容架構主要討論領域課程包含了哪些內容，以及如何呈現的，例如自然與生活科技學習領域課要的八項科學素養，以及目前教材主要依循綱要附錄之「教材內容細目」來編寫。但「教材內容細目」內容細碎，教材也相對的繁重，假如以大概概念或核心概念來書寫課綱內容，可能有助於學生概念的統整等。

而在這方面，主要的共識在於八項科學素養方面，普遍認為過多，而且要思考各科學素養之間的相關性，有必要再進一步針對科學素養的部分進行討論。

台灣自然與生活科技學習領域的分段能力指標分為八個要項，似乎有減併的必要。(1115-1-07、1115-1-08、1115-1-09)

八項素養先姑且不論其是否太多，它的規劃其實是沒有邏輯性的，若生活科技與自然要合在一起，底下應該要有設計、製作的部分來連結，從第1個素養到第8個素養應該有個目的來做連結，而目前和技術是沒有連結和融合在一起的，而且國中生的科學概念有限無法應用，很多都是不知道其原因，應先了解八項素養的目的為何，以及彼此間的關聯性。(1122-2-05)

科學本質很重要，但不需要放在八項素養中，應簡化。(1122-2-02)

另外，學者專家組則有提出「教學內容要項」的問題，認為該表極具特色，但卻失焦了，編輯教科書的人把焦點放在次主題而忽略掉真正的核心概念在主題，因而導致在教學時無法將主題與次主題連結，且不知道教學內容的真用目標在哪邊。

「教學內容要項」的部分僅著墨在次主題，卻忽略掉主題，次主題是用來詮釋主題的，主題才是核心的概念。(1122-2-01)

例如在下表5「自然與生活科技」學習領域附錄一的教材內容要項中，課題2自然界的作用之主題是「改變與平衡」，應該是從「改變與平衡」這個觀點

來衍生出多項次主題的學習，諸如「211 天氣變化」、「214 溫度與熱量」等，然而目前的教材卻多從次主題來編寫，學生在學習了「天氣變化」、「溫度與熱量」等內容後，卻不知道其與「改變與平衡」的關係，未能學習到真正的核心概念，是相當可惜的地方。

表 5. 「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項-第 2 項課題

課題	主題*	次主題*
2 自然界的 作用	21 改變與平衡	210 地表與地殼的變動 211 天氣與氣候變化 212 晝夜與四季 213 動物體內的恆定性與調節 214 溫度與熱量 215 運動與力 216 聲音、光與波動 217 能的形態與轉換 218 化學反應
	22 交互作用	220 全球變遷 221 生物對環境刺激的反應與動物行為 222 電磁作用 223 重力作用 224 水與水溶液 225 燃燒及物質的氧化與還原 226 酸、鹼、鹽 227 有機化合物

四、能力指標的敘寫方式

在此議題中，主要是拋出台灣的指標敘寫採用行為目標的方式，即使情意和態度也如此的情形來進行討論，在焦點座談時，主要是教師組提出，在能力指標的部分，有些敘述有過長問題，而有些則過於籠統不夠具體。

部分能力指標敘寫過長，例如2-3-2-1、2-3-4-1等。(1115-1-01、1115-1-03)

*能力指標在敘寫上有些過於籠統而不夠具體，不易做正確的解讀。
(1115-1-03、1115-1-08)*

至於學者專家組以及教育行政組方面，則較未針對能力指標細部的敘寫方式提出看法，多半與形式架構或內容架構的議題融合討論，在建議意見方面主張應具有彈性，而且不宜包含太過於廣泛的目標，需先確立國民教育的目標以及自然與生活科技學習領域的教學目標為何來訂立能力指標，且要配合學生的生活經驗。

台灣能力指標的部分太多，若全達成就變成完人，似乎不太可能，所以應該要確立國民教育的目標為何，不同階段有不同的教育目標。
(1118-3-05)

另外，有學者則提出能力指標若具彈性，則不宜敘寫的過於繁雜，可以將說明的部分擺放於附錄的位階。

課程綱要的部分不需要過於繁雜，可以將說明的部分放在附錄。
(1122-2-04)

五、學習評量

關於學習評量的議題，主要是因為有些國家的課綱在評量方面提供能力表現(performance)的描述，而台灣則是提出評量的大原則，以及能力評量的形式，例如成品展示、學習歷程檔案等，可是正式計算成績時主要採用的是知識性的測驗結果。因此，關於能力的評量方面，可增加哪些內容和說明來協助達成能力評量的目標？要寫到什麼程度？

在教師組的部分，有教師提出能力指標與成就目標性質不同，成就目標不能像能力指標般具有彈性，需要詳細描述，而且在階段的劃分上，建議不要採取階段的方式，而是用年級的方式，同時，教材內容細目的部分，必須要與能力指標緊密結合才行。

能力指標的敘寫可以彈性，但成就目標應該要詳細，而且不要以階段方式呈現，而是以各年級來呈現。(1115-1-01)

細目的部分需要與能力指標連結。(1115-1-01、1115-1-08)

相較於教師的意見，學者專家組則從另一個角度來看待評量的議題，認為評量是實施層面上的技術問題，所以應該要提供給教師更多的參考資源，而參考資源的方式可以是多種形態的，無論是教學資源平台抑或是書本式的範本均可。

評量是技術、實施上的問題，是教師在使用評量方面的問題，而不是課綱的問題。(1122-2-01)

評量應提出規範和範例，可以提供「評量實務及評鑑」專書來說明。(1122-2-02)

在教育行政組方面，則又提出另一個不同角度的看法，已經跳脫出學校教室中老師對學生所進行評量的觀點，而又拉高一個層級，提出縣市之間，甚至是全國性的評量問題，認為評量不單僅是在學校層級，在各縣市學生之間的評量，倘若沒有一致的規範，將會造成全國性評量的問題。

學習成績以 100 分為標準有其必要，因為會有縣市之間或各校之間學校評比的問題，另外也會有家長的期待，以大家約定成俗的方式來呈現會比較好。(1118-3-10)

評量的範圍從課堂上擴大到縣市，再到全國，評量範圍有大有小，何種評量方法能做到放諸四海皆準。(1118-3-07)

由此可知，不同的團體，對於評量切入的角度及觀點明顯有較大的差異，教師的部分會較著重於課綱中給予老師的是什麼，而學者即會站在協助的立場來看帶老師的評量，而教育行政人員則會考慮到更高一層的比較問題，然而，無論從哪個角度來看評量，仍是希望可以透過評量，來了解學生是否有達到預期的教學目標。

六、附錄、實施與配套

有些國家提供課綱以外的各種附錄和指引，具有參考性和影響力，因為是國家頒布的文件，由編寫課綱的相關人員來負責，例如：台灣的自然領域的課綱有四個附錄—「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項、「自然與生活科技」學習領域之教材內容細目、學校本位課程設計、「自然與生活科技」學習領域教材內容研討之核心主題示例等，書商與教師認為其均具規範性，是否考慮出版課綱以外非規範性的指引或說明，來降低各出版社的教師手冊的影響力等，均是有關此議題的討論重點。

在這個議題中，各個團體均有提供相當多的看法意見，像是學者專家提出在「教學內容要項」的部分應該要更強調主題的核心概念，並與次主題緊密連結，而不是以次主題為主，教育行政組則認為附錄應該是要具有規範性，而這種情況之下便更需要注意內容的書寫。

九年一貫課程實施時希望可以將權力下放，但沒有細則是很難審查的，因此以台灣目前的文化現況而言，尤其是國中教育階段，附錄還是必須要具有規範性，而且要書寫詳細一點比較好，否則將會變成空談而沒有作用。(1118-3-01)

除了附錄，關於配套措施的部分也是有許多的建議，在教師組方面提出現場的教學的需求，認為目前對於實驗室的設備，無論軟體或硬體方面均無相關規範，導致無專業的實驗室或相關器材，另外，也建議可以提供更多的相關教學資源及實驗資料給教師參考，而這部分也指向國小的部分更加需要，亦與師資結構的問題有關。

實驗的場所、設備器材以及空間規劃應該要有規範性。(1115-1-01、1115-1-02、1115-1-04、1115-1-06)

設置網路平台，提供教材、實驗等相關資料以做為教學時的參考。(1115-1-01、1115-1-02、1115-1-04、1115-1-06)

在學者專家的部分，則針對師資培育的部分做了相當多的討論，認為國小在自然與生活科技學習領域的師資上，不如國中的師資專業性強，因此無論是在師資培育前、師資培育後，甚至是已經在擔任教職的老師，均應有一系列的配套措施，諸如在師資培育的課程中加強相關的專業知識課程、擔任自然與生活科技學習領域的教師需具備兩種專長、加強在職進修等，而師資結構的差異不僅是學者關注到，現場教師也反應出這個問題，顯示師資結構的問題確實是需要進一步改善的。

任教自然科的教師應該要修過相關第二專長的證照。(1122-2-02)

師資方面，可於課綱的實施細則方面要求。(1122-2-02)

同時，學者更進一步指出需要發展一套教材原型，是需要長期進行的研究工作，如此將來才可以提出以供參考的範本，而非每一次遇到問題再來想補救措施。

發展主題的原型教材，才會有意義。(1122-2-02)

建議可參考「群組」的概念來發展原型。(1122-2-02)

相同的，其他兩組與教師一樣認為在教學資源方面需要有更多的配套措施，除了教師希望可以有更多的參考資源外，學者和教育行政人員也提及有關教科書方面的問題，而這些問題均是需要在教學資源方面進行加強的。

建議教科書可以朝特色單元的方向來發展，選出重要的核心概念作主軸。(1122-2-06)

教科書出版商如果寫得太多，教師更不會看能力指標，應該還給教師自主的能力。(1118-3-09)

而教育行政組方面則有人提出較上層的想法，認為中央單位應該要先思考整個國民教育的核心概念，並讓台灣具有競爭力，從這個前提下再來思考課綱的內容會比較有意義。

教育部是否有讓台灣在世界上具競爭力的想法是很重要的，理想很高，所以應該要思考如何推動，而不應侷限於書本課綱的內容要如何修正。(1118-3-01)

從這個議題來看，大多數的意見會認為在附錄以及實施配套方面應該針對目前所面臨的問題進行解決，而每個團體也會針對各自的角度來思考，這些意見也對於未來課綱的方向極具有參考的價值。

伍、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

回顧我國自然科學類課程的主要沿革可以發現，「做中學」的概念一直是我國自然科學教育的重要理念之一，自然科學課程的學習不能只有知識的傳授，而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。當然，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，為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，成為主流聲音，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，就成為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為例，為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，處理所謂的研展課程，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，才可為教師提供回饋，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，但最後它成為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為英國、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、台灣、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(bendchmank)文件完整詳細。台灣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；台灣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。台灣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(如溫度升高時冰會融化)

其內容有四個編碼：過程技能、第一階段、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。台灣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

在整合各項資料，以及於焦點團體座談會所蒐集之意見，針對未來我國自然科學類課程綱要之發展提出以下之建議：

(一)提升課綱內容對教師的參考性

焦點團體討論提出台灣的教師很少看課綱，只有在參加教案設計比賽才會翻閱。進行教學評量時，教師比較依賴教科書，僅管這樣問題涉及教師專業素養與態度因素，但是課綱置放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，式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。

(二)在彈性與標準間、規範與自主之間尋找平衡點

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，儼然成為一種規範的內容。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。

(三)增加圖表說明及簡化能力指標的呈現方式

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。

(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)配套的多元評量與實施教策

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)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)為目標，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，並發展以核心概念為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。

(七)發展配套教學與評量資源

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，這之間的過度需要政府軸入人力、經費、時間研發各種教學與評量資源，以各種方式提供教師參考。

p62-64

參考文獻

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。

周祝瑛(2005)。愛在紐西蘭—優質創新中小學。臺北市：書泉。

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。

邱美虹(2000)。國民教育階段九年一貫課程綱要「自然與科技」領域中「自然
科學」課程綱要之評介。科學教育月刊，231，20-27。

邱曉貞、連啟瑞、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。

洪振方(2009)。中小學自然科學領域課程綱要實施相關研究之後設分析。教育
部委託之研究報告，未出版。

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>

- 張家倩(2007a)。芬蘭國民教育現況探析。教育資料集刊，33，頁 239-256。
- 張家倩(2007b)。芬蘭中等教育現況探析。教育資料集刊，34，頁 247-260。
- 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生活課程。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。
- 陳之華(2008)。沒有資優班-珍視每個孩子的芬蘭教育。臺北縣：木馬文化。
- 陳文典(2003)。「自然與生活科技」學習領域之課程及其實施。2009/4/9，取自 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/nstsc/pdf/book4/01.pdf>。
- 陳照雄(2008)。芬蘭教育制度。台北：心理出版社。
- 楊龍立(2002)。中西科學教育發展簡史。臺北：文景。
- 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)。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>。
- 課程發展議會 (2002b)。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>。
- 鍾聖校(1999)。自然與科技課程教材教法。臺北：五南。
- 魏明通(2002)。科學教育。臺北：五南。
- 外文部分：
- AAAS(1990). *Science For All Americans*. New York: Oxford University Press.
- AAAS(1993). *Benchmarks For Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- AAAS(1998). *Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education*. New York: Oxford University Press.
- AAAS(2000). *Designs For Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- AAAS(2001). *Atlas of Science Literacy*. Washington, DC.
- California State Board of Education(1998).*Science Content Standards for*

California Public Schools(Kindergarten Through Grade Twelve).2009 年 5 月 21 日，取自 <http://www.cde.ca.gov/ci/>。

Fensham, P.J.(1988). Some dilemmas and new directions in science education. In P.J. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (p.14). London: The Falmer Press.

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

Ministry of Education , New Zealand (1993). *Science in the New Zealand Curriculum*.2009 年 5 月 7 日，取自：
<http://www.minedu.govt.nz/NZEducation/EducationPolicies/Schools/CurriculumAndNCEA/NationalCurriculum/Science.aspx>。

Ministry of Education , New Zealand (1995). *Technology in the New Zealand Curriculum*.2009 年 5 月 7 日，取自：
<http://www.minedu.govt.nz/educationSectors/Schools/CurriculumAndNCEA/NationalCurriculum/Technology.aspxm>。

Ministry of Education, New Zealand (2007a). *The New Zealand Curriculum*.2009 年 5 月 7 日，取自 <http://nzcurriculum.tki.org.nz/>。

Ministry of education in New Zealand(2007b). *Years and Curriculum Levels*. 2009 年 5 月 7 日，取自：
<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 年 5 月 28 日取自：<http://curriculum.qca.org.uk/>。

QCA(2004b). *Scien-The National Curriculum for England*. 2009 年 5 月 28 日取自：<http://curriculum.qca.org.uk/>。

附錄 1：「中小學自然科學類課程內涵與取向的研析」研究焦點團體座談會

一、教師組焦點團體座談會

- (一)會議時間：98 年 11 月
- (二)會議內容：將本研究所擬之議題以討論大綱方式呈現，會議中先概述本研究之背景與目的，再依此討論大綱共同討論。
- (三)參與人員：包含 1 位國中校長、1 位國小校長、2 為國中主任、1 位國中老師、3 位國小老師、2 位自然與科技學習領域輔導團老師。

二、教育行政組焦點團體座談會

- (一)會議時間：98 年 11 月
- (二)會議內容：將本研究所擬之議題以討論大綱方式呈現，會議中先概述本研究之背景與目的，再依此討論大綱共同討論。。
- (三)參與人員：包含 2 位教育局(處)長、8 位教育局(處)代理出席人員、1 位前教育處處長(目前為國小校長)

三、專家學者組焦點團體座談會

- (一)會議時間：98 年 11 月
- (二)會議內容：將本研究所擬之議題以討論大綱方式呈現，會議中先概述本研究之背景與目的，再依此討論大綱共同討論。。
- (三)參與人員：包含 2 位大學院長、2 位大學相關系所系主任、2 位大學相關系所教授

附錄 2：「中小學自然科學類課程內涵與取向的研析」研究焦點團體座談會討論
議題大綱

議題一、內容架構

自然課網的內容可有多種呈現方式，如何選擇？

生活科技與自然領域 應該分或合？

(例如：台灣自然與生活科技學習領域課網以八項科學素養來編寫，
是否需要減併？如何減併？而目前教材主要依循綱要附錄之「教
材細目」，「教材細目」內容細碎，教材也相對的繁重。目前的課網「綱
與目」有分清楚嗎？

假如以大概念或核心概念來書寫課網內容，可能有助於學生概念的
統整，有哪些核心概念是值得放綱要的？)

議題二、形式架構

課網是為誰寫的？(主要的閱讀者是誰？)

課網呈現形式是簡略為佳？還是應詳細說明？

(例如：有些國家的形式相當簡單，運用圖像來呈現各部分的關係，
有些國家的綱要分許多層級，每層的說明有重複和呼應上一層，
但較不易讀。)

議題三、能力指標的敘寫方式

能力指標的定位問題？

關於指標敘寫的形式？

(例如：台灣的指標敘寫採用行為目標的方式，情意和態度也如此，
如：5-2-1-2 能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣。
如：3-1-0-2 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。)

是否應該調整敘寫方式？

怎樣的敘寫方式有助於教師理解教學？

議題四、學習評量

課網中應該提供哪種類型的描述或說明來協助教師與學生對目標
的達成？是給原則還是詳細說明？要寫到什麼程度？

(例如：有些國家先給評量的大原則，另有一些國家提供績效的描述。)

議題五、附錄

附錄在課網中的定位？

是否具有規範性？還是只是參考性？

(例如：有些國家提供課網以外的各種附錄和指引，具有參考性和影
響力，因為是國家頒布的文件，由編寫課網的相關人員來負責。)

附錄 3：民國 64 年課程標準自然科學類課程內涵表

學科 \ 項目	目標	課程內涵	備註
自然科學	<p>一、主動探究自然現象及其周圍的事物，養成隨時發現問題，探究問題，及其自行解決問題的習慣以及正確的科學態度。</p> <p>二、經由學習活動過程，瞭解有關物質、能量、與生物等的基本科學概念。</p> <p>三、在學習活動中，獲得觀察、實驗等的科學方法，藉以啟發其獨立思考與創造發明的能力。</p> <p>四、應用科學方法、科學概念，及科學態度於日常生活之中。</p>	<p>在教材方面分為四個類別：</p> <p>一、生物世界</p> <p>1.生物世界是由各種動植物所組成；2.生物的構造與功能是互相配合的；3.生物是在不斷改變；4.生物與環境不斷進行交互作用。</p> <p>二、物質與能量</p> <p>1.自然界的物質均具有其特性並進行交互作用；2.物體間能的供應與接受可引起物體狀況的變化，即為兩物間的交互作用；3.能有許多不同的形式並可互相轉換；4.能量可以傳播。</p> <p>三、系統相對性</p> <p>1.物體位置與運動隨觀察者觀點而異；2.地球、月球和太陽相對位置的改變和時間有關；3.地球與月球可構成一個系統——是太陽系的一個次系。</p> <p>四、我們所住的地球</p> <p>1.地球上的物質不斷的在進行交互作用與變化；2.地球上的大氣不斷的在變化。</p>	<p>51年公布的課程標準為「低年級常識」以及「中高年級自然」，64年所公布的課程標準則取消低年級常識，改為1-6年級的「自然科學」。</p>

附錄 4：民國 82 年課程標準自然科學類課程內涵表

學科 \ 項目	目標	課程內涵	備註
自然	<p>一、主動探究自然現象及其周圍的事物，養成隨時發現問題，探究問題，及自行解決問題的能力。</p> <p>二、經由學習活動，瞭解有關物質、能量、地球環境與生物等的基本科學概念。</p> <p>三、在學習活動中，獲得觀察、實驗等科學方法，藉以啟發其獨立思考與創造發明的能力。</p> <p>四、應用科學方法、科學概念、科學態度於日常生活中事物之處理，並養成欣賞自然、愛護自然、保護環境的情操。</p>	<p>自然教材，以探討自然現的現象為主，並分為三個領域：</p> <p>一、物質與能</p> <p>1.運動現象的描述及力與運動的關係；2.熱現象的探討；3.聲的現象；4.光與色彩的探討；5.電磁的作用現象；6.水的探討；7.空氣的探討；8.氧化還原的探討；9.酸與鹼的探討。</p> <p>二、生命現象</p> <p>1.生物各具有可辨認的特性；2.生物的構造與功能是互相配合的；3.生物及其生活環境。</p> <p>三、地球環境</p> <p>1.天象與時空概念；2.環境與資源。</p>	<p>在教材方面，由原本的四個類別縮減為三個領域，課程名稱也從「自然科學」改為「自然」。</p>

附錄 5：民國 92 年課程綱要自然科學類課程內涵表

領域 內涵	生活課程	自然與生活科技學習領域	備註
學習階段	1-2 年級	第一階段：1-2 年級 第二階段：3-4 年級 第三階段：5-6 年級 第四階段：7-9 年級	1. 由原本的課程標準改為課程綱要。
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培養探索生活的興趣與熱忱，並具備主動學習的態度。 2. 學習探究生活的方法，並養成良好的做事習慣。 3. 覺知生活中人、我、物的特性，並瞭解彼此間的關係與其變化現象。 4. 察覺生活中存在多元文化與各種美的形式，並養成欣賞的習慣。 5. 察覺自己生活在各種相互依存的網絡中，能尊重並關懷他人與環境。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。 2. 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。 3. 培養愛護環境、珍惜資源、尊重生命的知能與態度，以及熱愛本土生態環境與科技的情操。 4. 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。 5. 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。 6. 察覺和試探人與科技的互動關係。 	2. 學科內容改為「生活課程」以及「自然與生活科技學習領域」。
基本理念	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生活不是學科知識的加總，而是發展各方面知能的源頭。 2. 以生活為主軸，視生活為整體。 3. 生活是孩子與社會文化、自然環境及他人互動後不斷調整與成長的過程。 4. 帶領孩子發現與探究問題，讓孩子嘗試以建設性的方法解決問題、感受成功的經驗，並進而提升想法。 5. 讓孩子經由體驗、操作與行動來探究問題、組織知識、學習做事的方法並提升美感經驗。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自然與生活科技之學習應為國民教育必要的基本課程。 2. 自然與生活科技之學習應以探究和實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧及知能與態度並重。 3. 自然與生活科技之學習應該重視培養國民的科學與技術的精神及素養。 4. 自然與生活科技之學習應以學習者的活動為主體，重視開放架構和專題本位的方法。 	
能力指標	1. 探索與體驗	1. 過程技能：增進科學探究	

	<p>2. 理解與欣賞 3. 表現與運用 4. 溝通與合作 5. 態度與情操</p>	<p>過程之心智運作能力；</p> <p>2. 科學與技術認知：科學概念與技術的培養與訓練；</p> <p>3. 科學與技術本質：科學是可驗證的、技術是可操作的；</p> <p>4. 科技的發展：瞭解科學如何發現與技術如何發展的過程；</p> <p>5. 科學態度：處事求真求實、喜愛探究之科學精神與態度、感受科學之美與影響力；</p> <p>6. 思考智能：對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力，以及資訊統整能力；</p> <p>7. 科學應用：應用科學知識以及探究方法以處理問題的能力；</p> <p>8. 設計與製作：能夠運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品。</p>	
--	--	--	--

附錄 6：英國自然科學類課程內涵表

國家 內涵	英國
學習階段與時數	<p>英國的學習階段區分為四個階段：</p> <p>關鍵階段 1：5-7 歲(1-2 年級)</p> <p>關鍵階段 2：7-11 歲(3-6 年級)</p> <p>關鍵階段 3：11-14 歲(7-9 年級)</p> <p>關鍵階段 4：14-16 歲(10-11 年級)</p> <p>在學習節數方面，關鍵階段 1 每星期約 1.5 小時，佔總課程時數的 7%；關鍵階段 2 每星期約 2 小時，佔總課程時數的 9%</p>
教學/基本理念	<p>英國的自然課程重視「科學探究」能力、問題解決能力的培養，並有以下四個面向：</p> <p>(一)心靈發展：學生經由感受自然的、物質的、物理的世界，反思他們所在的世界並探索問題，例如：生命是從什麼時候開始和從什麼地方來？</p> <p>(二)道德發展：協助學生瞭解作結論需要的是觀察和證據，而非先入為主的想法或偏見，以及經由討論科學知識的使用之意涵，瞭解科學知識的使用益處和害處皆有。</p> <p>(三)社會發展：協助學生瞭解意見如何形成，而且決定的判斷會受實驗的結果影響，此外，還要注意在討論社會議題時，科學證據的不同詮釋觀點如何使用。</p> <p>(四)文化發展：協助學生瞭解過去科學的發現和概念如何影響人們的思考、感覺、創造、行為和生活，並注意不同文化的差異如何影響科學概念可以被接受的、被運用的、和評價的範圍。</p> <p>同時，也希望透過自然課程的教學，增進學生以下各面向的能力：</p> <p>(一)溝通：經由在各種不同的情境脈絡下，找出和傳遞事實、概念、意見並發展之。</p> <p>(二)數字的應用：透過蒐集、思考、分析第一手和第二手資料並發展之。</p> <p>(三)資訊科技：透過使用廣泛適用資訊科技。</p>

	<p>(四)與他人合作：經由實行科學的研究來促使學生與他人合作。</p> <p>(五)增進學習和表現：透過反省他們做了些什麼和分析他們所完成的事。</p> <p>(六)問題解決：找到方法以創造性的答案解決科學的問題。</p> <p>(七)思考技巧：經由從事科學的探究過程並發展之。</p> <p>(八)企業的能力：學生學習關於科學家的工作，以及科學的概念如何被運用於科技產品和過程並發展之。</p> <p>(九)與工作有關的學習：經由學習以科學為基礎的產業和商業，以及與地方科學家、工程師和工作場所聯繫並發展之。</p> <p>(十)永續發展的教育：經由發展學生以科學為基礎之作決定的能力，以及探究與科學和科技應用有關的價值和倫理，並發展學生在一些主要概念的知識和理解，例如：多樣性和互相依賴。</p>
<p>內容架構</p>	<p>檢視國家課程的組織和內容，國家的課程需達到下列目的：</p> <p>(一)檢視學習方案，並減少課程建議，讓學校可以有更多的彈性設計課程，使課程可以符合每一個學生的需求和能力。</p> <p>(二)加強學校對提升讀、寫、算能力的重視。</p> <p>(三)提供學生廣度和平衡的法定學習課程。</p> <p>(四)修訂的課程立基於三項基礎目標(成為成功的學習者；成為有自信的人；成為有責任的公民)。</p> <p>(五)強調讀寫算、資訊溝通能力、學習和思考技巧、個人的、情緒的和社會的技巧等能力對學習和生活的重要性。</p>
<p>課程目標</p>	<p>以下將以關鍵階段 1-2、3 為例：</p> <p>{關鍵階段 1-2}</p> <p>提升學生心靈、道德、社會和文化發展</p> <p>(1) 心靈發展：學生經由感受自然的、物質的、物理的世界，反思他們所在的世界並探索問題，例如：生命是從什麼時候開始和從什麼地方來？</p> <p>(2) 道德發展：協助學生瞭解作結論需要的是觀察和證據，而非先入為主的想法或偏見，以及經由討論科學知識的使用之意涵，瞭解科學知識的使用益處和害處皆有。</p> <p>(3) 社會發展：協助學生瞭解意見如何形成，而且決定的判斷會受實驗的結果影響，此外，還要注意在討論社會議題時，科學證據的不同詮釋觀點如何使用。</p>

(4) 文化發展：協助學生瞭解過去科學的發現和概念如何影響人們的思考、感覺、創造、行為和生活，並注意不同文化的差異如何影響科學概念可以被接受的、被運用的、和評價的範圍。

透過自然科主要增進的能力

- (1) 溝通：經由在各種不同的情境脈絡下，找出和傳遞事實、概念、意見，發展之。
- (2) 數字的應用：透過蒐集、思考、分析第一手和第二手資料，發展之。
- (3) 資訊科技：透過使用廣泛適用資訊科技。
- (4) 與他人合作：經由實行科學的研究
- (5) 增進學習和表現：透過反省他們做了些什麼和分析他們所完成的事。
- (6) 問題解決：找到方法以創造性的答案解決科學的問題。

其他面向

- (1) 思考技巧：經由從事科學的探究過程，發展之。
- (2) 企業的能力：學生學習關於科學家的工作，以及科學的概念如何被運用於科技產品和過程，發展之。
- (3) 與工作有關的學習：經由學習以科學為基礎的產業和商業，以及與地方科學家、工程師和工作場所聯繫，發展之。
- (4) 永續發展的教育：經由發展學生以科學為基礎之作決定的能力，以及探究與科學和科技應用有關的價值和倫理，並發展學生在一些主要概念的知識和理解，例如：多樣性和互相依賴。

{關鍵階段 3-2007 年版}

關鍵概念 (Key concepts：要理解的概念)

1-1 科學的思考

- a. 運用科學的概念和模型去解釋環境，進而可產生創意性理論或檢驗理論。
- b. 可對觀察和實驗取得的證據作批判性的分析和評鑑。

1-2 科學的應用和意涵

- a. 探究科學概念的創意性的應用如何在人們的思考和行為下，帶來科技的發展和連續性的改變。

	<p>b. 檢驗使用和應用科學會有的倫理和道德的含意。</p> <p>1-3 文化的理解</p> <p>a. 瞭解現代科學在許多不同社會和文化中，有其根源，所以在科學的實踐上多種正確的取向。</p> <p>1-4 合作</p> <p>a. 在各種學科和領域，分享發展和建立共同性的理解。</p> <p>□關鍵過程（要學習到的能力）</p> <p>2-1 實踐和探究的能力</p> <p>2-2 可對證據作批判性的理解</p> <p>2-3 溝通</p>
<p>附錄、實施 與配套</p>	<p>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。例如在英國國定課程的網站，針對評量的部分會提供老師如何評量的相關資源和指導(Assessing Pupils' Progress ，APP)。參考網站：</p> <p>http://nationalstrategies.standards.dcsf.gov.uk/primary/assessment/assessingpupilsprogressapp</p>

附錄 7：紐西蘭自然科學類課程內涵表

<p>國家</p> <p>內涵</p>	<p>紐西蘭</p>
<p>學習階段與時數</p>	<p>紐西蘭科學課程分為八級，能力發展與指標有七：第一二級合併，其餘維持各級；每一級都有向下延伸和向上擴展的彈性。</p> <p>在學習節數方面，因教育權力下放，因此對各領域的教學時數、必選修的規定等，由各校按實際狀況自訂，只要通過紐西蘭資格審議局的認可，達成教育部課程綱要的目標即可。</p>
<p>基本理念</p>	<p>紐西蘭的科學教育的基本理念是以一系列依各個主軸分類的成就目的 (aims)來表示，而每個階層的成就目標(objectives)是從這些目的衍生出來，也同樣依照各個主軸予以分類。</p> <p>一、「科學特質」(Nature of Science)：統合整個科學領域的主軸，透過它，學生學習什麼是科學以及科學家是如何工作的。他們發展技能、態度和價值觀，以建立了解世界的基礎；他們領會科學知識雖然是持久的，但也同時不斷地接受新證據的考驗和重新評價；他們學習科學家如何進行研究，視科學為一個對社會有用、有價值的知識系統；他們學習如何溝通科學的想法，並且連結科學知識和日常生活的決定與行動。這些學習成果之達成，是透過底下的四個主要內容情境(contexts)——科學知識在這些情境中發展出來，並持續發展下去。</p> <p>二、「生命世界」(Living World)：這個主軸是有關生物以及他們彼此之間、和環境之間如何交互影響。學生發展對於生物多樣性與生命歷程、生物在哪裡與如何演化、演化是生命歷程和生態系統之間的連結、人類對各種生物的影響等方面的了解，因此，他們在面對重要的生物學議題時，能夠做出更明智的決定。強調的重點在紐西蘭的生物學，包含紐西蘭獨特的動植物群和生態系統的永續性。</p> <p>三、「地球和宇宙」(Planet Earth and Beyond)：這個主軸是有關地球的互動系統和過程、太陽系的其他部分及外太空。學生學習地球的地界、水界、大氣和生物圈等次系統是相互依存的，全部都很重要。他們覺察、了解人類可以正面和負面地影響這個相互依存關係。學</p>

	<p>生同時也學習，除了來自太陽的能源之外，地球提供所有支持生命所需的資源，身為人類的我們應該做這些有限資源的保護者。這表示學生知道也了解地球的四大次系統跟太陽系之間的種種互動關係，而後學生能夠去處理我們的地球所面對的問題，在保護和運用地球資源上，做出明智的決定。</p> <p>四、「物理世界」(Physical World)：這個主軸提供許多物理現象的解釋，包含光、聲音、熱、電、磁、波、力和運動，統合為能量的概念，它在各種形式之間轉換但能量不減。透過物理的研究，學生了解物理世界各部份之間的互動以及如何表徵它們的方式。物理學的知識讓人們能夠了解許多當前的議題和挑戰，以及潛在可能的科技解決之道。</p> <p>五、「物質世界」(Material World)：這個主軸涉及物質及其變化的研究，在研究化學當中，學生了解物質的組成和特性、它所經歷的變化和其中涉及的能量；他們運用對於化學基本特質的了解，去理解週遭的世界；他們學習利用原子、分子和離子的特性與作用來詮釋他們的觀察；他們學習運用化學的符號和公式來溝通他們的了解。運用化學知識，他們更能夠了解跟科學相關的挑戰，比如環境永續性，新材料、藥物和能源的發展。</p> <p>所有一到十年級的學生，都必須學習核心主軸一科學特質，其他的主軸提供學習的內容情境。一到十年級的科學課程應包含所有四個內容情境主軸的學習。</p> <p>十一到十三年級的學生可以選修專攻一個或一個以上的科學學科，視他們學校所提供的課程選擇而定，內容情境主軸底下列出的成就目標，提供的是以主軸為主的選修，但學校可以提供更多的課程選擇，例如，學校可以提供生物化學、生態永續教育、農業、園藝、生理學或電子學等課程。</p>
<p>教學/課程理念</p>	<p>在理念方面，主要有以下幾點：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.科學是探索、了解和解釋自然、物理世界和宇宙的一種方式。 2.科學的學習包含：提出和驗證想法，收集證據（觀察、調查、實驗模擬、

跟別人溝通辯論)，以發展科學知識和解釋。

3.在生活許多方面，科學能幫助解決問題和做決定，因應重大挑戰和機會時，須以科學觀點處理，同時考慮社會和倫理因素。

在紐西蘭課程的內容架構方面，主要有兩點特色：

1.總綱論述架構之全面性

紐西蘭 Y1--Y13 課程的官方文件主要有二：

(1) 課程總綱 (The New Zealand Curriculum)，內含兩大部分：

- 學習方向：從願景為起始點，論及價值觀、關鍵能力、學習領域、成就目標，綜合歸納成為理念原則。
- 課程領導：目的和範圍、有效教學和評量、學校課程之設計與檢討。

願 景	有自信、與人合作、積極參與、終身學習的年輕人
理念原則	高度期望，威當義條約(毛利文化)，文化多元性，融合教育，學習如何學習，社會參與，連貫性，未來取向。
價 值 觀	卓越；創新、探究和好奇心；多元；平等；群體和參與；生態永續；誠實；尊重。
關鍵能力	思考能力，運用語言、符號與文本，自我管理，人際關係，參與和貢獻社會。
學習領域	英語，藝術，健康與體育，語言學習，數學與統計，科學，社會科學，科技。
成就目標	分為八個層級來設定學習發展與能力指標。

(2) 各學習領域的課程聲明書 (Curriculum Statement)

2. 課程總綱中，對於學習領域之說明

紐西蘭課程總綱統一揭示各學習領域的要點，包含：

- What is _____(學習領域) about? --主要內涵
- Why study _____(學習領域)? --重要性，對學生生活的影響
- How is the learning area structured? --架構(成就目標/能力指標的基礎)

以不超過兩頁 A4 的篇幅，讓教師清楚了解學習領域的主要內涵、重

內容架構

	<p>要性、學科架構與能力發展主軸，成就目標與各科課程聲明書根據這些說明連貫發展。</p> <p>2007 年最新修訂的課程綱要，內含兩大部分：</p> <p>一、學生學習之指引(Directions for Student Learning)：以願景(vision)為起點，而理念原則(principles)為所有課程與教學的基礎，並論及價值觀(values)、關鍵能力(key competencies)、學習領域(learning areas)及其成就目標(achievement objectives)。</p> <p>二、學校課程之指導(Guidance for School)：包含目的和範圍(purpose and scope)、有效教學和評量(effective pedagogy)、學校課程之設計與檢討(school curriculum: design and review)，以及對學校董事會之要求。</p>
能力指標	<p>包含五大部分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 科學的本質（統整五大部份的主軸） <ul style="list-style-type: none"> 之下分四部份敘寫學生能力： (1)了解科學 (2)研究科學 (3)用科學溝通 (4)參與和貢獻 2. 生活世界 <ul style="list-style-type: none"> 之下分三部份敘寫學生能力： (1) 生命歷程 (2) 生態學 (3) 演化 3. 地球和宇宙 <ul style="list-style-type: none"> 之下分三部份敘寫學生能力： (1) 地球系統 (2) 互動系統 (3) 天文系統 4. 物理世界—學生會：

	<p>物理探究和物理概念</p> <p>5. 物質世界</p> <p>之下分二部份敘寫，學生會：</p> <p>(1) 物體的性質與變化</p> <p>(2) 化學和社會</p>
<p>評量</p>	<p>紐西蘭課程綱要談及評量(Assessment)的部分有以下四點：</p> <p>(一)評量的主要目的是：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.改善學生的學習--所以要在學習過程中，有焦點的、適時的收集、分析、解釋和運用有關學生進展的證據，很多時候這種評量是發生在教師的心中，讓教師能洞見學生狀況，調整後續的教學行動。 2.改善教師的教學--教學是一個探究的過程，評量是不可或缺的部分，教師在學習活動中或單元結束時，運用多元的評量方式來了解自己的教學是否成功。 <p>(二)有效評量的特徵：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.使學生受惠—學生清楚了解自己知道什麼、能做什麼、還需學習什麼、學習有何進展，能提升學習動機，增強自信心。 2.讓學生參與—學生跟老師、家長和同學討論、釐清和反思自己的學習目標、策略和進展，培養自我評量和同儕評量的能力，增加自我管理能力。 3.支持教和學的目標—學生了解預期結果和成功標準，老師強調重要的結果，並給予學生回饋來幫助他們達成目標。 4.預先計畫和清楚溝通—結果、教學策略和評量密切結合，學生預先知道他們將會如何被評量，以及為何如此評量。老師的教學計畫有彈性，可以因應新訊息、機會或洞見來改變調整。 5.與目的相符—透過多種正式和非正式的評量方式來收集證據，這些方式與學習活動的性質、學生個人的特質和經驗、評量目的是相配的。 6.有效且公平的—老師從多種管道來源獲得和詮釋評量資訊，並運用專業來判斷這些證據、做出決定。對學生學習狀況的結論，必須來自不只一種評量的證據，才有可能有效、讓人信服的。 <p>(三)全校性的評量：學校應收集與分析全校性的評量資料，作為改變政</p>

策或課程、改變教學方法、以及向董事會、家長和教育部報告的基礎。亦可用以比較不同學生團體的相對成就，或對照全國性的標準來了解學校學生的成就。

(四)國家資格檢定系統(National Certifications Framework):課程綱要是此一系統持續發展成就標準和單元標準的依據，兩者合起來，給了學校設計與實施課程的彈性空間，讓學生有適合自己的學習進路。並非每個課程面向都需要評量，也避免 11-13 年級過度的考試。

附錄 8：美國自然科學類課程內涵分析表

<p>國家</p> <p>內涵</p>	<p>美國</p>
<p>學習階段與時數</p>	<p>AAAS 所出版的《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy) 中，將年級分為四個階段來敘寫：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 幼稚園到二年級 2. 三年級到五年級 3. 六年級到八年級 4. 九年級到十二年級 <p>加州科學的課程標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)中，則是將年級分為 10 個階段並分開敘寫其標準內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 幼稚園 2. 一年級 3. 二年級 4. 三年級 5. 四年級 6. 五年級 7. 六年級 8. 七年級 9. 八年級 10. 九至十二年級 <p>在教學時數方面，加州並沒有規定的必需的時間分配，但有建議每天 1 小時選擇想進的實驗室，顯示加州對於科學實驗的重視。</p> <p>資料來源：Middle Grades Courses of Study and Instructional Time http://pubs.cde.ca.gov/tcsii/ch3/imprtnttimemdlgrds.aspx</p>
<p>基本理念</p>	<p>在 AAAS 出版的《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)一書中，對於自然科學的部分，提出了三方面的建議，由此可以看出美國對於未來科學教育發展的理念方向有以下三項(AAAS, 1990；美國科促會，無日期 a)：</p>

	<p>(一)科學世界觀：</p> <p>針對科學家對於從事自然科學工作的共同基本信念和態度，包含了認為世界是可以被認知的、科學理念是會改變的、科學知識的永久性、科學不能為所有問題提供完整答案等。雖然研究科學的過程是一個發掘和獲得知識的過程，但此過程需要仔細地觀察現象，並從觀察中創立各種理論，因此知識變化是不可避免的。另外，科學家反對能獲得絕對真理的概念，並認為其中不確定性是事物本性的一部分，但絕大部分知識都具有持久性，例如愛因斯坦所提出的相對論。</p> <p>(二)科學探究</p> <p>基本上，科學在依據證據、利用假設和理論、運用邏輯推理等很多方面是相同的，倘若離開了具體的調查研究背景，科學探究就難以敘述清楚。因此，在這方面提出科學需要證據、科學是邏輯和想像的融合、需鑑別以避免偏見、不仰賴權威等觀念。</p> <p>(三)科學是具冒險精神的事業</p> <p>把科學比擬為一項具有冒險精神的事業，而且具有個人、社會和團體三個層面，所以在這邊提出科學是一項複雜的社會活動、科學由學科組成並由不同機構研究、科學研究中有普遍接受的道德規範、科學家參與公共事務時既是科學家也是公民等觀點。</p>
內容架構	<p>加州的科學課程標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)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。</p> <p>幼稚園、1、2、3、4、5 年級的內容大致分為 4 個主題：</p> <p>一、物理科學(Physical Sciences)</p> <p>二、生命科學(Life Sciences)</p> <p>三、地球科學(Earth Sciences)</p> <p>四、調查和實驗(Investigation and Experimentation)</p> <p>6、7、8 年級的內容分為 2 個主題：</p> <p>一、地球科學的焦點(Focus on Earth Sciences)：底下再細分次主題</p> <p>二、調查和實驗(Investigation and Experimentation)</p> <p>9-12 年級的內容分為 5 個主題：</p>

- 一、物理(Physics)
- 二、化學(Chemistry)
- 三、生物/生命科學(Biology/Life Sciences)
- 四、地球科學(Earth Sciences)
- 五、調查及研究(Investigation and Experimentation)

在美國加州科學課程標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)中，內文並未提及學習評量的部分。

不過，《科學素養的基準》則依據《面向全體美國人的科學》的理念，以科學世界觀、科學探究，以及科學是具冒險精神的事業等三個面向來提出每個階段結束時學生應了解的事項。其內容如下(AAAS，1993；美國科促會 2061 計畫，無日期 b)：

一、科學世界觀

學習評量

	該階段結束後學生應了解的事項
k-2	<ul style="list-style-type: none"> • 當使用之前用過的方法進行一項科學調查時，將預期得到相似的結果。 • 於不同的地方進行相同的科學調查，應採用相同的方法。
3-5	<ul style="list-style-type: none"> • 用類似的科學調查時，其結果很少是完全相同的。因為可能是因為所調查的事物有出乎意料的區別，或是因為對採用的調查方法和進行調查的環境不熟悉，而有時僅僅是因為觀察不準確所導致。總之，人們往往不知道是哪一個原因。
6-8	<ul style="list-style-type: none"> • 當以相似的調查方式而獲得不同結果時，科學面臨的挑戰是要判斷這種差異是否重要，而這必需要做進一步的研究才能確定。即使結果相似，科學家們仍要重復進行許多次實驗後，才能確定結果正確與否。 • 當新的資訊挑戰現行的理論時，或新的理論使人們對先前的觀察有新的認識時，科學知識都將會被修正。 • 部分過去的科學知識至今仍有應用的價值。

- 有些事物不能用科學的方法進行有效的檢視。因為，人們不能對這些事物的性質進行客觀的測試，例如道德問題。有時，人們可以用科學來證明某種行為可能產生的後果，以形成道義上的決定。不過，卻不能用科學來確定某些行為是否合乎道德。

9-12

- 科學家們假設宇宙是一個巨大的單一體系。在這個體系中，基本規律處處適用。這些規律有些很簡單，有些卻很複雜，不過，科學家們工作時總是堅持這樣的信念：只要認真地、系統地研究，就可以發現這些規律。
- 關於世界如何運作的科學觀念時常發生重大變化。然而，在大多數情況下，科學知識內容的變化是對先前知識的細微修正，以及變化與延續是科學的永恆特性。
- 無論一個理論與觀察多麼切合，另一個新的理論可能也同樣切合，甚至更加切合，或者適用的觀察範圍更加廣泛。在科學界，驗證理論、修正理論等，偶爾還會揚棄理論，新與舊的代謝永無終止。這種持續不斷的進程，使人們對世界事物運行規律達到日益深入的理解，但是不能達到絕對真理。這種科學進程的價值在於：它使科學家們提供值得信賴的解釋和進行準確預測的能力不斷提高了。

二、科學探究

該階段結束後學生應了解的事項

k-2

- 人們透過對周圍事物的仔細觀察來了解它們，如果也能夠動手做些工作，或者記錄下發生的事情，就會學到更多的東西。
- 在觀察事物時，有借助於溫度計、放大鏡、尺或天平等工具時，比不藉助器材獲得的資訊更多。
- 在科學方面，儘量準確地描述事物是很重要的，因為

		<p>它能使人們互相比較觀察結果。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 當人們對同一個事物作出不同的描述時，通常較好的做法是再進行新的觀察，而不要爭論誰對誰錯。
3-5		<ul style="list-style-type: none"> • 可以運用許多不同的形式來進行科學調查，包括觀察物體的形態、所發生的變化，蒐集樣本進行分析和做實驗。調查研究的內容可以是針對物理的、生物的和社會的問題等等。 • 科學調查的結果很少完全相同，如果差異很大，最重要的是要找出其中的原因。學生們應嚴格按部就班地操作和保持完善的工作記錄，為的是從中找出造成差異的原因。 • 科學家們對於世界上發生的事所做的解釋，一部分來自於他們的觀察，一部分來自於他們的思考。有時，科學家們對同樣的觀察有不同的解釋，這通常會使他們去做更多的觀察，以進一步解釋這種差異。 • 科學家們只關心基於準確的證據、並具有邏輯說服力的關於此事物的行為論點。
6-8		<ul style="list-style-type: none"> • 科學家們所研究的現象和採用的工作方法極不相同。儘管並非所有科學家都遵循固定的研究步驟，但科學調查研究工作通常包括以下內容：蒐集相關事例、運用邏輯推理和想像來提出假設、對所蒐集到的事例進行解釋和判斷。 • 在一次實驗中，如果同時改變的變數不只一個，實驗的結果就不能簡單地歸因於某一個變數。避免外部的變數對研究結果產生影響(甚至確定所有的變數)常常是不可能的。不過，透過合作，研究人員常常能夠形成新的研究方案來處理這種情況。 • 人們對觀察結果的期望常常會影響實際觀察到的結果。對於在某些特定環境下必將發生什麼的強烈信念，會妨礙人們去察覺其他的結果。科學家們知道這

		<p>點會危及科學的客觀性，因此他們在設計實驗和觀測數據時，會採取一些步驟來避免這種干擾。一個較為穩妥的做法就是讓不同的調查人員對同樣的問題做獨立的研究。</p>
	<p>9-12</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 有許多不同的理由來進行科學探索，包括探索新的現象、檢驗前期的結果、試驗理論預言的可信度，以及對不同的理論進行比較。 • 在科學探索中，可以廣泛地應用假設來確定需要重視的資料和需要尋找的新資料，並引導人們對資料(包括新的和已有的數據)來做出解釋。 • 有時科學家為了取得某些證據，可以對實驗條件加以控制。當這樣做卻因實際上的或倫理上的原因而不可能時，他們便努力去觀察盡可能擴大的自然過程的範圍，以便對不同的模式加以區別。 • 在科學的各個領域，對研究哪些內容和怎樣研究有不同的傳統。但是大家對證據、邏輯和好理論的意義卻具有共同的信念。而且，大家一致認為：科學所有領域的進步都依賴於智慧、勤奮的工作、想像力、甚至機遇。 • 由於在任何一个研究小組裡工作的科學家，對於事物常有相似的看法，因此即使組成若干個科學研究小組，也不能消除對他們的研究方法和研究結果的客觀性的疑慮。基於這方面的考慮，人們期望科學研究小組在制定調查計劃和分析數據時，可以儘量摒除偏見。核對彼此的研究結果和解釋能夠有所助益，不過依然無法保證可以完全摒除偏見。 • 在短期內，與科學的主流思想不一定切合的新觀念常常會遭到激烈的批評。在長期而言，新的理論可以從以下幾方面接受批判：與其他理論相適應的情況、它所解釋的現象的範圍、對觀察結果所作的解釋之可信

度，以及預測新發現的有效程度。

- 任何科學領域，新的觀念常常受到孕育這些觀念的環境的限制，它們常常受到科學上的排斥，新的觀念有時是從意想不到的發現中產生的，而新的觀念通常是經過許多研究人員作出貢獻後慢慢地成熟起來。

三、科學是具冒險精神的事業

	該階段結束後學生應了解的事項
k-2	<ul style="list-style-type: none"> • 每個人都可以從事科學工作，並發明一些東西和提出一些想法。 • 以小組形式來進行科學研究常常很有幫助，同學們可以彼此分享發現成果。不過所有的小組成員，應該對這些發現意味著什麼來提出自己個人的結論。 • 學生們可以通過對植物和動物的近距離的觀察學到很多知識。但要知道被觀察生物的需要，以及如何在課堂裡養護好它們。
3-5	<ul style="list-style-type: none"> • 科學是種開創性的工作，世界各地的人都能參與，正如人們幾個世紀以來一直做的那樣。 • 清晰的交流是從事科學工作的基本條件，交流讓科學家可以把自己的工作告訴別人，可以闡述自己的觀點並交由別人評議，並能關注周圍世界的科學發現。 • 科學研究包括不同種類的工作，有許多各年齡階層的，以及不同背景和性別的人都在從事科學工作。
6-8	<ul style="list-style-type: none"> • 不同文化背景、不同時代、不同類型的人，對科學、數學和科技的進步一直都有著重要的貢獻。 • 直至最近，婦女和少數民族由於受到教育和就業機會的限制，他們基本上不能參與很多科學機構的正規工作，僅有極少數克服了這種障礙的人有機會參與，但他們的工作仍可能被科學機構漠視。 • 無論誰從事科學、數學或發明創造，無論他們在何時、

		<p>何地做這些事，他們的工作所產生的知識和技術最終都將造福世界上的每一個人。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 科學家們在學院、大學、商業界、企業界、醫院和許多政府機構從事研究工作。他們的工作場所包括：辦公室、教室、實驗室、農場、工廠以及從天空到海底的自然區域。 • 當研究涉及到人類自己時，科學倫理要求對可能成為實驗對象的人，充分告訴他們這項研究可能會帶來的風險和利益，並且他們有權拒絕參與。科學倫理還要求科學家們不能在事先未告知並得到允許的情況下，故意地使自己的工作夥伴、學生、鄰居和公眾的健康或財產受到危害。由於動物無法自行選擇，所以，用牠們進行科學研究時應該特別小心。 • 在科學方面，電腦已成為無價之寶，因為電腦可以加快並拓寬人們在收集、存貯、彙編和分析資料方面的能力，還可以用來準備研究報告，與全世界的研究人員分享資料和觀點。 • 保持紀錄的準確性、公開性和可複製性，是研究人員維持自己在其他科學家和社會中信譽的最重要的條件。
	9-12	<ul style="list-style-type: none"> • 早期的埃及、希臘、中國、印度和阿拉伯文化是許多科學、數學觀念和科技的發源地。 • 現代科學是基於 500 年前匯集到歐洲的思維傳統，來自於各種文化背景的人們現在仍在對這種思維傳統作出貢獻。 • 科學的進步與發明在很大程度上，依賴於社會其他方向發生的事件，而歷史又常依賴於科學與科技的發展。 • 雖然科學的學科，根據研究的對象、使用的技術和得出的結果相同而有不同，但它們擁有相同的目的和哲學觀，因此它們都是科學事業的組成部分。儘管每門

	<p>學科都提供了一個用來組織和研究知識的概念框架，但科學家在研究問題時，要採用多個學科的資訊和科技。學科之間並沒有固定的界限，常會有新的學科產生於現有學科的交界處，某些分支學科也會從現有的學科中分離出來成為新的學科。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 現行的科學倫理認為對人類的研究，僅能在得到實驗對象允許的前提下進行，即使這種約束限制了某種可能很重要的研究項目，或是影響了研究的成果。面對是否參與一項有可能對社會造成危害的研究這個問題時，大部分科學家認為決定是否參與這類研究，是個人道德問題，而不是職業道德問題。 • 科學家們可以向公眾提供他們所關心問題的資訊、見解和分析方法。科學家在涉及其專業的領域裡，可以幫助人們弄懂事件產生的可能原因，並且估測可能產生的後果。不過當超出他們所學的專業領域時，科學家們就不應享有這樣特殊的信譽了。當科學家本人或與其相關的機構、社區的利益面臨危險時，科學家們對於他們察覺到的利益的偏好不見得比其他群體少。 • 堅定地捍衛科學的傳統，包括接受同儕的評論並加以公開，讓絕大多數科學家具有良好的職業道德。故意欺詐很少見，因為這種做法遲早都會被科學界本身所揭穿。違背這些科學道德傳統的現象一經發現，就會受到科學團體的強烈譴責，違規者就很難再得到其他科學家的尊敬。 • 基金對科學研究方向的影響，是基於哪些研究可得到資助而決定的。研究基金來自於各級聯邦政府機構、企業界和私人基金會。
<p>附錄、實施與配套</p>	<p>美國的科學教育主要是以美國科學促進會(AAAS)為主。因此，美國科學促進會所出版的刊物，成為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。其中有幾本主要的出版品可視為實施與配套的參</p>

考，以下則針對這些出版品進行概述：

一、《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)

本書是以「2061 計劃」針對所有學生，對他們高中畢業時應具備的科學、數學和科技能力提出的建議來寫的。因此，本書奠定了 20 世紀 90 年代全美科學標準運動的基礎。同時，內容也包含「2061 計劃」對科學素養廣義的定義，強調自然和社會科學、數學以及科技概念之間的相互聯繫，並依據一些領域的學習提出具體的建議。

另外，本書還包括了關於有效教學、教育改革以及為改革而進行的下一步行動計劃的說明。由於書中提出了關於科學素養的清晰概念，使國家科學教育在讓學生進行科學素養教育時提供宏偉目標，對很多州的科學教育體系產生了重要的影響。

二、《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)

本書是在「2061 計劃」中所出版的一本綜合敘述類圖書，其將《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，描述在 2 年級、5 年級、8 年級和 12 年級的學生，分別應該了解和掌握的科學、數學和科技知識，此書長期以來已經影響了各州和地方的數學、科學、科技的標準，並成為全美認可的標準。

三、《改革藍圖—科學、數學和科技教育》(Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education)

本書選取了數份專家學者所發表研究論文的概要，而這些研究論文主要是在討論如何使科學素養遠景在所有學生身上實現，以及所需要改革的教育系統。此外，「2061 計劃」還歸納出一些問題，以激發圍繞在研究論文中所提出問題的討論。

本書主要討論三個主題：

- (一)基礎：包含公平性、政策、經費，以及研究等層面的議題。
- (二)學校環境：包含學校組織、課程聯繫、教材與教學方法，以及評量等層面的議題。
- (三)支援體系：包含師資培訓、高等教育、家庭與社區，以及工商界等層面的議題。

四、《科學素養的設計》(Designs For Science Literacy)

本書為「2061 計劃」在整個教育改革工具中較近期的成果。其基本觀念是：將課程改革看視為一個設計問題。本書與所附之光碟，其思考的關鍵問題點在於如何將音頻的教學材料整合到 K-12 的有機教育體系當中，不過書中並沒有提供一份開設課程時可以遵循參照的指南，而只是引導讀者將普遍適用的設計原則，應用到課程設計的具體領域中。

另外，本書還提供了重新構建教學時間、教學策略和內容的多種選擇方案，說明如何使用不同的方法，來迎接課程設計中的挑戰，從而設計出不同一般的課程，並應用於教學目標中。

五、《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)

本書共分為兩冊，以漸進式圖譜的方式來說明科學概念。這些圖說明了學生對於形成他們日後科學、數學和科技素養的基本概念和技能的理解，是如何從幼稚園階段發展到高中階段的。其目的也是要幫助教育工作者去理解和運用科學的教育目標，而更是依據《科學素養的基準》中 K-12 所提之科學教育目標，以及《面向全體美國人的科學》中所提出對成人科學素養的建議來繪製的。

附錄 9：香港自然科學類課程內涵分析表

<p>國家</p> <p>內涵</p>	<p>香港</p>
<p>學習階段與時數</p>	<p>以課程目的來看，香港的中小學課程分成以下幾個學習階段：</p> <p>第一學習階段：小一~小三</p> <p>第二學習階段：小四~小六</p> <p>第三學習階段：中一~中三</p> <p>小一~小六，科學教育，個人、社會與人文教育，以及科技教育整合成常識科。根據小學常識科課程指引，常識科在小學的總學習時間中，應享有12-15%的課時分配。學校可以把其中80%的課時用於常識科主要學習元素的教學，而彈性處理其餘20%的課時。</p> <p>在中一至中三，科學科應享有10-15%的課時分配。而以科技教育為重點的學校，則可採用8-10%的課時分配。這些學校須制訂措施，把學生在科學教育與科技教育中獲得的學習經歷相連繫，形式可包括在科技課堂上引入科學探究和解決問題的活動，並在進行科技學習活動時，透過討論和探索活動，引入或鞏固學生的科學概念。</p> <p>在中三，有些學校會為科學科安排較多課時，其中一種常見的做法是把15%的課時分配給科學科，並由三位理科教師教授不同範疇，各佔5%課時。在這情況下，學校應注意科學課程橫向和縱向的協調，確保涵蓋科學科（中一至中三）課程的核心部分，而任何餘下的課時則用於配合學生的興趣和能力的課題上。</p>
<p>教學/基本理念</p>	<p>照顧學習差異</p> <p>同一班學生，各自有着不同的學習動機、學習風格、學習需要、興趣和能力等。同一個學生在不同的活動中（例如：撰寫科學報告或解決科學難題），可運用不同類型的智能。一些學生較善於直接從圖象及圖表理解資料，而另一些學生則需要透過動手活動進行學習。教師在策畫教學時，應根據學生的各種學習特徵，設計能照顧學生學習差異的教學計畫。</p> <p>科學科（中一至中三）、生物科（中四至中五）、化學科（中四至中五）和物理科（中四至中五）的課程內容，都設有核心和延展部分，方便教師按學生的需要發展具校本特色的科學課程。教師亦可在完成課程的核</p>

心部之餘，選取適當的延展部分，為能力較高或對科學有濃厚興趣的學生，提供更富挑戰性的學習經驗，讓他們的潛能得到充分發揮。

以STS架構課程內涵，探究式教學

科學科（中一至中三）課程強調通過悉心安排的學習活動，幫助學生在掌握科學知識和技能、以至培養客觀的科學態度等各方面得以均衡發展。故此，建議採用探究式教學法，讓學生參與設定問題，設計實驗以尋找答案，進行實驗和分析結果。

內容架構(含教學/課程目標、學習主題內容)

透過不同階段的學校教育，學生將獲得應有的科學知識、技能和態度。在學校教育的各個階段，科學教育的學習目標如下所述：

完成小學階段，學生應能：

- 顯示對科學的好奇心和興趣，提出有關大自然及他們周遭環境的問題；
- 運用重點探索及探究方法，掌握對科學的了解和技能；
- 將他們對科學的了解，與生活和環境連繫起來；
- 將他們對科學的了解與個人健康連繫起來，養成對日常生活中的安全問題有敏銳觸覺，並能採取行動預防危險；
- 運用科學知識及他們對科學的了解，說明及解釋一系列熟悉的現象；以及
- 對如何以關懷和審慎的態度對待生物及環境，有初步的認識。

完成初中階段，學生應能：

- 掌握基本的科學知識及概念，俾能在科學與科技世界中生活並作出貢獻；
- 掌握確定問題、設計實驗以找出解決方案、進行實驗及解釋所得結果的能力；
- 將對科學的了解應用於科技、社會問題及日常生活中；
- 認識科學的貢獻和局限，以及科學知識不斷演進的特質；
- 將他們對科學的了解與個人健康連繫起來，養成對日常生活中的安全問題有敏銳觸覺，並能採取適當行動預防危險；以及

- 認識人類活動對環境的影響，明智地採取保護環境的行動。

共通能力：

《學會學習》提倡了以下九種共通能力：

協作能力、溝通能力、創造力、批判性思考能力、運用資訊科技能力、運算能力、解決問題能力、自我管理能力和研習能力。並鼓勵學校在2001-02 至2005-06 年度，優先發展學生的溝通能力、創造力及批判性思考能力。就科學教育而言，解決問題能力則是另一重要項目。

價值觀與態度：

為培養學生的科學思考及工作方法，可透過科學學習活動建立以下的價值觀和態度：好奇心、堅毅、批判性反思、思想開放、適當地衡量他人建議、對生命及非生命世界的尊重和關愛、對不確知的事物，願意採取容忍的態度、尊重證據、具創意和發明力。

以 STS 理念來架構自然科主題內容：參考圖表

科學、科技與社會下分四個主題軸：1.生命與生活，2.物質世界，3.地球與探空，4.能量與變化

四個主題軸下分 15 個主題：能量轉化、不同形式能力...

實施與配套

4.1 主導原則

近代有關學習和科學教育的理論都指出，知識是由學習者主動建構，而非被動地接收的。故此，學習經歷的組織應以學生為中心，從學生的已有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。教師應考慮學生的不同需要和學習特徵，提供合適的學習環境，以促進學習。

為培養終生學習，學生須掌握自己的學習並對自己的學習負責。引導學生訂立個人學習目標、反思並評鑑自己的學習過程、發展適合自己的學習策略等，都有助促進主導學習，為終生學習奠下基礎。

4.1.1 學生的角色：主動探索與研究

4.1.2 教師的角色：

專業的理科教師擅於營造促進學生與自己一起主動學習的環境。他們透過評估學生的學習及自己的教學，不斷自我改進。他們了解不同學

生的學習特徵，能藉與學生建立密切而持久的關係，加以輔助。教師的角色可以是知識傳授者、資訊提供者、學習促進者、顧問、輔導者、評估者等，並往往身兼多個角色。這些不同的角色的共同抱負都是培養學生成為終身的學習者。理科教師應充分了解課程的宗旨和目標，並透過安排有意義的學習活動把目標實踐：

有提出學與教的主導原則、學生、教師角色，沒提到教材編輯

附錄 10：中國大陸自然科學類課程內涵分析表

一、中國大陸 3-6 年級科學課程內涵分析表

<p>學科 內涵</p>	<p>科學</p>
<p>學習階段</p>	<p>第三階段 3~6 年級</p>
<p>課程目標</p>	<p>一、總目標</p> <p>通過科學課程的學習，知道與周圍常見事物有關的淺顯的科學知識，並能應用於日常生活，逐漸養成科學的行為習慣和生活習慣；瞭解科學探究的過程和方法，嘗試應用於科學探究活動，逐步學會科學地看問題、想問題；保持和發展對周圍世界的好奇心與求知欲，形成大膽想像、尊重證據、敢於創新的科學態度和愛科學、愛家鄉、愛祖國的情感；親近自然、欣賞自然、珍愛生命，積極參與資源和環境的保護，關心科技的新發展。</p> <p>二、分目標</p> <p>(一)科學探究</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道科學探究涉及的主要活動，理解科學探究的基本特徵。 2. 能通過對身邊自然事物的觀察，發現和提出問題。 3. 能運用已有知識作出自己對問題的假想答案。 4. 能根據假想答案，制定簡單的科學探究活動計畫。 5. 能通過觀察、實驗、製作等活動進行探究。 6. 會查閱、整理從書刊及其他途徑獲得的科學資料。 7. 能在已有知識、經驗和現有資訊的基礎上，通過簡單的思維加工，作出自己的解釋或結論，並知道這個結果應該是可以重複驗證的。 8. 能用自己擅長的方式表達探究結果，進行交流，並參與評議，知道對別人研究的結論提出質疑也是科學探究的一部分。 <p>(二)情感態度與價值觀</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 保持與發展想要瞭解世界、喜歡嘗試新的經驗、樂於探究與發現周圍事物奧秘的欲望。

2. 珍愛並善待周圍環境中的自然事物，初步形成人與自然和諧相處的意識。
3. 知道科學已經能解釋世界上的許多奧秘，但還有許多領域等待我們去探索，科學不迷信權威。
4. 形成用科學提高生活品質的意識，願意參與和科學有關的社會問題的討論與活動。
5. 在科學學習中能注重事實，克服困難，善始善終，尊重他人意見，敢於提出不同見解，樂於合作與交流。
6. 意識到科學技術對人類與社會的發展既有促進作用，也有消極影響。

(三)科學知識

1. 學習生命世界、物質世界、地球與宇宙三大領域中淺顯的、與日常生活密切相關的知識與研究方法，並能嘗試用於解決身邊的實際問題。
2. 通過對物質世界有關知識的學習，瞭解物質的常見性質、用途和變化，對物體的運動、力和簡單機械，以及能量的不同表現形式具有感性認識。
3. 通過對生命科學有關知識的學習，瞭解生命世界的輪廓，形成一些對生命活動和生命現象的基本認識，對人體和健康形成初步的認識。
4. 通過對地球與宇宙有關知識的學習，瞭解地球、太陽系的概況及運動變化的一般規律，認識人類與地球環境的相互作用，懂得地球是人類惟一家園的道理。

三、各部分目標的相互關係

上述科學課程的總目標和分目標，勾畫了小學生科學素養的大致輪廓。為了使總目標能夠落實到科學課程的教學組織、教材編寫、教師培訓及課程資源配置之中，《標準》將總目標從科學探究、情感態度與價值觀和科學知識三個領域進行分解，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。好的教學活動，往往能達到多個教學目標。因此，在實踐中，各分

	<p>目標必須作為一個完整的體系來加以把握。</p>
基本理念	<p>學生是科學學習的主體。學生對周圍的世界具有強烈的好奇心和積極的探究慾，學習科學應該是他們主動參與和能動的過程。科學課程必須建立在滿足學生發展需要和已有經驗的基礎之上，提供他們能直接參與的各種科學探究活動。</p> <p>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。</p> <p>科學課程的內容要滿足社會和學生雙方面的需要。應選擇貼近兒童生活的、符合現代科學技術發展趨勢的、適應社會發展需要的和有利於為他們的人生建造知識大廈永久基礎最必需的內容。</p> <p>科學課程應具有開放性。這種開放性表現為課程在學習內容、活動組織、作業與練習、評價等方面應該給教師、學生提供選擇的機會和創新的空間，使得課程可以在最大程度上滿足不同地區、不同經驗背景的學生學習科學的需要。</p>
能力指標 (內容標準)	<p>一、科學探究</p> <p>(一)科學探究內容標準框圖</p> <p>二、情感態度與價值觀</p> <p>(一)情感態度與價值觀內容標準框圖</p> <p>(二)情感態度與價值觀的具體內容標準</p> <p>三、生命世界</p> <p>(一)生命世界內容標準框圖</p> <p>(二)生命世界的具體內容標準</p> <p>四、物質世界</p> <p>(一)物質世界內容標準框圖</p> <p>(二)物質世界的具體內容標準</p> <p>五、地球與宇宙</p>
評價建議	<p>一、充分明確評價的目的</p> <p>(一)評價主題的多元化</p> <p>(二)評價內容的全面化</p>

	<p>(三)評價方法的多樣化</p> <p>(四)評價時機的全程化</p> <p>二、準確把握評價的內容</p> <p>(一)科學探究方面</p> <p>(二)情感態度與價值觀方面</p> <p>(三)科學知識方面</p> <p>三、靈活運用評價方法</p> <p>(一)教師觀察</p> <p>(二)與學生談話</p> <p>(三)傑出表現記錄</p> <p>(四)測驗與考試</p> <p>(五)活動產品分析</p> <p>(六)學生成長記錄袋</p> <p>(七)作業法</p> <p>(八)短周期作業</p> <p>(九)長周期作業</p> <p>(十)評議法</p>
--	--

二、中國大陸 7-9 年級自然科學類課程內涵分析表

學科	科學
內涵	
學習階段	第四階段 7-9 年級
課程目標	<p>一、總目標</p> <p>科學課程以提高每個學生的科學素養為總目標。通過本課程的學習，學生將保持對自然現象較強的好奇心和求知慾，養成與自然界和諧相處的生活態度；瞭解或理解基本的科學知識，學會或掌握一定的基本技能，並能用它們解釋常見的自然現象，解決一些實際問題；初步形成對自然界的整體認識和科學的世界觀；增進對科學探究的理解，初步養成科學探究的習慣，培養創新意識和實踐能力；形成崇尚科學、反對迷信、以科學的知識和態度解決個人問題</p>

的意識；瞭解科學技術是第一生產力，初步形成可持續發展的觀念，並能關注科學、技術與社會的相互影響。

二、分目標

科學課程的分目標包括四個方面：「科學探究（過程、方法與能力）」、「科學知識與技能」、「科學態度、情感與價值觀」、「科學、技術與社會的關係」，現分別詳述如下。

（一）科學探究（過程、方法與能力）

在科學課程中，學生將通過科學探究等方式理解科學知識，學習科學技能，體驗科學過程與方法，初步理解科學本質，形成科學態度、情感與價值觀，培養創新意識和實踐能力。因此，本《標準》強調培養學生進行科學探究所需要的能力，增進對科學探究的理解。具體包括以下內容：

1. 發展觀察現象和提出問題的能力，增進對提出問題意義的理解；
2. 發展提出猜想和形成假設的能力，瞭解假設對科學探究的作用；
3. 發展制定計劃、進行簡單的實驗設計和手腦並用的實踐能力，認識實驗在科學探究中的重要性；
4. 發展收集資訊和處理資訊的能力，理解收集、處理資訊的技術對科學探究的意義；
5. 發展科學解釋和評價的能力，瞭解科學探究需要運用科學原理、模型和理論；
6. 發展表達和交流的能力，認識表達和交流對科學發展的意義，認識探究的成果可能對科學決策產生積極的影響

（二）科學知識與技能

瞭解或理解基本科學事實、概念、原理和規律，學會或掌握相應的基本技能。能用所學知識解釋生活和生產中的有關現象，解決有關問題。瞭解科學在現代生活和技術中的應用及其對社會發展的意義。

統一的科學概念和原理。在自然科學的發展過程中，形成了一

些統一的概念和原理，它們反映了自然界的內在的統一性。通過本課程的學習，學生將逐步加深對下列基本的概念與原理的理解：物質、運動與相互作用，能量，資訊，系統、結構與功能，演化，平衡，守恆。

生命科學領域。瞭解生命系統的構成層次，認識生物體的基本構造、生命活動的基本過程，以及人、健康、環境之間的相互關係。逐步領會生物體結構與功能的統一、生物體與環境的統一和進化的觀念，認識生命系統是一個複雜的開放的物質系統。

物質科學領域。瞭解物質的一些基本性質，認識常見的物質運動形態，理解物質運動及其相互作用過程中的基本概念和原理。初步建立關於物質運動和物質結構的觀念，認識能量轉化與守恆的意義，會運用簡單的模型解釋物質的運動和特性。

地球、宇宙和空間科學領域。瞭解地球、太陽系和宇宙的基本情況及其運動變化的規律，瞭解人類在空間科學技術領域的成就及其重大意義。瞭解在人類生存的地球環境中陽光、大氣、水、地殼、生物和土壤等是相互聯繫、相互影響、相互制約的整體，建立人與自然和諧相處的觀念。

(三)科學態度、情感與價值觀

科學態度、情感與價值觀是科學精神的重要內容，是科學課程目標的重要方面，科學態度、情感與價值觀的培養應該貫穿在科學教育的全過程。通過科學課程的學習，學生將：

1. 對自然現象保持較強的好奇心和求知欲，養成與自然界和諧相處的生活態度；
2. 尊重科學原理，不斷提高對科學的興趣，關心科學技術的發展，反對迷信；
3. 逐步培養創新意識，敢於依據客觀事實提出自己的見解，能聽取與分析不同的意見，並能夠根據科學事實修正自己的觀點，初步養成善於與人交流、分享與協作的習慣，形成尊重別人勞動成果的意識。
4. 增強社會責任感，形成用科學技術知識為祖國和人民服務的

	<p>意識。</p> <p>(四)科學、技術與社會的關係</p> <p>理解科學、技術與社會的關係是現代公民科學素養的重要內涵，對這一部分內容的學習是培養學生理論聯繫實際的作風、參與社會決策的意識、形成可持續發展觀念的關鍵。通過科學課程的學習，學生將：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1·初步認識科學推動技術進步、技術又促進科學發展的相互關係，初步認識社會需求是科學技術發展的強大動力； 2·瞭解科學技術在當代社會經濟發展中已成為一種決定性因素，科學技術是第一生產力； 3·瞭解技術會對自然、人類生活和社會產生負面影響，初步懂得實施可持續發展戰略的意義； 4·瞭解科學技術不僅推動物質文明的進步，也促進精神文明的建設與發展，科學技術是一項重要的社會事業，每一個公民都應該關心並有權利參與這項事業。
<p>基本理念</p>	<p>全面提高每一個學生的科學素養是科學課程的核心理念。</p> <ol style="list-style-type: none"> (一)面向全體學生 (二)立足學生發展 (三)體現科學本質 (四)突出科學探究 (五)反映當代科學成果
<p>能力指標 (內容標準)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 一、科學探究(過程、方法與能力) <ol style="list-style-type: none"> (一)科學探究的目標和要求 (二)進行科學探究所需要的實驗技能 二、生命科學 <ol style="list-style-type: none"> 主題1 生命系統的構成層次 主題2 生物的新陳代謝 主題3 生命活動的調節 主題4 生命的延續和進化 主題5 人、健康與環境

	<p>三、物質科學</p> <p>主題 1 常見的物質</p> <p>主題 2 物質的結構</p> <p>主題 3 物質的運動與相互作用</p> <p>主題 4 能與能源</p> <p> (一) 能量轉化與守恆</p> <p> (二) 能源與社會</p> <p>四、地球、宇宙和空間科學</p> <p>主題 1 地球在宇宙中的位置</p> <p>主題 2 人類生存的地球</p> <p>五、科學、技術與社會的關係</p> <p>主題 1 科學史</p> <p>主題 2 技術設計</p> <p>主題 3 當代重大課題</p>
<p>評價建議</p>	<p>科學課程應在科學探究（過程、方法和能力），科學知識與技能，科學態度、情感與價值觀以及對科學、技術與社會關係的認識等四個方面對學生進行全面的評價。</p> <p>(一) 評價主體</p> <p>(二) 評價內容</p> <p> 1. 對科學探究（過程、方法和能力）的評價</p> <p> 2. 對科學知識與技能的評價</p> <p> 3. 對科學態度、情感與價值觀的評價</p> <p> 4. 對科學、技術與社會關係認識的評價</p> <p>(三) 評價方法</p> <p> 科學課程（7~9 年級）採用的評價方法主要有連續觀察與面談、實踐活動、書面測試、個人成長記錄等方法。</p>

附錄 11：芬蘭自然科學類課程內涵分析表

<p>國家</p> <p>芬蘭</p>	<p>芬蘭</p>
<p>學習階段與時數</p>	<p>基礎教育階段(1-9 年級均於同一所學校)(陳之華,2008;陳照雄,2008)</p> <p>1-6 年級(低年級、小學階段):學識教育,採班級教學</p> <p>7-9 年級(高年級、前期中等教育):科目教學,採彈性學生分組</p> <p>以下為每學年度中每週單元課程數目:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.環境和自然研究學(1-4 年級):9 單元 2.生物學和地理(5-6 年級):3 單元 3.物理學和化學(5-6 年級):2 單元 4.生物學和地科(7-9 年級):7 單元 5.物理學和化學(7-9 年級):7 單元 6.健康教育學(7-9 年級):3 單元
<p>教學/基本理念</p>	<p>一、環境和自然研究學</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.學科範圍整合物理學、地理學、物理學、化學以及健康教育,教學內容包含足以支撐發展的遠景。 2.教學目標在於讓學生知道並理解自然和建築環境、自己和他人、人類的多樣、以及健康和疾病。 3.本學科建基於與學生環境及本身相關的研究、問題取向、事情、現象和事件。 4.環境和自然學科的內容選擇,以學生具備的先決條件和發展階段做為基礎。 <p>二、生物學和地理學(5-6 年級)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.讓學生去學習辨認生物的種類,並理解有機體和他們環境的相互影響,同時學著去欣賞和保護生物的多樣性。 2.教學目標在引導學生了解他自己,例如,人類是自然界的一部分。 3.在戶外教學中,學生可以在自然中獲得正向的經驗,並且學習觀察環境。 4.教學內容必須是以探究為基礎的學習,戶外及室內的教學並重。 5.讓學生理解與人類活動和自然世界有關的現象,以及這些現象在不同區

域的相互影響。

- 6.地理的教學目標在擴展學生從芬蘭到全歐洲的概念，以及世界其他的部分。
- 7.健康教育在5至6年級中合併於生物學和地理學的教學內容，其教學目標在讓學生理解他們個人的成長和發展，像是身體的、心理學的和社會的過程，以及人和他(她)們環境間的相互影響。
- 8.教學內容強調對保護自然以及保存生命環境的責任感。

三、物理學和化學(5-6年級)

- 1.除了學生對自然現象、物體和物資的觀察和調查，本學科教學內容自學生先前已有的知識、技巧以及經驗開始，這樣他們對基礎的概念和原則才會有所進步。
- 2.教學內容必須鼓勵學生學習科學，幫助他們思考一個美好和安全環境的重要性，同時教導學生關心他們的環境並對之產生責任感。
- 3.健康教育需整合於本學科的教學內容中。

四、生物學(7-9年級)

- 1.教學目標在給學生觀察和調查自然的能力。
- 2.教學目標在讓學生得到進化導讀、生態系統的基礎，以及人類的結構和生命機能。
- 3.教學內容在引導學生把注意力放在人和自然休生養息之間的關係，以及保護環境責任的重要性。
- 4.教學內容必須是以探究為基礎的學習，來發展學生自然科學的思考。
- 5.教學內容在提升學生的自然知識，並引導學生理解基本的自然現象。

五、地理學(7-9年級)

- 1.教學內容在研究世界不同地區和地區的現象，並發展學生世界地理的概念。
- 2.教學目標在發展學生調查自然、建築、社會環境，以及人與環境互動的能力，並從本土提升到世界的層級。

- 3.引導學生注意世界當前發生的事件，並判斷這些事件對自然和人類活動的衝擊。
- 4.提升學生文化知識及能力，理解多變的人類生活和生命環境維繫在世界的進步上。
- 5.地理學的教學內容提供自然科學和社會科學間思考的橋梁。
- 6.引導學生重視世界上的自然科學、文化、社會以及經濟現象間的因果關係。

六、物理學(7-9 年級)

- 1.本階段主要任務在拓寬學生的物理學知識以及自然物理的概念，並加強從實驗中獲得資訊的技巧。
- 2.物理學教學內容自學生先前已有的知識、技巧、經驗開始，讓他們觀察自然的物體、物質和現象。
- 3.實驗的目的在幫助學生理解科學並學習新的科學概念、原則和模式；發展實驗工作和合作的技巧；刺激學生學習物理學。
- 4.教學重點在引導學生思考科學的一種方式；學會並運用知識；判斷在不同生活情境知識的可靠性和重要性。
- 5.教學目標在賦予學生能力，以及適當使用的概念，討論和書寫有關物理學和科技領域的問題和現象，同時也幫助學生理解物理學和科技在日常生活環境和社會中的重要性。

七、化學(7-9 年級)

- 1.本階段的化學教學任務在於詳述學生應具備的化學和自然化學資訊的知識，並指導學生思考(自然)科學的特徵並獲得知識。
- 2.教學內容從學生人格發展中重要之立場，以及現代世界觀點形成的重要本質為出發點，幫助學生理解化學和技術在日常生活、生存環境和社會中的重要性。
- 3.化學的教學內容必須提供日常做選擇和討論的能力，特別是有關能量生產、環境以及工業等爭議；同時也必須指導學生對環境負責。
- 4.教學內容所依賴的實驗性起始觀點，是針對物質與現象的觀察力和調

	<p>查，且與生活環境相結合。</p> <p>5.學生的進展是從詮釋、說明和描述現象，直到同時用化學符號語言塑造物質結構和化學反應而來。</p> <p>6.實驗的方向必須幫助學生理解自然的科學，採取新的科學概念、原則和模式；必須發展學生實驗工作和合作的手工操作技巧及能力，並鼓勵學生學習化學。</p>
<p>基礎教育核心課程 內容架構</p>	<p>芬蘭的基礎教育國家核心課程將各科均整合在一起，並無獨立分冊，前後的章節為整體式的說明，其包含的章節如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.課程：課程的規劃、課程的內容 2.提供教育的起點：基礎教育的基本價值觀、基礎教育的任務、基礎教育的架構 3.教學的實施：學習的觀念、學習環境、運作文化、學習方法 4.學習的一般支援：家庭和學校之間的配合、學習計畫、提供教育和職業輔導、補救教學、學生福利措施、社團活動 5.需要特殊支援學生的教學：不同的援助方式、非全日制的特殊需求教育、登記入學或轉到特殊教育班學生的教學、個別教育計畫、按照活動領域提供教學內容 6.文化和語言班的教學：薩米族學生、吉普賽族學生、使用手語學生、移民學生 7.學習目標和教育的核心內容：整合和跨課程的主題、以母語和第二國語實施的教育學程、各領域內容 8.學生的評量：學期間的評量、期末評量、證書和成績單 9.符合特殊教育任務或者特殊教育制度或原則的教學：以外語教學的課程和以多種國語教學的沉浸式語言教學法課程、國際語言學校、史泰納教育學的教學 <p>附錄</p> <p>第七章是各領域的內容，前五個章節則針對整個基礎教育的課程進行說明，包含了課程、教學、評量以及特殊教育等，幾乎都是段落式以及列點式(以小黑點當項目符號)的說明，鮮少有圖表的呈現，不過分點敘</p>

	<p>述的語句都不會很冗長，各章節所包含的標題用黑粗體呈現，有利於翻閱搜尋想要的內容。</p> <p>「學習的一般支援」、「需要特殊支援學生的教學」、「文化和語言班的教學」以及「符合特殊教育任務或者特殊教育制度或原則的教學」等章節是台灣課綱中沒有呈現的，這部分占了蠻大的篇幅，顯示芬蘭國家核心課程對多元文化及學生個別差異的重視。</p>
<p>科學類課程 教學/課程目標</p>	<p>一、環境和自然研究學</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.為了保護學生們在自己的環境、在學校的教學、目前有關的環境以及交通，學生將學習如何讓活動更安全。 2.知道學生自己鄰近地區的自然和建築環境，並觀察其中的改變，同時理解自己住家地區是芬蘭和北歐城市的一部分。 3.學習利用觀察、調查和多方來源的資料去獲取自然和環境的相關資訊。 4.學習使用不同感官的觀察力和簡單的研究工具，並且可以針對他們的觀察進行描述、比較和分類。 5.學習完成簡單的科學實驗。 6.學習閱讀和繪製簡單的地圖，以及使用地圖集。 7.學習用不同的方法來描寫關於環境及其現象的資訊。 8.學習使用環境、其現象和學科的概念，包括這些概念的描述和解釋。 9.學習保護自然和拯救自然資源。 10.學習發展學生心理和身體的自我知識，尊重自己、他人及社會技巧。 11.學習與健康、疾病有關的概念、字彙和程序，並學習選擇這些來促進健康。 <p>二、生物學和地理學(5-6 年級)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.開始知道種類、結構和生活，並且適應他們的生活環境。 2.理解人口是整體的，並且分類有機體。 3.學習在自然環境中走動，並且觀察和調查戶外的自然。 4.了解學生們食物的生產仰賴於自然的休生養息。 5.發展學生對環境的閱讀、書寫能力，並將對環境友善的方法付諸行動、關心學生自己本土的環境以及保護自然。

- 6.知道基本的人類構造和生命的機能。
- 7.尊重個別的成長和發展，察覺青春期的特徵，以及了解人類的性特徵。
- 8.思考生長、發展、人類變化和社會互動的問題。
- 9.對自己的行為負責，並且讓其他人思索。
- 10.繪製並解釋地圖，使用統計學、圖表、照片以及電子訊息做為地理學資訊的來源。
- 11.理解世界地圖並知道它的主要專有名詞。
- 12.理解人類活動依賴地球環境。
- 13.熟知歐洲地理及世界的其他地區，學習去欣賞並用正向的態度面對其他國家的人民和文化。

三、物理學和化學(5-6 年級)

- 1.安全的工作和移動(move)，保護他們自己、他們的環境，以及跟隨著所指示的方向。
- 2.運用觀察和測量去尋找學科研究的資訊，並考慮資訊的可靠性。
- 3.對他們的觀察和測量做出結論，並察覺到與自然現象和物體有關的聯繫原因。
- 4.執行簡單的科學實驗來了解現象、有機體、物質和物體的特性，以及他們之間的關聯。
- 5.使用科學知識來描寫、比較和分類化學和物理學的概念。
- 6.理解藥物濫用的危險。

四、生物學(7-9 年級)

- 1.學習使用概念和方法來獲取資訊和研究生物學的特徵。
- 2.學習描寫生命的基本現象。
- 3.學習確認種類、欣賞生物的多樣性，並且用正面的態度去維護。
- 4.學習分辨生態系統的結構和作用。
- 5.知道植物生長和種植的原則，並對栽種植物感到興趣。
- 6.知道生命基本的結構和主要維持生命的機能，理解生物性特徵的基礎。
- 7.知道與遺傳有關的主要概念。

8.學習去察覺學生住家區域週遭環境的改變，並思考改變的理由，然後去呈現問題可能的解決辦法。

9.理解環境保護和足以支撐消耗自然資源原則的主要目標。

五、地理學(7-9 年級)

1.學習使用與解釋身體的和主題的地圖，並且使用不同來源的地理知識，例如圖表、統計、文學作品、新聞、電子訊息以及照片，包括航線和衛星照片。

2.學習推定區域和距離的關係。

3.理解行星運作事件對地球的影響。

4.理解影響地球表面改變的地形要素。

5.理解芬蘭、歐洲以及地球上自然和人類活動間的互動。

6.學習察覺不同文化的特色，並用正面的態度去面對外國城市、人民以及各式文化的代表。

7.知道及重視芬蘭的自然以及建築環境；學生將學習理解他們自己的區域。

8.知道芬蘭的每一位公民可以如何對他(她)們自己生活環境的計畫和發展產生影響。

9.理解和評斷如全球環境以及發展問題等議題的新聞資訊，並學習給予他們足以支撐發展的行動。

六、物理(7-9 年級)

1.學習和其他人一起安全的調查自然現象。

2.學習科學技巧，例如規畫並察覺問題。

3.學習比較和分類觀察、測量資料和結論；呈現並測試假說；同時妥善運用資訊以及通訊科技來處理、呈現和解釋結果。

4.學習計畫和執行科學的研究調查，從中發現多變的自然現象裡，恆定與多變物的各種交互作用。

5.學習規劃簡單的模式，並用模式來解釋現象，做綜合歸納，以及評斷研究過程和結果的可靠性。

	<p>6.學習使用適當的概念、量和單位，來描述物理學現象和技術問題。</p> <p>7.學習評斷從不同來源所獲得資訊的可靠性。</p> <p>8.學習使用不同的圖表和代數模式，來描述自然現象、預測，以及解決問題。</p> <p>9.學習有關自然的現象和過程，以及其中能量的轉換，知道多樣的自然結構組成要素之間的互動關係，並理解現象之間的因果關係。</p> <p>七、化學(7-9 年級)</p> <p>1.學習依教學安全原則來操作。</p> <p>2.學習在汲取化學知識的觀點時，使用具代表性的研究方法，這些方法包括資訊和通訊科技；同時評斷這些知識的可靠性和重要性。</p> <p>3.學習完成化學研究調查，並且詮釋和呈現結果。</p> <p>4.學習有關物質循環和產品生命周期的關聯，以及其對自然和環境的重要性。</p> <p>5.學習用有關物理學和化學的概念來描述物質的特性，並且學習應用這些概念。</p> <p>6.學習用概念及模式來描述化學鍵及物質結構。</p> <p>7.學習化學反應的描述和模式，來幫助反應的平衡。</p> <p>8.學習應用他們的知識於實際情況和選擇。</p> <p>9.學習關於化學的現象以及將之應用到個人和社會的重要性。</p>
<p>實施與配套</p>	<p>芬蘭的基礎教育國家核心課程中總共有五個附錄：</p> <p>(一)字母書寫範本、數字，以及標點符號；</p> <p>(二)語言熟練表；</p> <p>(三)依據基礎教育法有關基礎教育的一般國家目標和單元課程時數配置的政府實施細則；</p> <p>(四)基礎教育單元課程時數的新配置；</p> <p>(五)芬蘭「國家教育委員會」對於移民學生母語教學核心課程的建議。</p> <p>芬蘭的基礎教育國家核心課程中，並沒有針對自然科學類課程有進一步的補充說明，僅只於自然類的核心課程中陳述其理念、目標以及評量。</p>

附錄 12：芬蘭自然科學類課程各階段結束時學習績效的描述

階段	學科	描述
4 年級結束時 學習績效的描 述	環境和 自然研究學	<ol style="list-style-type: none"> 1. 科學活動。 2. 有機體和生態環境。 3. 自然現象以及環繞我們的物質。 4. 個體和健康
6 年級結束時 學習績效的描 述	生物學和 地科	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自然的學習技巧。 2. 有機體和生活環境。 3. 人類生命的構造、維持生命的功能、生展、發 展和健康。 4. 繪製地圖的技巧。 5. 歐洲是世界的一部分。 6. 人類生命和生存環境在這世界上的多樣性。
	物理學和 化學	<ol style="list-style-type: none"> 1. 科學活動。 2. 能量和電力。 3. 規模和結構。 4. 環繞我們的物質。
8 年級學生期 末評量標準	生物學	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生物的學習技巧。 2. 自然和生態系統。 3. 生命和進化。 4. 人類生命。 5. 共同的生態環境。
	地科	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地科的技巧。 2. 分析世界。 3. 分析歐洲。 4. 分析芬蘭。 5. 共同的生態環境。
	物理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 科學活動。 2. 物體的運動和力量。 3. 震動和波動。 4. 熱。 5. 電學。 6. 自然結構。
	化學	(無大標題分類，直接列點描述)

附錄 13：焦點團體座談會意見整理表

	教師組	學者專家組	教育行政組
形式架構	<ol style="list-style-type: none"> 1.課綱包含太多單元的目標。(1115-1-01、1115-1-03) 2.有些能力指標的敘寫過於抽象化，應具體化以利理解。(1115-1-03、1115-1-08) 3.內容細目跟能力指標之間沒有相呼應。(1115-1-08) 4.可增加圖的思考架構。(1115-1-08) 5.課程綱要應該較具彈性，教師可以因學生的不同而選擇不同的教材及教法。(1115-1-01、1115-1-03、1115-1-05、1115-1-08、1115-1-09) 6.課綱應以大方向為主，目前內容細目部分敘寫的很仔細。(1115-1-01、1115-1-03) 7.國中與國小因為師資結構的不同，指標的部分應該要分開敘寫；細目的部分，國小階段可以增加以供參考，而國中階段則不需要。(1115-1-05、1115-1-07、 	<ol style="list-style-type: none"> 1.在能力指標的敘寫方面希望不要用行為目標書寫，可以用目標來寫，讓教師知道如何讓學生落實學到該種能力。(1122-2-02) 2.應提供大方向。(1122-2-01) 3.科學應用、發展、設計等可以合併，綱要不需要太複雜，課綱提供大方向，再以附錄補充說明。(1122-2-04) 4.雖然科學本質很重要，但目前仍有許多教師不了解，科學本質與能力詮釋的部分可在教師手冊中寫清楚。(1122-2-02) 5.十大基本能力與能力指標之間似乎沒有呼應連結，這是需要改善的地方。(1122-2-05) 6.能力指標的敘寫可以參考英國及紐西蘭，保留較多的彈性，以精簡為主，詳細為輔，綱要不需要敘寫的太於繁多。(1122-2-04) 	<ol style="list-style-type: none"> 1.台灣課綱的豐富性雖夠，但結構及系統性均不夠，無與總綱回應與呼應。(1118-3-06) 2.教師常無法理解能力指標敘述的東西，目前教師會將課綱視為工具書的比率也很低，無法時常來檢核自己的教學是否有達到課綱的目標，造成教科書的力量比綱要大，因此在書寫上應該要以教師可以理解的方式來進行。(1118-3-06) 3.課綱的書寫方式讓教師只有在研習、教案設計比賽，或是考試時會看。(1118-3-04) 4.可以繪製領域目標架構圖，讓老師一目了然；同時，綱要需要精簡，課綱是讓教師在教學上可以使用而非課本，所以要系統化精練化。(1118-3-05) 5.刊物紙本的東西應該要親近人的，但台灣課綱似乎不太親近人，可以增添一些圖表，引導教師的思路，圖像的思考；紐西蘭科學會挑出未

	<p>1115-1-08)</p> <p>8.細目的部分可以詳細，日後若納入新概念時才可以區分出來，例如「次主題 512 資源的保育與利用」中的「資源有限」，若僅呈現到此層級，教師將不會了解到新概念「清潔生產」是必須納入教學中的。(1115-1-01)</p> <p>9.課綱應是為教師而寫。(1115-1-06、1115-1-09)</p> <p>10.課綱是為編教科書的人寫的。(1115-1-03)</p>		<p>來比較重要的地方，台灣像什麼都很重要般寫很多；未來的趨勢學生應該要具備什麼能力可以加進去在大原則核心價值中突顯出來。(1118-3-11)</p> <p>6.課綱制訂的過程是上位的、宣示性的，應該與生活經驗作結合。(1118-3-07)</p> <p>7.教師，讀完課綱後的轉化能力為何，都是很重要的環節。教師教而知其法，瞭解課綱的精神，且學生知道怎麼學，可用附錄的方式呈現，這部分是實施時重要的部分。(1118-3-07)</p> <p>8.如果大方向大家都清楚，連家長可以以擔任檢核的角色。(1118-3-11)</p> <p>9.可以將課綱另外整理成家長版本，讓家長知道透過學校教育孩子可以達到什麼目標。(1118-3-07)</p> <p>10.老師不閱讀課綱，是因為課綱內容太多、無法立即上手，課綱應將某些教材設計還給教師，讓教師有自主權，這是很重要的部分，如此教師才會較有意願閱</p>
--	--	--	--

			<p>讀課綱。(1118-3-09)</p> <p>11.課綱的書寫可以簡單化，僅提供原則性及大方向，不要規範要點，將重點放置於實施要點，說明的部分則放在附錄，校本課程缺少規範性，能力指標的編碼應該要統一，以免造成教師的混淆。</p> <p>(1118-3-08)</p> <p>12.評量可以放在總綱的部分來提供各領域參考，並以大原則來進行說明，以此檢視教師的教以及學生的學是否有達成目標。(1118-3-05)</p> <p>13.九年一貫課程實施時希望可以將權力下放，但沒有細則是很難審查的，因此以台灣目前的文化現況而言，尤其是國中教育階段，附錄還是必須要具有規範性，而且要書寫詳細一點比較好，否則將會變成空談而沒有作用。(1118-3-01)</p> <p>14.不同領域應該有不同的評量方式，應該開放各領域去發展各自適合的評量方式，同時也讓教師有更多自主的空間，總綱先給予大方向與</p>
--	--	--	---

			<p>原則主軸，各領域再去書寫細則。 (1118-3-09)</p> <p>15.課綱的敘寫讓老師覺得沒有參與感。 (1118-3-04)</p>
內容架構	<p>1.台灣自然與生活科技學習領域的分段能力指標分為八個要項，似乎有減併的必要。(1115-1-07、1115-1-08、1115-1-09)</p> <p>2.國中與國小因為師資結構的不同，指標的部分應該要分開敘寫；細目的部分，國小階段可以增加以供參考，而國中階段則不需要。 (1115-1-05、1115-1-07、1115-1-08)</p> <p>3.建議能力指標的部分可以每階段均用認知、情意、技能三方面來敘寫即可。 (1115-1-07)</p> <p>4.新興議題的設置會破壞課程的結構，不應隨意融入領域的教學中，課綱中應明訂議題的問題。 (1115-1-01、1115-1-06)</p>	<p>1.他國的課程生物、物理、化學、地球科學等試題比例，與我國教學的比例相反，應考量各科比例與年段分配。(1122-2-01)</p> <p>2.科學應用、發展、設計等可以合併，綱要不需要太複雜，課綱提供大方向，再以附錄補充說明。 (1122-2-04)</p> <p>3.科學本質很重要，但不需要放在八項素養中，應簡化。 (1122-2-02)</p> <p>4.科學本質應該在每個地方都要有連結，像科學態度等，但不可以放棄，至於科學應用、發展、設計等則可以整併。 (1122-2-01)</p> <p>5.八項素養先姑且不論其是否太多，它的規劃其實是沒有邏輯性的，若生活科技與自然要合在一起，底下應該要有設計、製作的部分來連結，從第1個素養到第8個素養應該有個目的</p>	<p>1.目前的課程綱要之內容問題不大。 (1118-3-01、1118-3-06)</p> <p>2.應釐清國家的國民教育目標為何，不同教育階段應有不同的目標，並說明清楚領域的精神及核心價值。(1118-3-05、1118-3-11)</p> <p>3.相較於國外，我國自然領域感覺「重點」太多，什麼都需要教一樣，建議應該精簡讓老師易於上手。 (1118-3-09、1118-3-11)</p> <p>4.內容應與現實生活相結合。(1118-3-07)</p>

		<p>來做連結，而目前和技術是沒有連結和融合在一起的，而且國中生的科學概念有限無法應用，很多都是不知道其原因，應先了解八項素養的目的為何，以及彼此間的關聯性。</p> <p>(1122-2-05)</p> <p>6.應把 STS 的精神抓住，並將自然與科技做連結。(1122-2-01)</p> <p>7.十大基本能力與能力指標之間似乎沒有呼應連結，這是必需改善的地方。</p> <p>(1122-2-05)</p> <p>8.能力指標的敘寫可以參考英國及紐西蘭，保留較多的彈性，以精簡為主，詳細為輔，綱要不需要敘寫的太過於繁多。(1122-2-04)</p> <p>9.「教學內容要項」的部分僅著墨在次主題，卻忽略掉主題，次主題是用來詮釋主題的，主題才是核心的概念。</p> <p>(1122-2-01)</p> <p>10.相較於紐西蘭的科學官方課程文件，台灣自然與生活科技學習領域課程綱要似乎刻意切割傳統的四大學科，將物</p>	
--	--	---	--

		理、化學、生物、地 科零碎的呈現出 來。(1122-2-04)	
能力指標 敘寫	<p>1.部分能力指標敘寫過長，例如 2-3-2-1、2-3-4-1 等。(1115-1-01、1115-1-03)</p> <p>2.能力指標在敘寫上有些過於籠統而不夠具體，不易做正確的解讀。(1115-1-03、1115-1-08)</p>	<p>1.能力指標不宜用行為標準模式來敘寫。(1122-2-02)</p> <p>2.國中在能力指標的部分可以較具彈性。(1122-2-02)</p> <p>3.課程綱要的部分不需要過於繁雜，可以將說明的部分放在附錄。(1122-2-04)</p>	<p>1.台灣能力指標的部分太多，若全達成就變成完人，似乎不太可能，所以應該要確立國民教育的目標為何，不同階段有不同的教育目標。(1118-3-05)</p>
學習評量	<p>1.能力指標的敘寫可以彈性，但成就目標應該要詳細，而且不要以階段方式呈現，而是以各年級來呈現。(1115-1-01)</p> <p>2.細目的部分需要與能力指標連結。(1115-1-01、1115-1-08)</p>	<p>1.評量是技術、實施上的問題，是教師在使用評量方面的問題，而不是課綱的問題。(1122-2-01)</p> <p>2.評量應提出規範和範例，可以提供「評量實務及評鑑」專書來說明。(1122-2-02)</p> <p>3.教學和評量是一體的，但採用多元評量時，教師不知道如何給分數，而家長若又無法理解的話，又會回歸到紙筆評量。除紙筆測驗外，應規範實施時其他評量應有多少比例。(1122-2-01)</p>	<p>1.評量的部分，引起動機可能是有些國家注重的部分，但我國較缺乏這部分。所以我國較易測量到技能，但對認知、情意這部分的測量較缺乏。(1118-3-02)</p> <p>2.學習成績以 100 分為標準有其必要，因為會有縣市之間或各校之間學校評比的問題，另外也會有家長的期待，以大家約定成俗的方式來呈現會比較好。(1118-3-10)</p> <p>3.分數是溝通的工具，較嚴謹的標準化分數反而會造成大眾的疑惑。(1118-3-01)</p> <p>4.中央層級的學生評量準則，建議轉換為等第計分。(1118-3-06)</p>

			<p>5.評量的範圍從課堂上擴大到縣市，再到全國，評量範圍有大有小，何種評量方法能做到放諸四海皆準。(1118-3-07)</p> <p>6.評量的意義是為幫助孩子學習到他該學的東西，但這是目前評量最受重視的部分，大家只重視評量的成績，目的只想分出高低。(1118-3-02)</p> <p>7.課程設計的真正核心是什麼，是需要花時間去找出來的，也才能讓評量真正有意義。(1118-3-11)</p> <p>8.評量後應該針對學生的問題去進行補救，而不是給學生更多的壓力。(1118-3-05)</p> <p>9.課堂中有些學生的提問會被認為是種干擾，而批判思考能力，以及創造力等不易立即馬上被評量出來的，常會被忽略。(1118-3-02)</p>
<p>附錄、配套</p>	<p>內容架構層面： 1.新興議題的設置會破壞課程的結構，不應隨意融入領域的教學中，課綱中應明訂議題的問題。 (1115-1-01、</p>	<p>內容架構層面： 1.「教學內容要項」的部分僅著墨在次主題，卻忽略掉主題，次主題是用來詮釋主題的，主題才是核心的概念。</p>	<p>形式架構層面： 1.教師，讀完課綱後的轉化能力為何，都是很重要的環節。教師教而知其法，瞭解課綱的精神，且學生知道怎麼學，可用附錄</p>

	<p>1115-1-06)</p> <p>配套措施層面：</p> <p>1.實驗的場所、設備器材以及空間規劃應該要有規範性。(1115-1-01、1115-1-02、1115-1-04、1115-1-06)</p> <p>2.設置網路平台，提供教材、實驗等相關資料以做為教學時的參考。(1115-1-01、1115-1-02、1115-1-04、1115-1-06)</p>	<p>(1122-2-01)</p> <p>形式架構層面：</p> <p>1.雖然科學本質很重要，但目前仍有許多教師不了解，科學本質與能力詮釋的部分可在教師手冊中寫清楚。(1122-2-02)</p> <p>評量層面：</p> <p>1.評量是技術、實施上的問題，是教師在使用評量方面的問題，而不是課綱的問題。(1122-2-01)</p> <p>師資培育層面：</p> <p>1.暑假時將老師集中起來說明並協助他們。(1122-2-01、1122-2-03)</p> <p>2.師資培育的課程已學程化，教材教法屬於選修。(1122-2-01、1122-2-02、1122-2-03)</p> <p>3.任教自然科的教師應該要修過相關第二專長的證照。(1122-2-02)</p> <p>4.學生畢業後給予小學證照，以及數理專長。(1122-2-03)</p> <p>5.師資方面，可於課綱的實施細則方面要求。(1122-2-02)</p> <p>6.建議師資在大學理科</p>	<p>的方式呈現，這部分是實施時重要的部分。(1118-3-07)</p> <p>2.評量可以放在總綱的部分來提供各領域參考，並以大原則來進行說明，以此檢視教師的教以及學生的學是否有達成目標。(1118-3-05)</p> <p>評量層面：</p> <p>1.不同領域應該有不同的評量方式，應該開放各領域去發展各自適合的評量方式，同時也讓教師有更多自主的空間，總綱先給予大方向與原則主軸，各領域再去書寫細則。(1118-3-09)</p> <p>2.在實施細節中看不到如何看到學生之間的差異，並且進行補救的工作。(1118-3-09)</p> <p>3.評量後必須要透過解釋才會產生意義，建議有一個學習評量範例的參考網站，評量也應扣緊教材內容和教學方法。(1118-3-06)</p> <p>4.課綱上所寫的學習評量方法，是一般大家都清楚的理論，不必參考課綱也能得</p>
--	---	---	--

		<p>畢業後，需要再攻讀科學教育研究所。(1122-2-05)</p> <p>7.發展主題的原型教材，才會有意義。(1122-2-02)</p> <p>教學資源層面：</p> <p>1.目前物理、化學等都是分科的形式。(1122-2-02)</p> <p>2.建議教科書可以朝特色單元的方向來發展，選出重要的核心概念作主軸。(1122-2-06)</p> <p>3.建議可參考「群組」的概念來發展原型。(1122-2-02)</p> <p>4.教科書商會妥協市場，應發展官方原型教材，這樣才会有依循的範本。(1122-2-01)</p> <p>附錄層面：</p> <p>1.有些新議題不需要刻意融入或刻意不融入。(1122-2-01)</p> <p>2.評量應提出規範和範例，可以提供「評量實務及評鑑」專書來說明。(1122-2-02)</p> <p>3.教學和評量是一體的，但採用多元評量時，教師不知道如何給分數，而家長若又無法理解的話，又會</p>	<p>知。(1118-3-04)</p> <p>5.若認為學生批判能力較為重要，則何種評量方法容易評量出批判能力，是我國應找出的評量方向，以及撰寫課綱要努力的重點。(1118-3-11)</p> <p>附錄層面：</p> <p>1.九年一貫課程實施時希望可以將權力下放，但沒有細則是很難審查的，因此以台灣目前的文化現況而言，尤其是國中教育階段，附錄還是必須要具有規範性，而且要書寫詳細一點比較好，否則將會變成空談而沒有作用。(1118-3-01)</p> <p>教學資源層面：</p> <p>1.教科書出版商如果寫得太多，教師更不會看能力指標，應該還給教師自主的能力。(1118-3-09)</p> <p>配套措施層面：</p> <p>1.教育部是否有讓台灣在世界上具競爭力的想法是很重要的，理想很高的，所以應該要思考如何推動，而不應侷限於書本課綱的內容要如</p>
--	--	--	---

		<p>回歸到紙筆評量。除紙筆測驗外，應規範實施時其他評量應有多少比例。(1122-2-01)</p>	<p>何修正。(1118-3-01)</p> <p>2.關鍵在於學校本位課程設計的自主權是否能讓教師擁有。(1118-3-02)</p>
<p>基本理念</p>	<p>1.國內課綱若簡化，教師可能更不知要教些什麼，而跟著書商的教材內容來教，因此要思考課綱是為誰而寫的問題。(1115-1-06)</p> <p>2.課程綱要應該較具彈性，教師可以因學生的不同而選擇不同的教材及教法。(1115-1-01、1115-1-03、1115-1-05、1115-1-08、1115-1-09)</p>		<p>1.課綱在書寫時，其背後的哲學理念是很重要的，例如芬蘭相信學生會主動的學習，課綱應該要把整個國家教育的核心價值寫清楚，能力指標只要參考就好，大概知道各階段的學生應該要達到什麼目標，例如紐西蘭的核心價值是「幸福感」，日本則以「健康」為主，課程均會呼應，要告訴老師為什麼要這麼做。(1118-3-11)</p> <p>2.老師不閱讀課綱，是因為課綱內容太多、無法立即上手，課綱應將某些教材設計還給教師，讓教師有自主權，這是很重要的部分，如此教師才會較有意願閱讀課綱。(1118-3-09)</p>

附錄 14：紐西蘭科學階段六

階段六科學

自然科學

學生將：

認識科學	科學的探究	科學的溝通	參與及貢獻
<ul style="list-style-type: none"> 了解科學家的研究受到現代科學理論方向引導，並以邏輯之論述過程來解釋著得到的證據。 	<ul style="list-style-type: none"> 發展、執行複雜的科學探究，含使用模型。 覺知科學探究的複雜性，含現象多變因的覺知。 開始評估探究方法的適合性。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用各種科學語彙、符號。 應用科學知識來評鑑大眾、科學的資料。 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由蒐集科學資訊，了解科學社會議題來達成以證據為基礎的結論，並採取適切的行動。

生命世界

地球與其他星球

物質世界

<p>生命過程</p> <ul style="list-style-type: none"> 關聯重要的結構「特徵和功能」，和動植物生命過程，並探究影響生命過程的環境因素。 <p>生態</p> <ul style="list-style-type: none"> 探究人類活動和自然事件對紐西蘭生態系統的影響。 <p>演化</p> <ul style="list-style-type: none"> 探索控制遺傳特質的模式。 解釋在環境變化過程中突變(變異)的重要性。 	<p>地球</p> <ul style="list-style-type: none"> 探究紐西蘭的地表特徵形成的外在與內在過程。 <p>交互作用系統</p> <ul style="list-style-type: none"> 了解岩石圈、水圈、氧圈及生物圈之間的碳循環。 <p>天文系統</p> <ul style="list-style-type: none"> 探究太陽、月亮、地球的運行，彼此間的交互作用，並探究其對地球的影響。 	<p>物質性質與變化</p> <ul style="list-style-type: none"> 辨識各種物質性質的變化趨勢和模式(例如：酸鹼金屬合金、碳氫化合物)。 探索影響化學變化過程的因素。 <p>物質結構</p> <ul style="list-style-type: none"> 區分原子、分子、離子(含共價鍵、離子鍵)。 關聯原子結構到週期表。 以粒子的理論來解釋影響化學過程的因素。 <p>化學與社會</p> <ul style="list-style-type: none"> 探究化學知識如何被應用在科技。
--	--	---