

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，但是課綱置放的内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。