

十二年國教自然科學領域課程之挑戰與轉化 —以花蓮市中正國民小學為例

顏顯權、蘇世昌、謝有誌、陳世文、黃 琴、蔡芳柔

摘 要

本文採個案研究方式，對於個案學校自然科教師進行訪談，透過研究者三角檢證之資料分析，試圖了解現行九年一貫自然科學領域課程實施面臨之困境，思考十二年國教自然科學領域推行之可能挑戰，最後對於前述問題及挑戰，提出可行之轉化策略。研究發現九年一貫自然科學領域課程實施困境主要有：一、學習領域統整，但學科內容未統整；二、自然科基本學習與特色發展不易兼顧；三、教師缺乏自然科專長背景。在十二年國民基本教育實施上可能面臨挑戰有：一、教師對自然科學領綱尚不熟悉；二、領域教師共同備課時間不足；三、自然科課程未具多元評量的能力及實施意願。最後本文從「學科統整」、「課程學習」、「師資專業」、「課綱內容」、「教師備課」及「多元評量」等六個面向提出轉化策略，以提升十二年國教之實施成效。

關鍵詞：十二年國民教育、自然科學課程、轉化策略

壹、現況說明

一、前言

隨著知識經濟時代的來臨及科學技術的快速進展，各國無不積極改革學校教育以因應世界的急遽變化，期望培育學生具備適應未來生活的能力。在這波全球教育改革的浪潮中，如何透過科學教育提升全民科學素養是關注重點，如聯合國環境計畫（UNEP, 2012）即指出科學素養對於全球或是國家相當重要，特別是在面臨食物缺乏、疾病控制、氣候變遷之人類生活上，可見科學素養是幫助學生適應未來生活的關鍵能力，尤其是中小學階段科學教育的落實推展，更扮演重要角色。

要提升全民科學素養，需仰賴科學課程的改革，培養學生適應未來生活，解決生活問題的能力，甚至培養科學研究或科技研發人才，以提升我國的全球競爭力。但我國先前的教育改革經驗中，社會大眾及專家學者對於教改成效有不同評價，對於即將上路的十二年國教，各界也有不同呼聲及期待，對於現今中小學科學教育出現哪些問題？又當如何去因應轉化？自然成爲大家關心的議題。舉例來說，過去科學教育注重科學知識的灌輸，著重紙筆測驗的評量，學生爲應付考試，重視機械式的記憶背誦及反覆練習，也導致學生容易失去學習興趣，降低學習動機。此外，過去教育重視個人成績表現，導致學生以競爭取代合作，不利科學探究中講求的團隊合作解決問題。這些以往常見之現象，至今仍普遍出現，有人仍認爲最有效率的科學學習就是不斷的背誦練習，透過紙筆測驗達到精熟學習，科學教師爲了符合家長的期望，教學及評量方法上仍注重傳統科學知識灌輸。但是面對新時代的來臨，學生應具備哪些科學素養？科學課程如何培育學生面對全球競爭及因應社會需求？這些都是新科學課程面臨不同以往的挑戰。

聯合國教科文組織（UNESCO）在 *Learning: The Treasure within* 一書中指出面對快速變化的世界，終身學習是二十一世紀關鍵的觀念（Delors, J. et al. 1996），惟有不間的學習才能適應未來的生活，這顯示現今科學教育不但要重視學習必須與生活情境聯結，更需強調終身學習的重要性，培養學生不只是帶著走的能力，更是用得到的能力，而且需要不斷的終身學習以因應社會的變遷。十二年國教基本教育之核心素養同樣強調培養以人爲本的「終身學習者」，包括「自主行動、溝通互動、社會參與」等三個面向，終身學習者必須能夠轉化與創新，成爲主動且積極的學習者，並充分展現其主體性，藉以彰顯現代國民核心素養之延續性與全面性，可見十二年國民教育的基本

精神與現今世界教育改革潮流相互呼應，而且自然科學領綱重視科學探究及問題解決的理念亦與全球的科學教育趨勢不謀而合。

面對十二年國民基本教育即將上路之際，本文希望藉此機會省思現有自然科學領域課程實施至今，遭遇到哪些困難或問題？這些問題在新自然科學課程實施前，在學校層級上可採取什麼樣的轉化策略？以促使十二年國民基本教育自然科學領域課程的實施能夠更趨精緻及更具成效。

二、研究目的

循前所言，對於十二年國教自然科學領域新課綱，本文以個案研究之方式，針對個案學校教師進行訪談，以達成下列目的：

- (一) 了解現行九年一貫自然科學領域課程實施所遭遇的問題。
- (二) 思考十二年國教自然科學領域課程推行可能面臨的挑戰。
- (三) 提供前述問題及挑戰之轉化策略。

三、待答問題

基於前述研究目的，本文之待答問題如下：

- (一) 現行九年一貫自然科學領域課程實施所遭遇的問題為何？
- (二) 十二年國教自然科學領綱在實施上可能面臨哪些挑戰？
- (三) 面對這些問題，學校自然科學課程的實施有何轉化策略？

貳、內涵研討

由於我國十二年國教自然科學領綱是以美國新一代課程標準（Next generation science standard, NGSS）作為重要參與基礎進行研擬，因此以下主要簡介 NGSS 內容，並比較 NGSS 與我國十二年國教自然領域課程之差異。

一、美國「新一代課程標準（NGSS）簡介

美國自 1983 年發表《國家在危機中》報告後，歷任總統的教育政策軌跡持續追求「高標準」，希望以教育的力量來恢復美國在世界的領導地位，提升美國的競爭力（張佳琳，2013）。

Next Generation Science Standard (NGSS) 是由全美研究委員會 (National Research Council)、全美科學教師協會 (National Science Teachers Association)、美國科學促進協會 (American Association for the Advancement of Science)，以及 Achieve 公司和美國 26 個州共同制定的新一代科學教育標準，於 2013 年 4 月正式公布。NGSS 主要以全美研究委員會 (National Research Council) 的「K-12 科學教育架構 (Framework for K-12 Science Education)」為基礎發展而成，希望發展新一代的美國科學教育標準、強化科學教育的認知與應用性，以提升學生的大學與職涯準備度。NGSS 包含三個重要面向：科學實踐 (Practices)、跨學科概念 (Crosscutting Concepts) 和核心概念 (Disciplinary Core Ideas) (NRC, 2013)，以下分述其內涵。

(一) 科學實踐 (Practice)

科學實踐主要描述科學家如何投入建構模型和理論的工作以了解自然世界，以及工程學家如何在他們實務工作中設計與建立模型和系統。其強調科學探究需要的不僅只是技能，還須具備特定的相關知識才得以完成實作的工作。其內容包括：

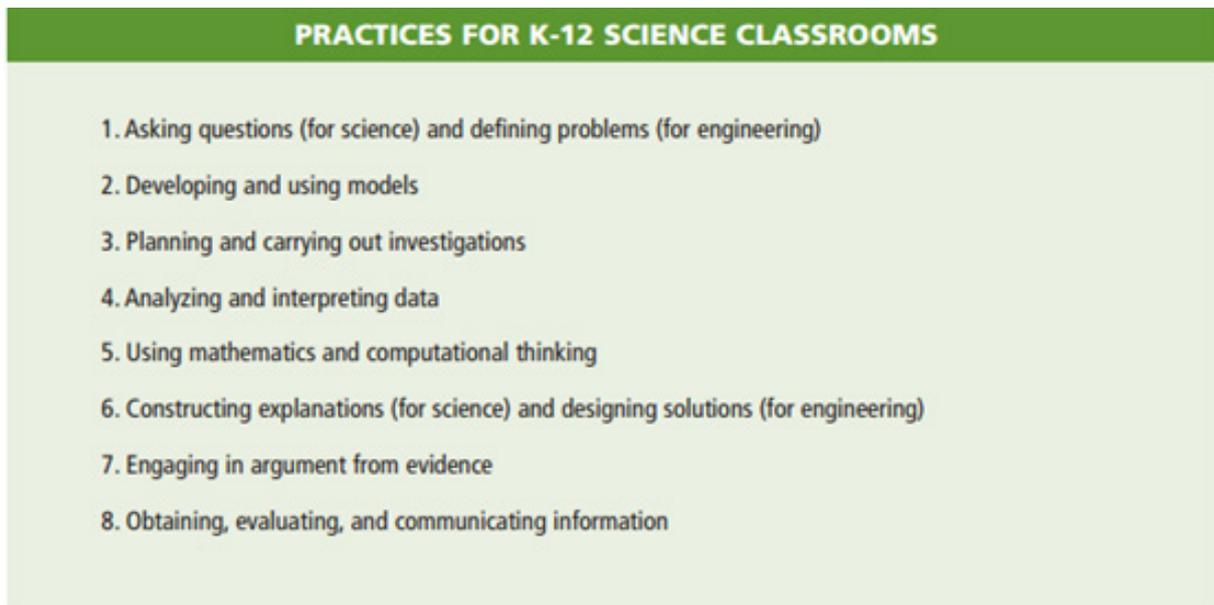


圖 1 NGSS 的實踐向度

引自 A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas, NRC, 2011, p42

由圖 1 可知，科學實踐的向度包括 8 項，分別是「提出問題或明確需解決的難題」、「建立、使用模型」、「設計方案、實施調查」、「分析和解釋數據」、「利用數學和計算機思維」、「創立解決問題的理論或和設計解決問題的方案」、「基於證據的論證」、「獲取、評估和交流資訊」。全美研究委員會希望透過 8 項實踐的內容，讓學生能夠了解科學家及工程家的工作本質，能夠讓學生去了解科學家與工程學家如何去探索世界和解決問題，希望能夠培養學生的好奇心，增加他們的學習興趣，以及他們持續學習的動機。

(二) 跨學科概念 (Crosscutting Concepts)

跨學科概念，是指不同學科間的相互應用以連結彼此緊密的關係，其內容包括「模式」(patterns)、「因果關係」(Cause and effect)、「尺度、比例和數量」(Scale, proportion, and quantity)、「系統和系統模型」(Systems and system models)；「能量和物質」(Energy and matter)、「結構和功能」(Structure and function)、「穩定和改變」(Stability and change)。學習跨科概念是要學生清楚明白地了解不同領域間知識的關聯性，透過將這些概念組織起來才能獲得一個融貫且具科學性的世界觀。換句話說，跨科概念是要能見樹又見林，學生從了解學科內的概念拓展到不同學科上，了解其更上階概念的共通性，這是系統性的學習。

(三) 核心概念 (Disciplinary Core Ideas)

所謂核心概念的意義，NRC 認為必須至少要包括以下兩點標準，當然最好是四點皆具有：

1. 必須是跨科中較為重要的主題或是單一學科中關鍵概念
2. 提供了解或是探討更複雜的想法或解題時的關鍵工具
3. 與學生的興趣和生活經驗相關或是與社會和個人關心的議題相關
4. 在不同年級中逐漸加深加廣可被教授或是學習的概念

這些學科指的是「物理科學」、「生命科學」、「地球與太空科學」、和「工程、科技及應用科學」，其中各科之核心概念如下：

1. 物理科學

「物質和其交互作用」、「運動和穩定性：力與交互作用」、「能

量」、「波在資訊傳遞之科技應用」

2. 生命科學

「從分子到器官：結構和過程」、「生態系統、交互作用、能量和動力學」、「遺傳：特質的遺傳和變異」、「生物演化：同化和分異」

3. 地球和太空科學

「宇宙中的地球」、「地球的系統」、「地球和人類活動」

4. 工程、科技及應用科學

「工程設計」、「社會、科學、科技與工程的聯結」

二、美國 NGSS 課程與十二年國教自然科學領域之比較

根據美國 NGSS 課程及我國十二年國民基本教育自然科學領綱的內涵，本研究統整出兩者如表 1 所示之五點差異。

- (一) NGSS 強調「實踐」、「核心概念」及「跨領域概念」三大核心；而十二年國教自然科學領綱則分為「核心概念」、「探究能力」、「科學態度與本質」三大範疇。其中兩者皆強調自然科學的核心概念。
- (二) NGSS 核心概念分成「物理科學」、「生命科學」、「地球和太空科學」、「工程、技學及應用科學」四大類。十二年國教自然科學領綱則分成「自然界的組成與特性」、「自然界的現象、規律與作用」、「自然界的永續發展」等三個課題，內容擴展至社會與人文的涵育。
- (三) NGSS 以實踐取代技能 (Skill)，十二年國教自然科學領綱則以「核心素養」取代「基本能力」，強調學習不宜以學科知識及技能為限，而應關注學習與生活的結合以及為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，兩者具相似理念。
- (四) 如表 2 所示，十二年國教自然科學領綱的跨學科概念較 NGSS 多了「科學與生活」及「資源與永久性」兩個概念，強調自然科學教學與生活的關係及環境永續的理念。
- (五) 十二年國教自然科學領綱核心素養除了以學習內容為主體的核心概念外，另增加以學習表現為主軸的探究能力及科學的態度與本質。強調思考知能、解決問題的能力、培養科學探究的興趣、養成應用科學探究的習慣及認識科學本質。此與 NGSS 強調之實踐意涵相似。

表 1 NGSS 課程和十二年國民基本教育自然科學領綱內涵及跨學科概念的比較

課程	NGSS 課程	十二年國教自然科學領綱
內涵	核心概念 (core ideas)	核心概念
	實踐 (practices)	探究能力
	跨領域知識 (crosscutting)	科學態度與本質
跨學科概念	能量與物質	物質與能量
	結構與功能	構造與功能
	刻度比例和數量系統和系統模型	系統與尺度
	恆定和改變	改變與穩定性
	因果、模式	交互作用
		科學與生活
		資源與永續

三、九年一貫及十二年國教自然科學領課程之比較

十二年國教自然科學領綱的發展，係建立在九年一貫課綱之良好基礎上，並配合學生學習與科技與社會發展之需要而酌予修訂（國家教育研究院，2015）。為有助了解九年一貫自然領域課程實施現貌及十二年國教自然科學領綱之內涵，本文簡要分述九年一貫及十二年國教自然科學領綱之主要差異：

- (一) 九年一貫自然科學領域課程採國中小九年一貫和高中課程分別規劃之方式規劃，十二年國教則重新整合規畫成為國小、國中至高中階段一貫之完整科學課程。
- (二) 兩者除共有「核心科學概念內容」之外，十二年國教自然科學領域課程更強調學生在「探究能力」和「科學的態度與本質」兩方面的「學習表現」，更加重視科學素養。
- (三) 相較於九年一貫課程，十二年國教自然科學領域課程在核心概念設計上，

除重視科學體系中固有之生物、物理、化學、地科之學科概念發展外，更強調國小、國中、高中階段之科際整合。

- (四) 與九年一貫不同的是，十二年國教所延伸至高中課程中規劃一科「自然科學探究與實作（共 4 學分）」新課程；強調統整性之跨科概念，為科學核心素養能力之實踐。

參、問題分析

一、分析方法

本研究針對研究問題擇定位於花蓮市區的中正國小，訪談該校自然科教師，了解學校現行科學課程實施所遭遇之問題、即將上路之十二年國教自然科學領域課程可能面臨之挑戰，以及解決這些問題之轉化策略。是故，本研究的分析方法偏屬質性分析，蒐集自然科教師的訪談資料，進行三角驗證（Triangulation）。Denzine（1978）將此分為資料三角檢證、研究者三角檢證、理論三角檢證及方法論三角檢證等，廣被使用於進行質性分析，係指研究過程中採用多種且不同形式的向度，查核與確定資料來源、資料蒐集策略、時間與理論架構等的效度，研究者可將初步的分析結果或報告大綱拿來與其他研究者討論，以便獲得校正與啟發。三角驗證法的使用，在於利用各種不同的方法以蒐集不同來源和型態的資料，以減低研究者的偏見。本研究所採取屬於研究者的三角檢證，也就是小組不同成員對於同一份訪談資料進行討論及統整，以提升資料分析的效度。

二、個案學校

花蓮市中正國小目前學校班級約有 40 班，學生人數約 1,000 人，屬於花蓮縣大型學校。該校位於花蓮市區，已有 60 年的校史，長期以來推動各項學校特色，特別是在體育、音樂及自然領域等，辦學績效良好，深受家長肯定。自然科學方面，中正國小不僅重視學生的自然科基本學力，同時成立自然科展社團，參加花蓮縣科展競賽、花蓮縣科學創造力發明展經常獲獎，該校自然科教師多年執行教育部中小學科學教育專案計畫，致力深耕學校之科學教育，該校有二位自然科教師為自然科輔導團員，具有多年實務教學經驗，在師資條件上有其優勢，不過該校也具自然教室不足，設備老舊的困境，以下就該校自然科學領域的現況，做 SWOT 分析。

表 2 個案學校之自然科學 SWOT 分析

因素	優勢	劣勢	機會	威脅
環境設備	· 學校環境設備更新 · 鄰近自然生態豐富	· 校齡偏高、校舍老舊 · 空間不足、設備老舊	· 新校舍即將落成	· 鄰近學校設備新穎
教師專業	· 教師教學認真 · 部份教師經驗豐富	· 代課教師偏多 · 少數教師未具專業	· 聘選專長領域教師 · 增進教師專業成長	· 鄰近學校搶師資
行政資源	· 認真規劃自然課程 · 高度支援科學競賽	· 行政人員經常更動 · 行政工作意願低落	· 兼任行政人員年輕，具有服務熱忱	· 自然科學課程行政支援工作需要熟悉
學生特質	· 學生自然科程度好 · 學生人數多，素質佳	· 弱勢學生比率不低 · 自然科並非主要科目	· 學生熱愛科學探索 · 學校重視學生科學學習	· 家長要求學校績效 · 學生參加多元社團
外部資源	· 外部樂於贊助經費 · 校方主動爭取資源	· 用於自然科領域經費比例較少	· 學生自然科展及發明展比賽成績佳	· 爭取資源的團隊眾多，分配資源減少

三、研究流程

本研究以流程圖說明研究步驟，接著敘述資料的紀錄、蒐集、分析、校正等，最後是報告，以清楚呈現研究流程。

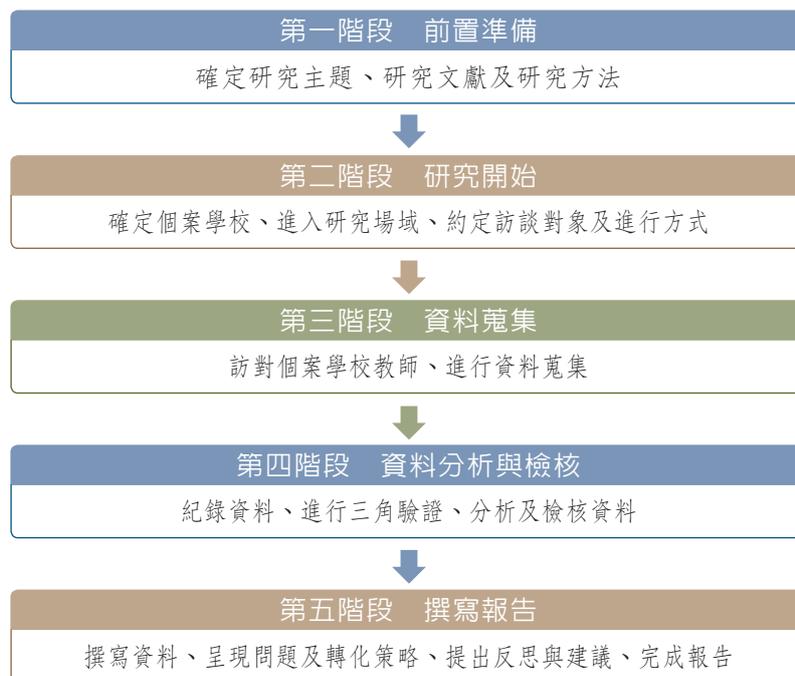


圖 2 研究流程圖

(一) 第一階段：前置準備

此階段主要是經由小組討論確定研究主題，蒐集及研讀相關文獻，確定研究方法等前置準備工作。

(二) 第二階段：研究初始

此階段的重點是確認研究的個案學校，然後進入教學現場約妥訪談教師，小組與教師討論研究進行方式。

(三) 第三階段：資料蒐集

開始進行訪談，蒐集訪談資料，訪談完畢後，小組聆聽並摘要訪談內容。

(四) 第四階段：資料分析與檢核

經組內成員分析及檢核資料，以確保資料的要義，達到資料檢核目的。

(五) 第五階段：撰寫報告

小組成員依任務工作分配，撰寫論文，最後提出相關結語與建議。

四、問題分析

在問題分析上，本研究雖以花蓮市中正國小為研究個案學校，了解現行自然領域課程與教學實施之困難，以及十二年國民基本教育自然科學課綱將來實施的可能問題，最後提出轉化策略解決問題，但是小組成員來自全國不同學校，且學校規模不一，有超過 100 班的大學校，也有 6 班的小學校，這些學校的規模不一，所遇到的自然科學實施情況也就有所差異，因此九年一貫課程自然領域實施上可能遇到不同問題，將來十二年國民基本教育自然科學領域也可能遇到不同挑戰及轉化策略，這些都是研究內涵上相當寶貴且具不同分析面向之處。因此本研究在問題分析上，將分成「共同問題」及「個別問題」二向度來分析：「共同問題」是指在不同學校都會面臨及亟待解決的共通性問題，這些問題可能不只存在個案學校，它可能也普遍存在於其他學校中，因此探討共同問題，可以增進研究效度的推展性。而「個別問題」是指可能只會發生在某個或某些學校中的個別性問題，這些問題不是所有學校都會面臨，它具有特殊性或是具有地域性的問題。

依據個案學校二位教師的訪談資料，經由研究者三角驗證的檢核及統整，並依前述共同問題或是個別問題的屬性歸類，以下分述九年一貫自然領域課程實施問題及十二年國民基本教育自然領域可能挑戰問題分述之。

(一) 九年一貫自然科學領域實施之共同問題**1. 學習領域統整，學科內容未統整**

九年一貫課程整合成七大學習領域，其中自然與生活科技領域，包含自然與生活科技領域，雖然將學科統整為學習領域，但學科內容在本質上仍屬分科性質，也就是包括傳統之物理、化學、生物、地科、環境生態、科技等分科型態，這些學科在教材中仍只是以分科單元的型態呈現，例如「有趣的電」這個單元屬於物理領域、下一個單元「氧氣和二氧化碳」可能又變成化學領域，這二個領域在內容上仍偏屬分科性質，未足以呈現統整形態，因此九年一貫的自然課程在領域名稱上雖強調統整，但學科內容仍屬分科性質。

2. 學生自然科基本學力與特色能力不易兼顧

對於積極推展發展自然科特色的學校來說，一方面學生要注重自然科課程基本學習能力的培養，一方面學生又需要參加科展、發明展等各項科學競賽，他們需要投注更多時間練習，而自然教師經常又需要兼顧二者，也就是自然科教師要一邊全班上課，一邊又要撥空指導學生的特色能力，除了體力負擔外，常需要借用其他課來指導學生這方面的練習，但容易導致學生的學科學習趕不上進度。自然科教師也需要投注更多時間來指導學生，而感到疲累，產生學生自然科基本學力與特色能力難以兼顧的情況。

(二) 九年一貫自然科學領域實施之個別問題

1. 自然科教師不具自然專長

此問題屬於地區性的個別問題，師資條件可能因地而異，都會地區的大型學校由於具有地利之便，自然科師資較容易尋覓，因此學校的自然科可以由具自然科背景的教師來教，但鄉村學校或是偏遠學校普遍缺乏專業背景的自然科教師，任何學科背景的教師都可能擔任自然科教學。雖然國小是採包班制的師資培訓，但教授自然科學領域課程仍需要許多科學專業知識或是引導實驗操作的教學知能，不具自然科背景之教師也許能夠依照課本教材的指示「教完」自然科，但要能夠「教好」自然科仍要有賴於教學專業知能及教學經驗，這些教師要進一步指導科展、發明展這方面的科學競賽，需要更豐富的科學及教學知能，可見學校教師是否具自然科學專業背景是影響學生科學學習之重要因素。

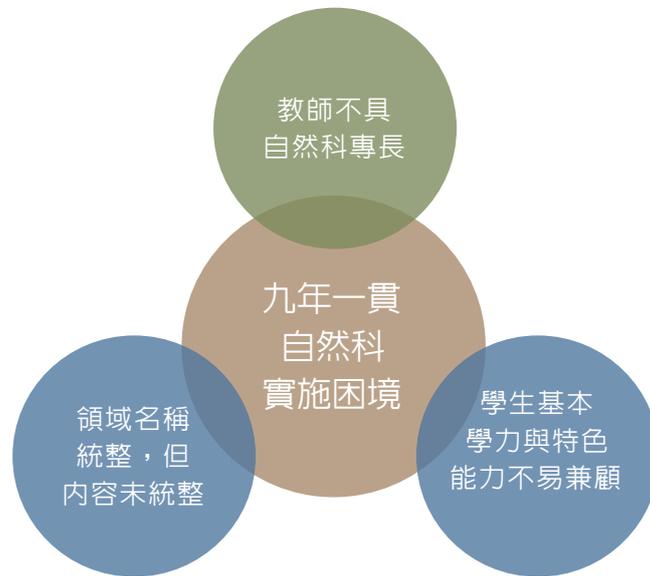


圖 3 九年一貫自然科學領域實施問題

(三) 十二年國教自然科學領域可能挑戰之共同問題

1. 目前自然科教師對十二年國教自然科學領綱了解不足

教育部原訂於 107 年實施十二年國教新課綱，然因審查程序因素，教育部日前宣布十二年國教新課綱調整至 108 學年度穩健實施。在正式上路之前，教育部辦理許多宣導十二年國教課綱內容的研習活動，希望能夠讓學校基層教師能夠了解其實施內容，甚至各縣市也規劃十二年國教前導學校，能夠先行推展實施，做為實施成效之評估及檢討。雖然教育部積極宣導十二年國教總綱及領綱，但目前學校層級的教師仍了解不深，許多教師尚未閱讀過自然科學領綱內容，國小自然科教師甚至認為十二年國教主要是國中升高中階段的銜接，與國小階段沒有關聯，到時候再依新的教科書進行教學即可。

2. 十二年國教實施，領域教師共同備課時間不足

由於十二年國教自然科學領綱強調課程的探究與統整，成立領域教師專業社群共同備課更顯重要，因此自然科教師社群需要共同備課時間，以設計探索教學及跨領域的統整課程，或是討論學生可能遇到的學習問題及困難，課程的教學目標、學生預期的學習成果、自然課活動內容設計等，許多學校目前並沒有這樣的時間規劃，自然科教師

在正常課程教學之餘，可能無法有充裕的時間來備課，因此領域教師能有時間備課，對於十二年國教自然科學領域課程的實施是相當重要的，如何能夠提供教師共同備課時間，或是讓自然科教師能夠尋找時間進行備課，是十二年國教自然科學課程實施不容忽視的課題。

(四) 十二年國教自然科學領域可能挑戰之個別問題

1. 十二年國教自然科課程偏重紙筆評量方式

現行九年一貫自然科課程雖然強調學生的探索能力，但診斷學生學習成就的方式仍以紙筆測驗為主，雖然這不是所有學校面臨的共同問題，但多數學校仍有些現象。教師固然了解紙筆測驗不應成為診斷學生自然科學學習表現的主要方式，但由於紙筆測驗仍廣受家長接受，對於測驗成績仍斤斤計較，事實上對於學生的探索能力、口語表達能力、合作解決問題能力等都無法給予有效的評量。十二年國教自然科學課程較現行九年一貫自然科課程更強調學科統整、科學探究以及培養學生解決問題的科學素養，這些課程革新的重點應該擺脫傳統以紙筆測驗來評量學生的科學學習成就，加入更多口語評量、檔案評量、實作評量等方式，發現孩子不同面向的自然科學學習表現，是十二年國教自然科學課程應該強化的議題。



圖 4 十二年國教自然科學領域之挑戰

肆、轉化策略

對於前述的問題與挑戰，本研究試圖從「學科統整」、「課程學習」、「師資專業」、「課綱內容」、「教師備課」、「多元評量」等六個面向提出轉化策略，以解決或降低這些問題及挑戰，讓十二年國教自然科課程實施能夠更加順利。

一、「學科統整」之轉化

對於現行自然科學習領域統整，學科內容並未統整的問題，可採取下列二項轉化策略：

- (一) 以跨領域概念作為教學設計，跨越傳統以物理、化學、生物、地科分科作為單元的教材結構，以符合十二年國民教育自然科學領綱強調科際整合，培育學生跨學科思考與處理問題的知能。
- (二) 學校在校訂課程中，課發會可與自然科領域教師社群共同訂定自然科統整課程，此課程並不一定要發展學校特色課程，而是重視科學體系中生物、物理、化學、地科之學科概念的統整發展。

二、「課程學習」之轉化

對於學生自然科基本學習與特色發展不易兼顧的問題，可採取下列四項轉化策略：

- (一) 自然科在國小階段並非如國語、英語、數學之傳統學科、因此容易受到忽略，學生學習基礎不佳，到國中階段就會受到影響，因此自然科基本能力學習一定要受到相等之重視。
 1. 學校不一定要特別發展自然科的學校特色，例如校園生態走廊，直接可以融入自然科的戶外教學，不需要為了特色而特色。
 2. 學生要參加科學展覽或發明展等科學競賽，利用課餘或假日時間來進行。教師指導活動，應該給予他們減數或補休之行政支持。
 3. 學校的自然科特色發展的師資不一定要由學校老師來擔任，可以聘任校外人力，減少校內教師教學壓力，同時也能兼顧學校特色發展。

三、「師資專業」之轉化

對於科學教師不具自然科專長背景的問題，可採取下列二項轉化策略：

- (一) 若有自然科領域專長之正式教師，宜安排自然科，如果學校正式教師不足，

需要甄選代課教師時，教評會可在教師甄選時，宜在招生簡章中加註自然科專長教師，讓甄選教師能夠符合自然科教學專長。

- (二) 學校與鄰近學校共同選聘自然科代理教師，也就是以巡迴教師的概念，讓具有自然科專長的教師能夠到不同學校去上課，校際排課時，可以錯開，不影響教師課堂衝突的問題，也可以解決代課教師薪資偏低的情況。

四、「課綱內容」之轉化

對於自然科教師對十二年國教自然科學領綱了解不足的問題，可採取下列三項轉化策略：

- (一) 學校應鼓勵校內領域教師社群參加十二年國民基本教育自然科學領綱之相關研習，讓教師能夠快速並及早熟悉自然科學領綱之內容。
- (二) 若教師沒有時間校內可以利用週三教師進修時間安排相關研習。
- (三) 國教自然科輔導團扮演推展新自然領綱的角色，辦理分區研討會或研習會，主動到學校去幫助教師及早熟悉新課綱。

五、「教師備課」之轉化

對於自然領域教師可能面臨共同備課時間不足的問題，可採取下列三項轉化策略：

- (一) 備課是十二年國教相當重視的重點，也是目前教師正在進行的教學專業成長。學校可安排週三下午時間，進行領域教師專業社群共同備課，進行專業對話。
- (二) 教師可利用課餘時間進行小備課或是教學問題的討論、分享以及處理策略。
- (三) 學校可以排定其他共同備課時間，讓教師可以在非週三時間，也能夠進行備課。

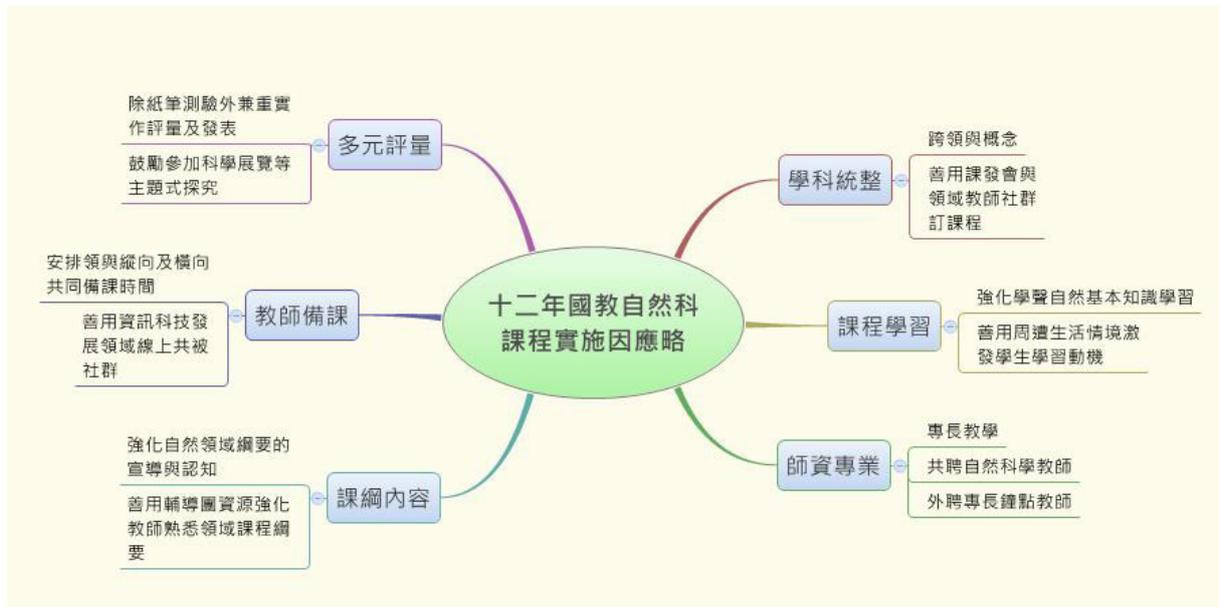
六、「多元評量」之轉化

對於十二年國教自然科課程偏重紙筆評量方式的問題，可採取下列三項轉化策略：

- (一) 除了注重傳統紙筆評量之外，教師宜採用更多口語評量、檔案評量、實作評量等方式，讓學生可以多元能力的培養。
- (二) 安排自然科學週，規劃自然科活動，讓全校學生能夠共同參與，培養科學學習的興趣。
- (三) 鼓勵學生參加科學展覽、發明展或其他校內外的科學競賽，作為多元評量的向度之一。

伍、繪製系統圖

一、轉化策略心智圖



陸、結論與建議

經由上述研究發現可知，現行九年一貫自然科學領域課程實施主要遭遇的困境主要為：學習領域統整，學科內容未統整；自然科基本學習與特色發展不易兼顧；教師學科背景不是自然科專長。因此在十二年國民基本教育實施後，自然科學領域可能面臨的挑戰如下：教師對自然科學領綱不熟悉；領域教師共同備課時間不足；自然科課程在注重學生探究、實踐與生活結合等層面上，教師需更加具備多元評量的能力。

面對以上的問題及挑戰，建議學校在實施自然科學課程時可以採取以下的轉化策略：

一、學科統整

以跨領域概念作為教學設計，課發會可與自然科領域教師社群共同訂定自然科統整課程，重視科學體系中生物、物理、化學、地科之學科概念的統整發展，以符合十二年國民教育自然科學領綱強調科際整合，培育學生跨學科思考與處理問題的知能。

二、課程學習

自然科在國小階段需與國語、英語、數學等學科一樣受到同等的重視。並將自然相關議題融入課程中，參加科學展覽或發明展等科學競賽，宜利用課餘或假日時間來進行，正常化教學，避免佔用自然科正課時間，讓教師回歸教學。

三、師資專業

聘任具有自然科領域專長之正式教師：甄選教師時，能夠優先考量符合自然科教學專長，或與鄰近學校共同選聘自然科代理巡迴教師，讓具有自然科專長的教師能夠到不同學校去上課，校際排課時，可以錯開，不影響教師課堂衝突的問題，也可以解決代課教師薪資偏低的情況。

四、課綱內容

鼓勵校內領域教師社群參加十二年國民基本教育自然科學領綱之相關研習，或利用週三教師進修時間安排相關研習，另外亦可由國教自然科輔導團扮演推展新自然領綱的角色，辦理分區研討會或研習會，主動到學校去幫助教師及早熟悉新課綱，讓教師能夠快速並及早熟悉自然科學領綱之內容。

五、教師備課

備課是十二年國教相當重視的重點，學校可安排週三下午時間，進行領域教師專業社群共同備課，進行專業對話。教師則可利用課餘時間進行小備課或是教學問題的討論、分享以及處理策略。同時也可以排定其他共同備課時間，讓教師可以在非週三時間，也能夠進行備課

六、多元評量

除了注重傳統紙筆評量之外，教師宜採用更多口語評量、檔案評量、實作評量等方式，讓學生可以多元能力的培養。並可安排自然科學週，規劃自然科活動，讓全校學生能夠共同參與，培養科學學習的興趣。鼓勵學生參加科學展覽、發明展或其他校內外的科學競賽，作為多元評量的向度之一。

參考文獻

- 張佳琳（2013）。美國國家課程時代的來臨：各州共同核心標準之探究，*教育研究與發展期刊*。9（2），1-32。
- 國家教育研究院（2015）。十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要研修 Q&A。2015 年 4 月 6 日取自 <http://web.cmgsh.tp.edu.tw/mediafile/20290013/knowledge/176/19/239/2015-11-30-11-52-35-nf1.pdf>。
- Delors J. et al. (1996). *L'E'ducation. Un tre'sor est cache' dedans*. Paris: E'ditions UNESCO – Odile Jacob. The English version of this report, referred to as “the Delors report” is entitled *Learning: The Treasure Within*. Report to UNESCO of the international commission on education for the twenty-first century. Paris: UNESCO.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological method* (2nd ed.), New York: McGraw-Hill.
- National Research Council (NRC). 2011. *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- UNEP. (2012). *21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues*. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.