

自然新領綱與科學新教師

鄭志鵬* 吳月鈴**



最近「課綱」突然變成熱門名詞，但是到底課綱是什麼？有什麼功能？簡單來說，「課程綱要（課綱、總綱）」是各級學校課程發展的依據，它的功能是規範、引導學校課程教學的發展與實施。尤其各國的國民教育，因為是國家培育國民的基礎教育，課程綱要就更顯得重要了！我國目前國中小學校的課程架構是依據九年一貫課綱，而高中職則是依據99暫綱。在國民教育從9年延伸為12年後，我們需要能以十二年一貫整體考量的新課綱，這就是「十二年國民基本教育課程綱要」（以下簡稱新課綱）研修的時機點與必要性。新課綱已於97年啟動研修，於103年11月發布。在總綱課程架構的規範與課程目標、理念的引導下，各領域課程綱要也進行研修，身為科學教師，我們有必要了解「十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要（草案）」，根據新領綱（草案）的理念來安排課程、規劃學生學習活動，使學生的學習表現能達成新領綱（草案）的課程目標。

這篇文章希望以「領綱解讀」的角度，來看看自然科學領域新領綱（草案）在國中階段的改變及其意義，進而反思科學教師在新領綱（草案）實施後，教學上應做的改變。

首先來看看新領綱（草案）的改變及意義：

壹、領域名稱、學科及時間分配的改變

新課綱的重大變革之一是：九年一貫課程綱要有七大學習領域而新課綱為八大領域，這一變動是因九年一貫課綱「自然與生活科技領域」中的「生活科技」在新課綱中不再屬於這一領域，而是與「資訊科技」組成「科技領域」，而「自然與生活科技領域」則更名為「自然科學」領域。

領域的變動也牽涉到「領域學習節數」的重分配，以往「領域節數」採比例制，各領域占總時數的10 - 15%，所以各校「自然與生活科技領域」多安排為每週4節課。但新總綱的「領域學習節數」採固定制，在第二至第四學

習階段「自然科學領域」為每週3節課（見表1），且在備註中說明「國民中學教育階段（七至九年級）自然科學學習節數為每週3節，三年共六學期，教科用書編撰及教學節數分配，依以下比例為原則：生物6/18、理化10/18、地球科學2/18，並且每學期至少包含一個跨科單元，實施跨科議題整合的探究與實作學習」。

這個變動讓領域內各學科不必為了時數上演爭奪戰，但也影響了「教師員額」的分配，更影響「學習內容」的量及深度。將來科學教師必須精熟領域內的各學科，能跨科教學，甚至必須修習第二專長，以避免成為「超額」教師。

表1

領域時數分配表

教育階段	國民小學			國民中學	普通型高級中等學校		
	一	二	三	四	五		
學習階段							
年級	一~二	三~四	五~六	七~九	十~十二		
學習節數/學分數	生活果程(6節)	自然科學(3節)	自然科學(3節)	自然科學(3節)	共同	進階	
					物理(2學分) 化學(2學分) 生物(2學分) 地球科學(2學分) 自然科學探究與實作(一)(2學分) 自然科學探究與實作(二)(2學分)		選修
					選修		

貳、「學習重點」的轉變

九年一貫課綱實施之前，中小學課程標準以「教材大綱」明確規範教材內容，並由國立編譯館負責編撰統一的教材。九年一貫課程提出「基本能力」的概念，列出學生所要達到的「能力指標」，釋放課程決定權與選擇權，將教材自主權回歸給教師，所以九年一貫的各領綱並未對「教材內容」進行規範。但後來增加「附錄」來建議教材內容，如「自然與生活科技領域」有附錄一教材內容要項及附錄二教材內容細目。

新總綱是「核心素養」導向，「核心素養」是指一個人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。希望學生能自主學習各學科的基本知識，應用在生活情境中，去思考辯證，解決問題，並能關心社會、環境，成為終身學習的公民。而各領域則將核心素養適切地轉化成領域核心素養，並據此發展出各領域學習重點，學習重點包括「學習內容」和「學習表現」，也就是兼具了知識、能力和態度並注重其實踐行動。

自然科學領域的學習表現（表2）包含「探究能力」及「科學的態度與本質」兩個向度，是各學習階段學生面對科學相關議題時，展現的科學探究能力與科學態度；而「學習內容」則為各學習階段具體的「科學核心概念」，是解決問題過程中的必要基礎。

表2

學習表現架構

	項目	子項
探究能力	思考智能	想像創造
		推理論證
		批判思辨
		建立模型
	問題解決	觀察與定題
		計劃與執行
分析與發現 討論與傳達		
科學的態度與本質	培養科學探究的興趣	
	養成應用科學思考與探究的習慣	
	認識科學本質	

參、學科間的分與合

在九年一貫的課綱中，自然與生活科技領綱是以「跨科整合」來規劃的，所以在「教材內容要項」、「學習內容細目」內都沒有分科的規劃。也就是未特別指定哪一主題、次主題或細目是屬於哪一學科的。但是在附錄三、附錄四以「學校本位課程設計」及「核心主題示例」試圖引導「跨科統整教學」的可行做法。只是迫於師資、排課、評量等現實狀況，「跨科整合」的理想在九年一貫課程中並未達成。

但是「跨科（領域）整合」是素養導向課程的必要因素，因為素養是生活情境中的、統整的、本來就是不分科甚至不分領域的！因此新領綱（草案）為了能落實「跨科整合」做了很多的策略，包含：

一、以「跨科概念」來橫向統整各學科的知識概念

表3

學習內容架構（部分）

課題	跨科概念(I)	主題	次主題
1 自然界的組成與特性	物質與能量 (Ia)	物質的組成與特性 (A)	物質組成與元素的週期性(Aa) 物質的形態、性質及分類(Ab)
		能量的形態與流動 (B)	能量的形態與轉換(Ba) 溫度與熱量(Bb) 生物體內的能量與代謝(Bc) 生態系中能量的流動與轉換(Bd)
	構造與功能 (Ib)	物質的構造與功能 (C)	物質的分離與鑑定(Ca) 物質結構與功用(Cb)

在「學習內容架構」中，新增「跨科概念」層次（如表3），以7個跨科概念：物質與能量、構造與功能、系統與尺度、改變與穩定、交互作用、科學與生活、資源與永續性來統整各學科的知識概念，引導教科書編寫和教師教學時能以「跨科」的內涵、素材來統整學科知識。

二、揭示領域整合的3個階段

雖然「學習內容架構」以跨科概念來整合各分科概念，但在學習內容的書寫方面，除了國小階段是以「跨科概念」呈現外，國中及高中階段是以分科書寫的，但為了要凸顯「跨科」的重要性及確保其落實於課程中，在「實施要點」中說明：「在國民小學教育階段應選擇合適之議題、大概念或跨科概念做統整發展教材，國民中學教育階段教材編寫，原則以分科為主、跨科為輔，跨科內容約占該科教學總時數六分之一，並宜以實驗、實作或探究方式進

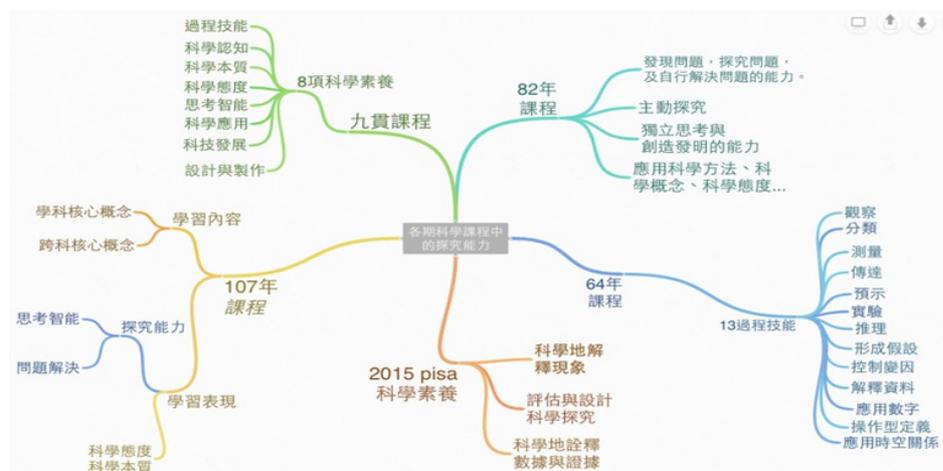
行跨科議題之教學」、高中階段則開設領域不分科的「自然科學探究與實作」，為共同必修4學分的課程。

肆、「探究與實作」的落實

一、新領綱(草案)對「探究與實作」的規劃

科學探究能力與思考智能的培養，一直以來都是科學教育的主軸。我國歷次的課程綱要(或早期的課程標準)，都有把「探究能力」列為課程目標或做為能力指標(如圖1)，各時期、各版本的教科書也都有相對的「實驗」活動。

圖1 各階段科學課程以及2015 PISA中包含的探究能力



但「探究」這件事在教學現場其實一直是很缺乏的。多數學校「很少」做實驗，就算有做實驗也流於「按食譜操作」，較少提升到「探究」的層次。綜觀「不做實驗」、「不做探究」的原因有很多，大致是：考試不會考這個、學校缺設備、趕進度...沒時間做實驗、秩序不好控制、準備、整理很花時間...等。所以這次新領綱(草案)除了在課程目標、課程架構的整體安排外，更在實施細節上做了很多的配套，排除「不做實驗、探究」的障礙，增加實施探究、實驗的機會和意願，讓「探究與實作」能落實在教學中，這些措施包括：

1、在學習內容方面：各階段的學習內容皆加以連貫、精簡、整合，以減少教學時的進度壓力，增加探究的時間。更在「學習內容說明」中標明可以探究的內容和建議探究的方式，做為教材編輯、課程設計的參考。

2、在實施方面：在「實施要點」中從課程發展、教材選編、教學實施、教學實施、教學資源到學習評量，一再強調如何落實探究與實作，如：

教材編選：教材編選.....鼓勵學生動手實作體驗，合適安排各年段的實作課程，以達到規定的時數，其中國中階段應有三分之一節數為實作體驗課。

教學實施：教學形式應不拘於一種...可採取講述方式、小組實驗實作方式、個別專題探究方式、戶外的參觀、或科學觀察、植栽及飼養之長期實驗等多元方式。

教學資源：有關實驗設備，學校應依教育部頒布之設備基準，設置實驗室、器材準備室及專科教室、...應依據各教育階段學校班級規模編配實驗室專長管理人員。

教學評量：應選擇不同評量方式...其可運用之型式例如專題報告、成品展示、實驗設計...等多種方式。

3、在高中階段更以設置必修的「自然科學探究與實作」課程來統整各階段的科學學習成果。

二、科學教師的因應之道

「跨科統整」、「探究與實作」可以說是自然科學課程的願景和特色，新領綱（草案）從大方向到小細節鉅細靡遺的規劃，就是為了能實現這個理念，但是能否落實則必須交給執行課程的科學老師了！所以接下來我們來思考科學教師可以做些什麼事情以落實「探究與實作」教學：

身為科學教師，我們常反思：如果設備、管理、課程內容...這些問題都已獲得解決或者至少是舒緩了之後，還有哪些因素會阻止科學教師做「跨科統整」、「探究與實作」的教學呢？我們發現：教師對「跨科統整」、「探究與實作」的認同程度和執行能力是最關鍵的因素。所以只有從這兩個因素著手才能獲取成功！

如何重建科學教師對「探究與實作」的認同呢？由於多數教師在自己的學習過程中，一直是以「內容知識」為主，鮮少被教導「程序性知識」，而在成為科學老師後，又因升學考試只考「內容知識」，教學也就變成以「內容知識」為主，所以絕大多數老師對教授「內容知識」有很強烈的責任感，覺得少教了「內容知識」是對不起學生，會影響學生的科學能力，但對「不教程序性知識、不教科學探究」這件事，則幾乎是無感的，多數老師從未把「探究能力」列為教學重點，當然就更別談落實科學探究了！所以趁著新領綱(草案)實施的時機，加強宣導新領綱（草案）的理念，重建科學教師對探究與實作的重視，是推動探究教學的首要工作！

又因為教育現場長期以知識的傳輸為主，多數老師非常擅長知識的解說，而對「引導學生探究」有些生疏，「探究教學能力」的增能也是迫切需要的。以下我們提供學習表現中「問題解決」能力的一些教學經驗，供大家參考：

（一）每一堂課都可以有「觀察與定題」

經由觀察發現問題是探究的起點，教師若能將教科書的內容結合生活素材，在課堂中引導學生觀察、歸納、發現問題，引發學生的好奇心，探究才會發生。

圖2 白天與晚上的酢漿草



例如：圖2為七年級「植物的感應」常選用的教材，傳統教學我們可能按課本內容解說：酢漿草的葉子白天會張開、晚上會閉合稱為睡眠運動...甚至有些老師會補充睡眠運動的原理、機制，學生記下了：會進行睡眠運動的植物

名稱、睡眠運動的定義、原理、機制...這是知識的學習。但是我們也可以請學生觀察兩張照片或是實物更好，指出其中的異同，引導學生「看到」酢漿草的葉子白天會張開、晚上會閉合的現象，然後鼓勵學生提出問題。學生可能提出：「酢漿草為什麼會睡眠？是不是受到光線的影響？」、「它是幾點開始閉合的？」...等問題，這就形成了「可探究的問題」可以發展成探究的案例！

又例如在理化的「氧化與還原」單元中，原本教師或許習慣以講述法告訴學生不同的金屬活性不同，所以不同的金屬燃燒時的劇烈程度不同。其實只要在課程設計上作一點調整，就能產生探究式的學習：首先可以讓學生觀察鎂帶在空氣中燃燒的現象，然後提出問題「不同的金屬燃燒起來，劇烈程度有什麼不同呢？」，從這個問題出發，就可以引進燃燒鎂、鋅、銅三種金屬，並從比較燃燒時的劇烈程度來討論「不同金屬對氧的活性不同」這個主題。最後教師再做出總結。總結的內容其實就是教師原本想要講述的，但是由於學生已經有了完整的探究經驗，於是就會更容易接受教師講述的知識內容。

(二) 善用課本的實驗來培養「計畫與執行」能力

教科書內的「實驗（活動）」是教師進行探究教學最方便、有效的材料，但是也因課本的實驗活動步驟太完整，而易流於「食譜」式實驗，導致學生可能只會「操作」而忽略了實驗設計、規劃的能力，其實只要在教學上做一些轉變，更聚焦在實驗目的、預測、確定變因...等內容，一樣可以達成「計畫與執行」能力的培養。

以七年級生物科的「光合作用的探討」為例，如果我們依照步驟來做，學生可以學會「用鋁箔紙包葉子」、「測葉內澱粉的方法」...等操作能力，但只要小小改變，探究的成分就會增加，比如：實驗前先討論：影響光合作用的因素有哪些（找出多個自變項）？、如果要知道日光會不會影響光合作用，則哪一個是操縱變因？應變變因是什麼？你能預測結果是什麼嗎？這樣的討論因為有「實作」的依據，所以很具體而不再是「背定義」，可以幫助學生更深入了解實驗設計的原則。又如：「植物的營養繁殖」這個活動，依課本的設計就是選一種植物進行觀察、記錄，沒有操做任何變因，學生只能學會「栽培植物」、「觀察、記錄」，但是，我們也可以和學生討論：「你認為哪些因素會影響○○植物（如：馬鈴薯塊莖）的發芽？」，讓學生選擇一個變因（如：水分、溫度、照光...）來設計實驗，之後再依實驗設計去執行這個活動（如圖3），這樣就可以培養實驗設計和執行的能力。

圖3「哪些因素會影響○○植物的發芽？」學生作品



又例如在熱學實驗中，要探究用同樣酒精燈將水加熱時，水量不同與溫度上的關係，就是一個可以讓學生分組自行討論，並且設計出實驗步驟的單元。教師先確定了要探究的主題後，逐步帶領學生確定實驗中的操縱變因、應變變因及控制變因。確定變因後，接著就可以讓學生設計實驗步驟與實驗紀錄的表格。教師可以讓學生分組討論出實驗步驟後，讓學生分組發表自己設計的實驗步驟和紀錄表格。一方面讓教師確認學生設計的實驗步驟與紀錄表格

是合理的，另一方面也可以藉由討論的過程，教導學生應該的注意事項。

確定實驗步驟後，就可以讓學生組裝實驗器材。確認無誤後，就可以開始執行實驗並蒐集數據。過程中，教師可以在課堂中來回巡視學生的實驗方法和態度。有許多的錯誤觀念會在實作的過程才有機會看到並修正。「計畫與執行」的能力必須藉由實作的過程才能訓練，教師可以從課程中挑選適當的實驗讓學生嘗試著計畫與執行實驗。

(三) 生活情境中的資訊或實驗所得數據都可進行「分析與發現」

科學知識的學習有很多是透過觀察、調查、考察...去歸納出事物的規律性，建立模型，然後用這個規律去判斷或預測碰到的新情境，如生物科「花的觀察」、化學科的「酸、鹼、鹽的性質」、地科的「岩石的特性」...等都是。所以確實地進行觀察、實驗、分析數據，就能增進科學的解釋現象的能力。

而在日常生活中，我們每天接觸大量的數據，很多人試圖透過數據來說話，提出他們的主張，如：「室內曬衣形同慢性自殺...」、「每天吃香腸、可樂，12歲少年罹大腸癌...」、「好的意念可以使水出現美好的結晶...」...，面對這些資訊，我們需要的是推理論證的能力和習慣，我們要會質疑數據的可信度，會根據證據力決定支持或反駁某些主張。所以媒體資訊或生活經驗都是科學教育的好素材。

(四) 過程及成果發表都會運用「討論與傳達」

總綱核心素養三大面向中的第二項即是「溝通互動」，強調學習者應能廣泛運用各種工具，有效與他人及環境互動。而在自然科學中，討論與傳達更是科學知識行程的重要過程，科學研究的過程、發現與成果，必須經公開表達，接受同儕的質疑、驗證、評價...等過程，才能形成可以被接受的主張。所以如何正確運用科學名詞、符號及常用的表達方式，將研究的內容作有條理的、科學性的陳述；如何和別人討論、傾聽別人的報告，並提出意見或建議，是重要的素養。

但是討論與傳達並不是在呈現研究研成果時才須用到，而是在研究過程中即不斷發生的，教師可透過不同的方式增進學生的討論與傳達能力，如：透過課堂提問，隨時讓學生進行討論和傳達；使用合作學習等模式，使個人的學習變為小組的共同學習，促進學生間的討論與傳達；採用多元評量應是最具功效的方式，比如：以文字、圖片等書寫書面報告或利用影音等新媒體形式呈現探究成果，或專題研究的口頭發表等。

當我們深入了解新領綱（草案）後，會發現：雖然我們以新領綱（草案）來稱呼「十二年國民基本教育自然科學領域綱要（草案）」，但是從課程目標、學習重點等大家最關注的幾點來看，新領綱（草案）並不「新」，而是回歸科學教育的本質。在新領綱（草案）課程架構和實施要點的規劃下，老師們更有機會進行「跨科統整」、「探究與實作」的教學，老師和學生更能一起探究自然的奧妙，所以，讓我們準備好，在新領綱（草案）下做回真正的科學教師吧！

* 鄭志鵬，國立光復商工總務主任

** 吳月鈴，宜蘭縣立復興國中教師兼補校教務組長

電子郵件：cheng.pong@gmail.com；bell543@gmail.com