

利用系統思考來推展以核心素養為主軸的科學教育 ——以新課綱中沒有標準課本之「探究與實作」為例

■ 文／夏日新·高雄市立前鎮高中校長

林百鴻·高雄市政府教育局課程督學（原前鎮高中教務主任）

強調課程發展的108新課綱

以「核心素養」為主軸，根據自然科學領域課程綱要，自然領域的核心素養注重觀察、邏輯思考和推理判斷，並將學習與生活結合，因此科學教育除了傳授科學的知識和技能之外，也應強調學生科學探究的歷程及問題解決的能力。鑒於此，在學校推展科學教育應本著課程屬性和教學目標，系統性的導入各種課程，並依照學生學習圖像、融入在地特色，形塑適恰的學校本位課程。

另外，在十二年國民基本教育課程綱要中，自然領域有了學分數和教學內容上的轉變，除了必修學分數由原本的18學分變為12學分之外，必修時數中還須涵蓋4學分的探究與實作課程；然而，探究與實作課程不同於部定的科學課程，是一門有綱無本的課程，各校可在符應自然領綱的規範下發展適合學生的課程內容，這對第一線的老師來說是一項全新的挑戰，必須在短時間內理解領綱的意涵之外，也要衡酌學校各項客觀條件進行課程設計，因此，老師的角色已經由單純的授課者，轉變為課程設計的參與者與實踐者。



▲自然科老師利用星期四早上社群共備時間設計多功能之「水波槽」，提供學生設計「海水」對港灣、防波堤、沙灘的探究與實作課程。（前鎮高中提供）

所以，科學教育推展的過程勢將衍生出三個重要課題，分別是課程定位、教師增能、學生學習，本文將以高雄市立前鎮高級中學為例，探討課程重新建置的發展策略。

利用參與式規劃 確認課程定位

參與式規劃的概念主要是讓老師在整個課程規劃的過程中有更多的機會表達意見，從而著手參與規劃，讓課程決策的歷程不再只是行政端或是老師端單向的思考，結合「由上而下」和「由下而上」兩種規劃邏輯，融合行政端對於學校整體

►夏日新校長參與共備社群，並且以其開發之教材公開授課和議課，以實際行動陪伴大家。（前鎮高中提供）



經營的整體擘畫以及實際授課教師的經驗和需求，凝聚大家對於課程的共識。

1. 以終為始的方式，確認發展方向

為使能課程發展更聚焦於學生的學習，避免展盲目於效率和技巧的強化，偏離發展的航道，規劃的過程中採用「以終為始」（begin with the end in mind）的方式進行構思，其中，學生學習圖像是全體教師對學生養成的共同願景，可從中提取適合的元素作為科學教育推展的主要目標；以筆者所服務的前鎮高中為例，學生學習圖像分別為「多元文化」、「樂於學習」、「博雅人文」和「科學素養」，經由群體充分討論後，決定以提升「科學素養」和「多元文化」兩項核心能力為根本，將校園周邊的文化和環境因子，融入科學學習之中，讓學生的科學學習與生活發生連結，體現素養導向課程發展的精神。

2. 利用焦點討論法，進行SWOT分析

藉由焦點討論法的方式，使群體產生信任的對話，讓每一個參與的成員能在「課務推動」、「課程與教學發展」、「教師專業發展」和「學生學習」等面向，透過客觀的事實、自身的感受和詮釋，將所想到的優勢、劣勢、機會和威脅透過有

層次的提問架構進行表達和討論，讓現實的因素和心理的情緒都能被彼此看見，最後進行歸納與整理的收斂過程，盤點出學校現況以及學生學習的起點行為。

3. 連結起點和終點，進行策略規劃

確認起點行為以及預期的目標後，利用團隊共創法讓老師能共同參與決策的訂定。因為科學教育應涵蓋探求科學所運用的心智活動以及科學知識，不同類別的課程有不同的學習重點，所以規劃的過程中，須透過老師的學科專業、教學經驗以及既有資源的評估，進行課程的開展和定位。

(1) 部定課程

部定課程包含部定必修和加深加廣。其中，部定必修係從全人教育出發，以培養學生核心素養及奠定基本學力為目的，加深加廣則是為了滿足不同程度的學生學習以及深化分流發展的需要，呼應多元適性的理念。因此，須引導教師發展學科課程地圖，統整科學知識和技能的教學脈絡，定位部定課程為科學學習的重要基石。

(2) 多元選修

多元選修主要讓學生依照興趣、性向、能力和自身的需求進行修習，因此可以作為引起動機的

課程，也可以作為大學試探的預修課程，因此老師們將課程定位為高中科學教育中起始和結尾的素養課程。以筆者服務的學校而言，老師從自身的專長出發，結合校內天文台的資源，於高一開設天文攝影、氣象播報等課程，也充分利用校園植物開設植物辨識課程，這對科學學習來說，能提供學生更多的現象和訊息，供學生進行觀察與分析；另外，為讓學生能進一步對接大學，於高三開設電子積木、化妝品鑑識和人體時光機等進階課程，讓學生能將部定課程中所學之科學知識應用於事件中。

(3)探究與實作

探究與實作課程著重在科學探究的歷程，讓學生以科學態度為本，運用科學方法在真實的情境中探求科學知識；從整個科學教育的課程觀來思考，本校自然科老師一致認為學生有了高一基礎科學的學習以及多元選修課程的訊息刺激後，學生才能更專注於程序性知識的學習，因此將探究與實作課程安排在高二，並將課程定位為貫串訊息現象到理論知識之間的素養導向課程。

為了讓學生能更真實的面對生活上的現象，老師由學校鄰近的機場和港灣發想課程，讓學生有機會重新認識自己的生活環境；有了明確的議題後，老師從自身專業開展適合的主題，再從主題中發展培養科學能力為主的素養課程，透過教師專業社群的共備和分享，社群老師都能教授彼此發展的課程，架構出真正跨科的素養課程。期能讓學生本著基礎科學知識，以學徒科學家的身分進行機場和港灣相關議題的探索。

支持系統成立 提升整體動能

老師在科學教育的推動上是很重要的一環，但新、舊課綱課程轉化的過程中衍生出教師在專業上的增能需求以及設備資源的更替，若沒有及時

給予回應，科學教育的發展和推動會遇到根本性的問題。

1.共備社群的成立與陪伴

隨著世代的變遷，早期師培系統對老師所建構的專業知能已難應付課程的改革，考量持續性以及整體效益，教師專業學習社群的成立有其迫切性；教師社群旨在促進教師專業成長，其運作方式十分多元，早期社群主要扮演學科教學進度編排、教學內容釋疑、教材教法分享等功能，不過隨著教學現場的改變，社群的組成方式和功能性勢必要有所回應。

(1)社群組成

由老師自主籌組社群並不容易，若校長能從行政領導進化成兼具課程領導，並以課程領導的身分回應教師需求，依任務編組的方式進行社群籌組，除了能讓社群的目標更明確之外，校長和行政單位的陪伴，亦使教師社群更具擴散能力，吸引更多老師參與。筆者依此協助成立探究與實作的跨科社群，並於社群共備時段參與討論和陪伴，亦透過公開授課和議課，作課程滾動修正，實質發揮社群應有的功能。

(2)社群功能

教師雖然在師培過程中都受過專業科目的增能，但是跳脫專業知識外，對素養能力、真實情境議題、跨科整合議題卻是陌生的，無法綜整各項能力指標來設計活動，大多憑藉著多年累積的經驗和素材來拼湊，因此社群應以提升素養導向課程和評量設計為要。

2.經費有效挹注，強化課程整備

學校各處室分工清楚，但經費規劃須更多意見加入以及系統性規劃，因此透過開放空間會議（Open Space Technology）讓各處室人員以及老師一同加入話題的發想，再從每一個話題的深入討論盤點課程衍生的需求以及可能發生的問題，

避免因過度窄化或是發散，造成經費無法有效利用；會議進行中，校長應擔任引導者而非決定者，最後會議結束後進行話題的綜整與排序，再由各業管單位協助老師規劃並爭取相關經費。

以筆者服務的學校而言，課程試行以及協同教師安排所衍生的費用，由教務處協助新增鐘點費填報以及競爭型計畫的申請；空間規畫部分，由總務處編列預算，建置一座南臺灣口徑最大的教學天文台；此外，由教務處和總務處的跨處室合作，爭取相關計畫活化校內閒置空間，作為探究與實作課程的上課空間。唯有透過對話，才能將有限的經費挹注在真正有需要的項目上，以利於科學教育的推展。

3. 外部資源導入，協助教師成長

科學教育是門「教學生如何學習科學」的課程，所以教師社群如何發展科學課程，除了校內社群的相互學習之外，也需要外部專業意見的支持。因此，統整教師增能需求，協助邀請外部專家學者帶領社群發展，以參與討論的工作坊模式取代單向演講的模式，讓老師不限於學會一件事，而是透過參與和反思的過程，內化於老師個人的教育哲思上，才能落實於教學活動中。

聚焦學生學習 提供多元平台

學生是科學教育推展的主體，學習成效更是科學教育成功與否的關鍵。而影響學生學習的因素除了教學模式之外，搭建讓學生自我實現的舞台，能激勵學生在科學上的學習。

1. 以學生為中心的教學模式

隨著時代演進，單向講授的課程已無法涵蓋整個科學的教學和學習，因此科學課堂的進行需要適當調整，教師在課堂上的角色要從課堂的「主導者」轉變為「引導者」，課程的設計也要從單純的知識灌輸，加入讓學生彼此討論、分享和反思

的成分，也應提供學生可以應用的情境和機會。

意識到上述的變革，「以學生為中心」的教學模式將從探究與實作和多元選修課程施行，但因教學模式的轉變並非一蹴可幾，且考量到不同課程有不同的屬性和教學目標，將漸次引入部定必修和加深加廣選修課程。

2. 建構多元展能的舞台

學生學習成果不應侷限於課堂的紙筆測驗，因此鼓勵老師將課程的學習成果，結合相關的活動或競賽，轉化成真實情境中的具體任務，讓學生可以將課堂所學實際運用。有感於學生學習所帶來的轉變，老師願意結合課程搭建讓學生展現自我的舞台，近年來已經有天文攝影比賽、科學新知展覽、科學競賽等，激勵學生能更投入於科學學習。此外，也帶領學生進一步將科學學習推廣，帶入社區服務、三級學校交流中，近年辦理多場社區天文觀測、開放校園等活動，讓學生將所學更有自信的呈現出來。

結語

科學原本就屬於生硬的科目，在教學和推廣上並不容易，加上新課綱變革帶來的衝擊，各方面的衝突就容易發生，重新建置的過程中會有許多細瑣的事項需要溝通和處理，也容易就因為不小心的疏漏，造成整體推動上的阻礙，因此將問題作系統性的分類，並利用參與式規劃擴大大意見蒐集，較能解決策略訂定上的盲點；啟動建置的過程中，會有許多需要支援的部分，包含教師專業能力的提升以及適時的資源提供，若有好的奧援，將是點燃教師教學熱情相當重要的元素；此外，透過課程設計的轉變，讓學生能在學習上找到自信心和成就感，突破科學生硬的刻板印象，更有助於學生的學習。雖然過程繁複且龐雜，但透過系統性的規劃和處理，為學校建構堅實的能量。