



還給學生 學習探究的權利！

文／任宗浩

近年來，培養學生科學探究能力儼然已成為國內科學教育改革的一項重點，12年國民教育新課綱自然科學領域也將「科學探究」列為學習表現的核心能力。2016年6月，筆者接受教育部國民及學前教育署的委託，帶隊參加由法國動手做（La main à la pâte, 以下簡稱LAMAP）基金會辦理的第7屆「動手做科學」國際研討會。同行的隊員包括了國家教育研究院課程與教學研究中心洪詠善主任、臺北市金華國中黃振祐主任以及花蓮市中正國小的陳世文主任，由於這一次的參與，我親身體會到 Pierre Léna 和 Yves Quéré 兩位法蘭西科學院院士對科學教育與探究式教學的努力（圖1），深受感動的我在回國後遂開始推動中小學自然科學探究教學與評量相關的教師專業成長課程。

我記得訪法行程之初，同行的隊員問筆者為何要來學習法國的科學教育？根據各項國際教育調查評比的結果，法國不論是小學階段（如TIMSS 2015）或是中學

階段（如PISA 2015）的科學成就表現似乎遠遠落後於我國。但是當一行人參觀法蘭西科學院時，看到院內陳列的雕像，以及看到巴黎鐵塔上所刻72位著名科學家和工程師的名字，才驚訝地發現：原來我們從小到大在教科書中讀到的許多著名科學家或數學家都是法國人！大家不禁想問到底是甚麼原因，讓小時看似未必了了的法國人成就如此多偉大的科學和數學家呢？

探究是人類的天性

在赴法參加研討會之前，所有同行的隊員（包括筆者在內）都認為在國內中小學的教室內，要落實探究學習是不可能的事。因為國內的老師總是擔心所教的學生在重要考試中表現不夠好而影響了他們的升學，於是將大部分的時間拿來教課本裡所提到和沒有提到的概念，以及不斷地練習考試，期待重要的考試能有最好的表現。五天的研討會期間，基金會安排各國





圖 1. 二位法蘭西科學院院士（上圖左）帶領我們到巴黎天文臺二樓子午線室（Meridian Room）參觀 17 世紀所繪製的巴黎子午線（上圖右），並到頂樓的觀景臺，法國著名天文學家卡西尼在此利用望遠鏡觀測土星 A 環與 B 環間距離，提出卡西尼環學說（下圖）

的學員參觀幾所巴黎的小學和中學，當大家進到課室裡面觀察法國的科學教師進行探究教學時，學生在解決問題和參與討論過程中發亮的眼神，以及找到答案時開心的表情，都讓一行參加的隊員感動不已。我記得參訪行程結束後，在回國的旅程

中，振祐主任對我說：「回國推動探究教學是一件極為艱辛的任務，但是……非做不可。」因為不進行探究的科學教學違反了學生想要滿足好奇心的天性，直接告訴學生答案的講述式教學剝奪了學生學習科學探究的權利。

強調過程甚於結果

法國 LAMAP 基金會所推廣的探究教學與筆者近年來在國內所看到大多數的科學探究實作課程有著本質上的差異：法國的探究教學著重於透過探究的歷程培養學生的探究能力，而國內許多探究實作的課程則是利用讓學生動手操作來理解抽象概念。例如我們常看到國內的中小學會在校內進行水火箭的競賽，目的是為了要讓學生透過實作的方式體會作用力與反作用力的關係；在法國則會利用這個活動讓學生自己定義所要探討的問題（例如影響水火箭射程的因素），接著引導學生系統性地探討想要回答的問題（例如測試影響水火箭射程的變因），藉以訓練學生的探究與解決問題能力。筆者認為能夠透過具體的操作過程讓學生了解複雜難懂的科學概念是件好事，但如果在過程中能夠適時引導，讓學生多放點心力在問題的釐清、探究的設計以及討論溝通，應更能發揮加乘的效果，不僅可以教導學生科學概念，也培養學生的科學探究能力。

動手做不等於科學探究

國內許多探究實作的課程強調動手操作，透過實作（如科技產品的操作）來教導科學概念或是知識，但動手做也可能只是強調動作技巧的訓練或是複製操作的過程，不一定能夠訓練到探究能力。科學中的探究思考包括了歸納、演繹、辯證和多元思考等不同的取向，這些不同的思考取向應用在問題解決的過程（如發現問題、理解問題、提出假設、實驗設計、數據分析、提出解釋、發現新問題等），交織成了複雜的科學探究行為。近代的科技產品或

許改變了數據測量和分析的技術，甚至於也改變了人類的思考方式，但是要培養科學探究的核心能力並非單靠動手操作可以達到，教師提供適當的引導是關鍵，就如我們常對種子教師講的：要問對問題！教師應透過問學生「是什麼（what）？」、「為什麼（why）？」和「怎麼做（how）？」等不同的問題，去訓練學生不同的能力。

避免用講述式教學法來教科學探究

為了讓種子教師們體會探究式教學的精神，筆者和團隊的核心講師們堅持訓練的課程本身一定要採取探究式的教學。讓參與的教師親身經歷科學探究的活動，透過引導學員們提問、討論、辯論與演示來釐清教師在探究教學過程中該扮演的角色以及該具備的專業，而不是單向的傳授他們一些教學模式或是理論（圖 2）。因為筆者相信唯有透過實踐科學探究的過程，才



圖 2. 讓種子教師親身經歷探究學習的歷程

能讓參與訓練的種子教師直接體會探究教學的效果，而這些效果是無法用講述式的教學來取代的。訓練課程也不應要求種子教師採用單一固定的探究教學模式，透過讓種子教師討論各種不同探究教學模式的相似或相異之處（例如 LAMAP 的 IBSE 以及 STEM 教學模式的比較），引導他們看到每個不同教學模式的優點和限制，強調依據不同的目標與教師的特質來選擇不同的教學模式，以發揮更好的教學效果。

秉持著上述的理念，筆者協助國立臺灣科學教育館，執行由教育部師資培育及藝術教育司委託辦理的「106-108 年中等學校教師探究與實作專業發展提升計畫」，透過為期兩年補助超過 100 所中學，落實

科學探究課程與教學在正式或社團課程（圖 3）。該計畫並透過定期的教師專業培訓課程，訓練補助種子學校的教師，期盼透過地區種子學校內科展教師指導專題的能力實踐，落實 12 年國民教育新課綱培養學生探究能力的目標。

本期專文介紹 ●

本期專題文章中，筆者除邀請黃振祐與陳世文兩位主任分享參加動手做科學研討會以及參訪 LAMAP 基金會的心得，以及回國後推動探究教學的感想之外，也特別邀請臺北市仁愛國中李美惠主任分享她長期致力於落實科學探究教學的經驗。



圖 3.「中等學校教師探究與實作專業發展提升計畫」期中培訓工作坊

任宗浩

國家教育研究院測驗及評量研究中心副研究員兼代主任