「補不足」之外—公民核心能力中的科學素養

陳恒安

教育部顧問室這幾年推行中程個案計畫，其中有個計畫名爲「現代公民核心能力養成」。核心能力鎖定五大素養，即：倫理、民主、科學、美學、媒體素養。在這先不論爲何鎖定這五大素養，只打算從歷史切入，簡要勾勒科學學習多元視角的發展軌跡，以供當代關心科學學習的朋友參考與指教。

19世紀，科學進入西方學校教育，各國爲促進社會大眾認識科學，儘管訴求對象不盡相同，但是做法大抵包括革新學校科學教育、提倡科學普及、培育科學素養、強調公眾的科學理解與參與等方式。這些做法都希望拉近個人與科學之間的距離，只是重點不同。其中，關於中學教育之後的學習，更不只是延伸中學教育，以努力升級，「補足」日新月異的各類科技知識。

學校科學教育首重各專業科學知識內容與細節，無論中小學科學教師必須遵循的課綱與進度，或者大專院校中培養未來科學研究人員專業系所中的必修課程，都可以看到重視知識內容的特色。不過當走出專業領域時，似乎會碰到另一種關於科學學習的概念，即「科學普及」。

科學普及通常訴求課堂外的科學學習，預設的對象是受過國民教育的大眾。就像本刊簡介中所期待，科普「使學術走入民間，不再是高深莫測，而是與我們日常生活息息相關，人人可分享的」。也就是說，科學普及希望透過清晰明瞭的生活語言，讓民眾了解最新的，與日常生活相關的科技知識。當然，還有近年來又逐漸受到重視的科學素養這個名詞。以下將藉由簡單的回溯，讓讀者了解今天的科學素養共識是個整合版本，吸納歷史上關於科學學習的幾種重要思惟模式。

科學素養並非新興名詞

科學素養這個概念大約出現在1950年代晚期的美國，當時用以描述科學教育所期待的成果。一般認爲受過科學教育者應該具備科學素養，只是何謂素養實在難以達成共識，以致科學素養一度淪爲口號與流行用語。科學教育在19世紀進入歐美學校教育體制時，人文學科是教育主流。科學家爲了在人文主流中提倡科學，除了證明科學在物質世界強大的操作與落實能力之外，更不忘提醒眾人，科學具有訓練智性的人文價值。在科學領域中，體現這種更高人文價值的就是科學精神與科學方法。

科學家指出新時代研究者不再單純依循傳統的演繹法，而是親自觀察自然，蒐集資料，並以科學歸納方式提出見解。他們認爲習得這種認識世界方法的人能獨立思考，具備獨立研究能力，並且不盲從權威。

或許有些讀者會發現，從獨立思考到不盲從

權威這樣的推論，正是爲什麼我們介紹德先生時總不忘賽先生的理由。這思路或許可以部分解釋「現在性」，高度重視程序與方法的特色。當代社會已習慣藉由好方法確保過程不出錯，以得到接近理想的成果。除了在科學領域外，法律上所堅持的程序正義，理念其實如出一轍。

科學學習的多元思惟模式

20世紀初期，學者如杜威主張教育必須關注科學對日常生活所產生的重要影響，同時認爲科學應做爲現代社會公民認識世界的基礎。之後，一些學者大力提倡科學有助於個人在社會中行動的功能。不過，過於強調實用的做法很快受到質疑。反對獨尊實用者提醒大眾不可忘記當初把科學放入中小學教育的初衷，也就是我們需要科學提供認識世界的基礎。20世紀接近中期的時候，各派學者主張雖異，但是共識逐漸形成，也就是實用派與科學世界觀及科學思考方式之間必須取得平衡。

圖片來源：日創社

二次世界大戰後，科學衝擊人類社會的情勢無法迴避。19世紀，人類樂觀相信科學進步能解放人類，帶給人類幸福，二戰後的人類卻驚訝於科技對人類社會帶來的負面影響。除了戰爭外，1960年代的環境問題更加深人類對科技的憂慮。科技文明有時似乎帶來甜美果實，卻也經常脫韁成爲不確定的風險。

在這種趨勢與氣氛下，當人們討論應該認識科學的哪些面相時，自然就偏往科學所造成的社會後果了。以物理學爲例，若提到核分裂或放射物理，單純的物理學理論知識似乎已經無法滿足關心科學民眾的胃口，教育似乎必須面對諸如核彈、核電廠，或者放射醫療等與生活或社會相關的議題。

冷戰時期的美國受1957年蘇聯Sputnik人造衛星發射成功刺激，大興科學教育。科學教育學者認爲，科教的任務在於培養能夠了解科學並支持科學發展的公民。

把科學教育、國家競爭力，甚至國家安全掛鉤的論調，並非沒有批評聲音。因爲有些學者還是認爲，科學教育不應脫離人文或博雅教育主軸。儘管如此，多數科學教育學者都強調科學與其他學科本質不同。二戰後科學與技術對社會文化無遠弗屆的影響力，也似乎呼應著如此論調。不過，科技雖然重要，但實在太複雜，因此對於非科學專業課程外的科學教育，逐漸又有人倡議以科學素養來促成理想。

在美國1960年代的科學教育改革中，上述幾種科學學習面向各有學者支持。不過以國家的立

場，最希望的是能號召年輕學子投入學習科學的行列，因此介紹科學家的志業／事業，以及科學各分科知識與內容成爲重點。

這些科教改革的成果也大大影響了台灣的科學教育，我們可以從台灣1960年代翻譯美國科學教科書，以及1970年代創刊的《科學月刊》的內容來看，「正確的科學知識內容」具有絕對優先地位。或許可以簡單結論說，1950、1960年代美國的科學教育主要聚焦在「科學家把知識傳達給讀者」這個面相，相對忽略科學做爲文化推動力與社會形塑力的特色。

1970年代開始，學界對科學又嘗試從新的視角切入。科學在社會中的角色慢慢再次贏回重視，無論是科教的STS教學，或是社會科學批判色彩更濃厚的STS研究逐漸興起。今天台灣強調公眾對科技的理解與參與，清楚顯示如此發展趨勢。

公民科學素養

當代的科學素養概念是個整合版本，例如有人期待我們應該像欣賞藝術一樣欣賞科學，讀者不見對稱、碎形等自然規律具有理性與感性的美！另外，也有一些與日常生活相關的科技課程或活動相當受到重視與歡迎，譬如街頭物理學、廚房化學、旅遊中的數學，或者護溪、巡守家鄉生態環境等。當然也有人把科學視爲人類文明的一環，或者強調科技與社會的互動關聯。

或許還有許多可能性，但是透過以上簡單列舉，已經足以讓我們知道除了主流的科技知識內容外，至少還能以美學、文化、社會，以及日常切身相關的角度接觸並思考科學。

接下來讓我們回到教育部顧問室計畫。素養從來不是從上而下的理性規畫，而是歷史發展下的整合。若是這樣，我們應該思考，以受過國民教育的現代民眾來說（未來就是12年國教所培養出的新一代了），應該從什麼切面接觸科學？

根據上文，筆者認爲答案昭然若揭。公民科學素養的重點就在「公民」與「公共性」，因此不應該以「補不足」這樣的思惟來因應公民學習科學的問題。以補救因應，只怕陷入永遠補不足的窘境，畢竟數學、資訊、物理、化學、地科、生命科學等傳統領域就已經令人頭昏眼花了，更不用說這些領域底下還能分出許多次領域、次次領域，以及更多的新興領域。

科學若已經補不完，那其他領域呢？現代公民素養可不是只有一項，至少還有倫理、民主、媒體及美學，更不用說還有許多當代必須面對的法律、經濟、財務、國際關係、多元文化等熱門議題。

其實許多國內外測試都顯示，台灣學生知識理解能力的分數通常不錯，分數較低的是形成問題能力以及積極行動的意願。如果表現理解的方式是記憶，評量的方式是再現知識內容，那麼對這測驗結果就不會感到意外，因爲我們的確在行，台灣的教育評量與社會潮流幾乎都「鼓勵」如此的自我肯定。因此，筆者認爲任何想改革台灣科學教育的規畫，都不能迴避這個台灣科學教育的特色與限制。

若讀者同意這是我們的問題，或許我們就該進一步思考教育對象與各種科學面向之間的關聯。單是要求人文社會的學生多修幾門科學知識課，肯定無法面對當代社會複雜的科技議題。

陳恒安
成功大學歷史系