

科學之美 · 人文之美

文／白榮銓 臺中市居仁國中退休教師

書名：史上最美的十項科學實驗
作者：克里斯 Robert P. Crease
譯者：蔡承志
出版：貓頭鷹出版

本書作者克里斯是美國紐約石溪大學（Stony Brook University）哲學系教授，也常在《物理世界雜誌》（Physics World magazine）的特定專欄撰文評述物理學的重要議題，他以該雜誌的全球讀者為對象，票選「史上最美的科學實驗」，2003年出書發表《十項最美的科學實驗》（The Prism and the Pendulum: The Ten Most Beautiful Experiments in Science）。

本書共有十章，作者按照科學史的年代呈現，引領讀者體驗科學實驗由簡略推估，進展到精密測度的發展歷程，各章的實驗依次為：埃拉托塞尼斯（Eratosthenes, 約276~195B.C.）測度地球的周長實驗、伽利略



(Galileo Galilei, 1564~1642) 的自由落體實驗、伽利略的斜面實驗、牛頓 (Sir Isaac Newton, 1643~1727) 的稜鏡分光實驗、卡文迪西 (Henry Cavendish, 1731~1810) 測量地球重量的實驗、楊格 (Thomas Young, 1773~1829) 的雙狹縫干涉實驗、傅科 (Jean Foucault, 1819-1868) 擺實驗、密立根 (Robert A. Millikan, 1868~1953) 的油滴實驗、拉塞福 (Ernest Rutherford, 1871~1937) 發現原子核、單一電子的量子干涉實驗。

九年一貫自然與生活科技課程綱要 (97課綱)，強調科學態度要培養學生能夠感受「科學之美」，教材內容要項也涵蓋了「自然之美、時序之美、結構之美、變化之美」。因此教科書以實驗為媒介，協助學生對於科學知識有更深的認識，但是教材編寫方式、學校的教學方式，難免讓人對於科學實驗之美抱持疑慮，因為課本內的實驗是各項裝置、儀器與藥品的相互混雜，可能讓人以為只要照著步驟操做，就能產生正確的數據和完美結果的刻板印象；實驗設備

和教學時間的不足、教師本身暨有的美學概念，也都可能讓學生忽略或無法充分感受科學實驗之美。

科學實驗之美可以有多種形式，有些具有總體的美，把各種通則綜合在一起，例如埃拉托塞尼斯測量地球周長的實驗，綜合了地球表面是彎曲的球體、經緯線、光的直進、數學幾何等原理。有些具有廣闊之美，把規模迥異的元素連結起來，例如有關光的本質，牛頓主張粒子說，惠更斯 (Christiaan Huygens, 1629~1695) 主張波動說，楊格的雙狹縫干涉實驗為光的波動說提供了證據，赫茲 (Heinrich Hertz,



1857~1894) 的光電效應實驗為粒子說提供了證據，兩種說法涇渭分明，直到馬克士威 (James Clerk Maxwell, 1831~1879) 以理論推導光是電磁波，赫茲以實驗證實電磁波的存在，而愛因斯坦認為電磁波是由許多光子組成，光子兼具有粒子和波動的雙重性質，並可解釋光電效應，終於統一了粒子說與波動說。有些具有樸實之美，以其單純的特性彰顯自然的本質，例如傅科設置的擺每經過一個週期的擺盪，在沙盤上畫出的軌跡都會偏離原來的軌跡，證實了地球是繞自轉軸轉動；牛頓將陽光穿過三稜鏡，照射在牆壁上，發現白光其實是由多種色光所組成。有些具有模式浮現之美，顯示大自然的基本原理，例

如伽利略的斜面實驗，使用巧妙有創意的裝置，發現物體在等加速度運動時速度、距離與時間的關係。有些具有簡約之美，使渾沌複雜關係條理分明，例如卡文迪西測量地球重量的實驗，在追查實驗錯誤的過程中，抽絲剝繭，化繁為簡，顯現簡約之美。

因此試圖將「科學實驗之美」融入教學應該是值得嘗試，因為科學實驗之美在於「如何」透過設計裝置、觀察和測量，對數據加以整理和分析，並配合理論上的說明，對自然現象提出合理的解釋，讓人們得以揭開自然世界的奧秘，故學校的教學可以解析科學史上的科學實驗，引導學生欣賞或重做，藉由體驗實驗巧思和創意所產生的欣喜、感動和嘆服，可以打破學生對科學實驗的刻板或負面印象，促進學習科學的動機，並了解

「科學之美」是科學探究中的重要本質，甚至藉由科學家在實驗過程中的探究精神和態度，幫助學生體驗「藝術之美」和「人文之美」。

