

壹、緒論

臺灣於 2003 年起由行政院國家科學委員會主導，推動自 1998 年開始國家型計畫以來最大的奈米國家型科技計畫（總經費 210 億元），其中教育部顧問室負責的人才培育分項計畫，則以推動從國小到研究所、在職階段和一般大眾的奈米科技教育之終身教育為願景，提供各種跨領域奈米科技人才為目標，並分 K-12 教育發展和大學研究所前瞻人才培育兩大方向平行推動（國家實驗研究院，2009）。當時負責推動人才培育計畫的吳政忠教授認為，奈米產業將在 15 到 20 年間爆發，因此在高等教育體系和 K-12 階段必須同時推動奈米科技教育，以培育臺灣的奈米科技人才（引自許碧純，2003）。2003 年人才培育計畫推動的初期，茲因各界體認到 K-12 奈米科技教育種子師資培育的重要性，最初約 40 名種子教師藉著人才培育辦公室邀請各領域的專家舉辦的專題演講，來理解尖端的奈米科技知識，之後，種子教師們轉換對奈米科技知識的認識，撰寫可以提供中、小學使用的實驗教材，進一步實施教學甚至推廣至其他學校、社教機構等。在 2003 到 2008 年的第一期計畫統計出約 1 萬名的種子教師和約 10 萬名的 K-12 學生，參與臺灣五區（北、北中、中南、南以及東）奈米科技 K-12 教育發展中心所舉辦之活動。各地的種子教師透過教材、教案、動手操作活動的設計，將奈米科技的學術內容知識轉化為學生得以理解的學習內容或活動（奈米國家型科技人才培育計畫辦公室，2009；Lee, C.-K., Wu, T.-T., Liu, & Hsu, 2006），因此第一期（2003-2008 年）的計畫重要成果之一，就是培訓教師所開發的奈米科技教材寶藏。行政院國家科學委員會繼續推動的第二期國家型奈米科技教育計畫（第一階段計畫 3 年：2009 年 6 月至 2012 年 5 月）目標之一是透過科學教育研究，建構有系統的奈米科技課程指標，以及奈米科技概念等的調查，作為未來提升國民奈米科技素養之規劃依據（薛富盛，2009），因此，2003-2008 年教師所開發的奈米科技教材是進一步進行課程建構系統，以及教材開發的研究基礎。

眾所周知，蒸汽機、電力、資訊技術分別帶來人類前三次的工業革命，但是就在 1959 年 12 月在美國物理年會場合，著名的物理學家、諾貝爾獎得主 Richard Feynman 震撼人心的標題：“There is Plenty of Room at the Bottom”（這下面空間還很大呢），¹開啟了第四次工業革命—奈米科技（呂宗昕，2010；Feynman, 1959）。美國國家科學與技術委員會奈米科技分會主席 Roco（2007）估計 2015 年奈米科技的總產值將達到 1 兆美元，全世界需要 200 萬奈米人力資源，包含 20%的科學家、其餘 80%的技術人員和工程師，以及其他 500 萬的相關人員。Roco（2004, 2005）指出，奈米科技發展重要性之原因包含：一、奈米科技填補現有基礎知識的空隙，使人類的知識得以朝向單一原子或分子的未知進行探索；二、奈米尺度的現象提供奈米科技的實際應用，對人類生活提供實質的貢獻，如：利用分子自組裝技術於化學製程、或使

¹ 參考許碧純（2003）之翻譯。

用奈米粒子進行污染物的清理等；三、世界主要科技大國競相投入奈米科技研發，以搶得工業及商業發展研究的先機。奈米科技領域無異已成為全世界「國力」的重要指標，「教育」與「訓練」正是這時代奈米科技人才培育的重要關鍵。

奈米尺度的概念應會如同過去 50 年間，人類進入微觀尺度概念時代的方式走入教育體系，並融入 K-12 甚而更高的各個學習年段 (Roco, 2003)。美國於 2004 年成立美國國家奈米科學與工程教學與學習中心 (National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering, NCLT)，中心主任 R. P. H. Chang (2006) 表示，NCLT 的主要任務是發展奈米課程、建立奈米學程，整合奈米科技教育且於美國中學到研究所年段推動，並結合美國國家科學、科技、工程與數學 (Science, Technology, Engineering and Mathematic, STEM) 教育，培養下一個世代奈米科技領袖 (NCLT, 2010)。為建立奈米科技在國家課程標準之外的內容範疇，是以將此新興議題融入課程，美國國家科學基金會 (National Science Foundation, NSF) 資助 NCLT 及史丹佛研究中心 (Stanford Research Institute, SRI)，於 2006 年召集科學家、工程師和科學教育學者舉辦國家層級的工作坊，針對奈米尺度科學與工程 (Nanoscale Science and Engineering, NSE) 重要概念 (big ideas) (以下簡稱奈米重要概念) 進行研討，最後形成九項重要概念的共識，包含：尺寸與尺度 (size and scale)、物質構造 (structure of matter)、力與交互作用 (forces and interactions)、量子效應 (quantum effects)、尺寸效應 (size-dependent properties)、自組裝 (self-assembly)、工具與儀器 (tools and instruments)、模型與模擬 (models and simulations)，以及科學、科技與社會 (science, technology and society) (Stevens & Krajcik, 2008; Stevens et al., 2009)。

科技的影響使得今日的科學知識連帶快速增長及變動，學校教育提供學生培養具備未來能力的課程益顯其重要性，教師扮演著課程發展者的關鍵角色 (陳麗華、吳麗君、黃永和、詹惠雪、蔡興華譯，2004；黃光雄、蔡清田，2009)。自編教材能展現教師專業，尤其能夠反映教科書無法及時處理的科學、科技或社會等議題 (黃政傑等，2010)。前述在 2003 至 2008 年奈米國家型科技人才培育的第一期計畫期間，全臺灣各地超過千名的種子教師編寫出學生可學習的奈米科技教材 (包括各式書籍、多媒體教材、教具、動手操作實驗等)，這些五彩繽紛的新興奈米科技教材內，主要內蘊的重要概念為何？這些重要概念的含義與相互間的關聯為何？是否應該有適切的研究方法以分析 6 年來臺灣基層教師發展的奈米實驗教材的內容，以能在全面推動時，可以協助教師建構出符合學生學習奈米新興科技的系統化課程設計，或提供相關單位建構出奈米科技的課程指標之研究證據？

關於教材或教科書等的分析方法相當多，周珮儀與陳明長 (2008) 提出的教科書分析在量化取向包含了內容分析法、調查法和實驗研究法，在質性取向則包含俗民誌、教育批評、結構分析、論述與文本分析等方法。其中使用上較為普遍的是內容分析法。內容分析是一種強調客觀和系統程序描述文本資料量化特徵的科學化方法，假定文本中的分析單位具備語意