科學教育學刊
2013, 第二十一卷第二期, 215-235
DOI: 10.6173/CJSE.2013.2102.04

Chinese Journal of Science Education
2013, 21(2), 215-235

奈米科技教育融入課程實施的支持系統研究

楊文森[1、2、*]　張美玉[2]　葉孟考[3]

[1]桃園縣頭洲國民小學
[2]國立新竹教育大學　教育學系
[3]國立清華大學　動力機械工程學系

摘要

本研究旨在探討研究單位(大專院校)和夥伴學校以合作方式，規畫奈米科技新興議題融入到學校的課程實施，其所產生的支持系統覺知和需求程度問題。研究者利用問卷，對參與本研究的中北區夥伴學校：國小4所、國中3所、高中1所，共21位教師進行施測，同時對其中的9位教師進行深度訪談，並對照本計畫所實施的工作報告、檢討會紀錄及成果發表等資料。研究結果發現：各階段的夥伴學校老師在從事奈米科技教育，對於外部機構所提供的支持系統多感到滿意，而學校內部則有大半的教師表示沒有特別感受，但對於六大支持系統均表示有強烈的需求程度，同時在此之外的渴望需求部分則希望學校能給推動的教師有充份的發展空間，而高中的夥伴學校除了上述的需求，對於自然界奈米現象、奈米科技產品研發和使用須知等「教材」有特別的需求。最後建議：外部的支持機構要多以夥伴學校需求評估進行支持系統的建構，同時遴選臨近研究單位(即大專校院)且真正有意願合作、可長期互動的高中、國中、小學校成為計畫合作的夥伴學校，並建置與夥伴學校合作的奈米科技計畫實施平臺，以加強夥伴學校間的資源分享、資訊宣傳與經驗交流。

關鍵詞：支持系統、奈米科技、新興議題、夥伴學校

壹、研究背景與動機

課程與教學的革新是二十一世紀教育改革的重要議題，亦是教育改革的核心，而任何的教育革新均需要有強力及有效的後盾支援方能有成功的機會。另一方面，面對急速變遷的二十一世紀，社會不斷的產生許多新興知識、議題，而這些內容常有其急迫的必要性來讓我們的下一代提早去瞭解、因應和學習，而奈米科技即是當前最重要的新興議題之一。

奈米科技是二十一世紀最重要的科技發展，引領著科學研究與產業發展的躍進，勢必也將掀起全球第四次工業革命(薛富盛，2009)，因此，世界各國無不爭相較勁，希望能在此一領域謀求發展和突破。有感於奈米科技是二十一世紀最重要的科技發展，我

*通訊作者：楊文森
(投稿日期：民國100年12月14日，修訂日期：民國101年11月8日，接受日期：民國101年11月8日)

07-楊文森.indd 215　2013/7/12 上午 11:47:34

國政府在相關政策制定會議中，便陸續揭櫫重要之奈米科技政策，同時在民國九十一年組成「奈米國家型科技計畫工作小組」、通過「奈米國家型科技計畫」，在學術卓越、產業化技術、核心設施建置與分享運用、人才培育等四大分類計畫下，建立我國學術卓越發展和相關產業應用所需要之奈米平臺技術，同時加速培育奈米科技所需人才，奠定我國奈米科技厚實之基礎；並且利用奈米科技帶來之創新和我國在高科技製造業累積之優勢，以及在學術、研究機構長期建立之研發能量，開創我國以技術創新、智權創造為核心之高附加價值知識型產業(陳景祥，2009)。

為了讓奈米科技的新知透過學校的教育紮根、落實，同時也為了能培育國家未來的奈米科技人才，「第一期奈米國家型科技計畫」正式於九十一年底啟動。同時，為了使這國家型計畫順利並有效執行，並且將人才培育向下延伸至國中、小學，於是在計畫中將全國分成北區、中北區、中南區、南區及東區等五個區域中心，並相繼與有興趣參與本計畫的學校簽定為夥伴學校合約，進行中小學教師的種子教師培訓、工作坊、科學營及課程融入等教學活動，以及大學以上學生的人才培育工作(行政院國家科學委員會[國科會]，2010)：中北區參加的夥伴學校有國小4所，國中3所及高中1所，在其它四區總計有國小19所、國中14所、高中9所。

第一期「奈米國家型科技計畫」，開創了臺灣科技教育的奇蹟，其執行亮麗的計畫成果及累積豐富的經驗，讓臺灣奠定奈米科技教育與產業發展的良好基礎和國際地位，也讓第二期奈米科技人才培育計畫順勢產生、擴大且全面推動。然而在這些豐碩且傲人的成果背後，卻也從參與的夥伴學校教師談話中，談及其在每年的奈米科技嘉年華的分享會議，發現雖然K-12計畫給了參與計畫的學校所需的經費，但參與計畫的相關學校和廠商來得卻一年比一年少。同時，在參與本計畫的其中一所夥伴學校校長亦談及，奈米科技培育計畫有其特定研究的目標，但這和小學固定的學校課程運作很難結合，將會產生研究單位和夥伴學校間某種程度上的「契合度」問題；這些的質疑和不確定感在在的讓研究者感受到這些發自參與計畫的夥伴學校心聲，如果沒有予以重視及協助解決，可能造成奈米科技教育往後持續推動和發展上的問題和隱憂。在此背景下，瞭解奈米科技教育在學校實施上的困難並適時的給予夥伴學校實施奈米科技教育融入課程實施所需的支援便成為本研究之研究動機。

基於上述動機，本研究的主要目的在藉由文獻探討與文件分析，歸納出夥伴學校在實施奈米科技教育應該給予提供的支持系統資源，再以此為依據形成支持系統調查問卷；接著透過實徵性的研究，首先瞭解中北區夥伴學校教師在實施奈米科技教育融入課程實施的困難和問題，以及對於這些所提供的支持系統覺知的滿意程度和需求程度；其次瞭解其在不同背景變項的中北區夥伴學校教師對於所提供的支持系統覺知程度、需求程度之間的差異。此外，在研究的最後也將提出應該如何提供適切的支持系統給學校實施奈米科技教育之具體建議，以作為學校在課程中有效的推動奈米科技教育，或是各級機關提高推展新興議題融入課程實施成效之參考。

貳、文獻探討

學校是催生、更新文化最重要的背後推手，因此我們的學校教育既要承繼傳統文

化的精華，更要經常吸收新知。以下針對奈米科技新興議題、支持系統與學校新興議題實施之探討，以及影響學校對支持系統的覺知、需求程度相關因素進行分析作探討。

一、奈米科技新興議題

社會快速變遷、科技突飛猛進、價值趨於多元，在這樣一個急遽變遷的知識經濟時代，對於未來社會的掌控有其相當的困難度；不但政治生態、文化經濟環境的轉換，帶來許多思想、信念與生活行為的挑戰與調整，各種科技的新發明與人文的新主張，更改變了整個社會的生活情境與認知方式。隨著互相矛盾卻又相互爭衡的社會發展趨勢，自然有許多新興的社會議題，在統一與多元、控制與開放、經濟效率與社會正義的角力過程中，產生了探討價值(甄曉蘭，2007)，同時這些的重要議題更是培育出一個新世紀人才所不可忽視的重要課題。

長久以來，學校如工廠，課程是工廠的生產線，每一個孩童從幼稚園開始進入這條生產線，接受一個又一個科目裝配的學校教育為人所詬病。在全球劇烈變遷的今日，這條已破損的教育生產線面臨重新檢討和修正的命運(周珮儀，2008)。另一方面，學校是催生、更新文化最重要的原動力以及生長激素，也存在著決定興亡、盛衰的關鍵角色。Dewey (1997)更指出學校的課程除了以學生為中心外，更不能忽略社會關係與社會責任的承擔；課程具有呈現群體生活的情境，連結生活問題的社會責任。同時，Hlebowitsh (1999)提出的一種構建新課程的想法，認為課程的設計、規劃，其範圍要廣泛、融入一些較具啟發性的社會經驗，讓學生能學習彼此的不同和差異。因此我們的學校教育要承繼傳統文化的精華，以及經常吸收新知(戴維揚，2001)。為此，對於全球快速變遷、急遽發展的今日，不僅國家、政府要致力於教育改革，學校教育更需因應國家的需求及滿足社會的期待，從社會快速變遷所產生的許多重要新興議題著眼、在課程與教學的檢討改進中著手，方能達成學校是催生、更新文化的關鍵角色目標。

(一)科技與國家建設

「工業革命」(industrial revolution)始於十七世紀，至十九世紀蓬勃發展；蒸汽機的發明謂之第一次工業革命，它改變了社會的經濟組織形態，在生產過程上應用機械代替人工，不僅降低生產成本，更大大的提高勞動效率。第一期工業革命以紡織業為主，稱為蒸汽時代，到了十九世紀中葉以後，工業革命進入另一新階段；電腦與網際網路的盛行，引爆第二波工業革命。第二期工業革命以電力、重工、化工為主，故又稱為「電氣時代」。而在最近的十餘年，人類不斷製造二氧化碳等溫室氣體，造成全球的溫室效應，此舉成為當前全球最關心的議題；在另一方面，創新生產方式和工作種類改變人類的生活成為全世界注意的焦點，這也讓「微電子科技」、「生物科技」、「新人工材料技術」、「通訊」、「電腦科技」及「自動化機械技術」受到極大的重視，而這林林總總的發展，讓我們不得不正式宣告第三次的工業革命是現在進行式。

隨著以資訊與科技為主體的第三波工業革命的到來，各種議題包括政治、經濟、族群、後現代、美學、科技發展等各種議題也前呼後應，在課程研究的領域中不斷的相互激盪，以課程跨科、跨領域等的方式，使課程的研究增添更多的活力和養份，而在所有新興議題中的奈米科技教育發展與未來的重要性，更是受到世界各國的重視。

科技在教育的運用上有兩個重要的涵義：一是「產品」的科技觀(technology as product)，另外一個是「歷程」的科技觀(technology as process)。以往的傳統將科技(technology)定義為「實用技藝的研究」(study of practical arts)或是「工藝的科學」(science of the industrial arts)，然而隨著時代的演變及科技的發展，當前的科技已不再侷限在狹義的技術或工藝，而是指人類運用知識、創意和資源，以解決實務問題和改善生活環境的實踐或行動的廣義意涵(林志忠等，2003)。Moore (2006)指出，培養學生科技素養(technological literacy)已成為學校教育的重要目標，學校必須將文化的與社會的觀點納入科技課程的核心，也由此可知科技在教育上的重要性。

想改善生活水準應該重視科技教育，重視科技教育才能提升國家競爭力。科技的重要性就在讓我們的工作更有效率，有更新和更好的運輸方法、更快速和更精確的傳播方式。所以想維持和提升人類的生活水準，就應該將科技教育紮根，重視學校裡的科技教育(李隆盛、賴春金，2000)。科技的教育要如何實施？運用系統化的方法來作問題的分析、設計、發展、執行與評鑑，整合到學生學習的課程中是很好的作法。奈米科技是科技教育中的一個重要新議題，它雖只是一個很小很小的長度單位，卻讓世界各國爭相投入巨資和精力去研究和開發它，為何它具有如此強大的吸引力和價值性？因為奈米科技的推動對於人類未來社會將會產生巨大的改變。

奈米科技也許是世界上最小的科學之一，但它卻有最大的潛能(Davis, 2002，引自林桂櫻，2005，頁26)，這足以說明為何微觀下的奈米世界將促使人類在認知上的革命。我們在對奈米世界的探索一般來說就是聚焦在奈米尺度上的物質世界，而這奈米尺度通常指的是1 ~ 100 nm的空間範圍(尹邦躍，2002)。在奈米尺度下存在著許許多多的新現象和新規律，這些都不是人類肉眼所能解析的領域，而且可以說是從來未曾探知的範圍；一旦開展人類對奈米科技的新認知領域，人類將有可能重新改變世界既存的理論和概念，而此一領域一旦在我們生活中得以運用、產生新的知識概念，此一變化不僅會豐富我們的認知，也會對人類社會產生重大的影響；奈米科技勢必掀起全球第四次的工業革命。美國國家科學基金會(National Science Foundation [NSF])聲明：跨入廿一世紀，奈米技術將對世界人類的健康、財富及安全產生重大影響，如同二十世紀的抗生素、積體電路和人工合成聚合物一樣(National Science Foundation, 1999，引自黃德歡，2002，頁175)。奈米科技是不同學科整合性質的整體呈現，已不能歸類為任何一門傳統學科領域，同時它本身又可以形成一個很大的新興產業。

在人類社會發展漫長過程中，已歷經三次重大的工業革命，而第四次的工業革命將是以奈米技術全面應用的再一次重大革命。2007年奈米製造產值約占全球經濟的0.1%，但預估到了2014年它將提升到市場的14.0%以上，許多專家相信，奈米可以提供一個真實的優勢(Sellers et al., 2009)；它將為人類提供更加美好的生活空間，成為21世紀的新里程碑，國際間也將以這個國家的微米技術應用成功與否作為競爭力的依據。

(二)奈米科技教育推動的重要性

二十一世紀國家面臨的是全球性的競爭，對於各種重要的議題實施與否，均可能對社會、國家未來發展造成上重大的影響。

然而，學校授課時數有限，很難面面俱到、無所缺漏，再加上社會的急遽變遷，在很短的時間便會不斷的產生許多新的領域，造成知識的激增與擴張，知識的結構與內容亦會不斷地更新轉化。面對學科內容日益充實和增加，以及新興的知識領域不斷地出現，即便學校不斷增添新的科目，亦無法涵蓋所有新資訊及讓學生能達成新技能的學習，再加上既有的學科架構，勢必會產生彼此的排擠效應、學習內容多且雜的現象(甄曉蘭，2008)。因此，在未來學校的課程，必須要強調將課程內容建立融合統整的關係，讓學生能夠把所學的各種知識與經驗貫串起來，才能增加學習的效率、意義及應用價值；尤其是科技議題在學校教育的發展上，學校課程更需時時因應社會的變遷和社會發展的需求作調整。

國家競爭力的主要因素來自於科技的創新與生產及管理能力(吳清基、李俊湖，2001)，而在此同時，我們也能深刻的感受到，在我們生存的這個時代，科技變革的快速及其與人類生活的不可分離性，尤其是在奈米技術上的發展和應用。奈米技術橫跨多個學科，涉及層面也十分廣泛，它具節能功能、是替代能源的提供者、可以提升原料的效能、對環境造成的缺失作矯正，以達到環境保護的功能，同時還可以增加生物科學的效率應用在農業上，以及在醫學上產生重大的突破(Sellers et al., 2009)；它對許多的科技領域乃至於到整個社會都產生了重大的影響，這足以說明為何微觀下的奈米世界將促使人類在認知上的革命；一旦開展人類對奈米科技的新認知領域，人類將有可能重新改變世界既存的理論和概念，而此一領域一旦在我們生活中得以運用、產生新的知識概念，此一變化不僅會豐富我們的認知，也會對人類社會產生重大的影響。

近些年來，分子層次的奈米科學一直是眾所矚目的科技新寵，隨著世界各國爭相投入大筆經費在此一領域發展，奈米科學已成為21世紀最重要的科技產業，然而在奈米科技人才培育與延攬方面，卻反應出臺灣目前在此新興領域之人才欠缺，亟待培育及延攬(袁建中、王建彬、曾國雄，2004)。因此，在世界各國無不積極推展奈米科技，培育奈米科技人才之趨勢下，躋身在發展國家之列的臺灣也不例外；跟隨著美、日、歐等先進國家積極的作法，透過學校課程與教學的實施，將奈米知識向下紮根。

(三)我國奈米科技教育的推動

行政院國家科學委員會主導的「第一期奈米國家型科技計畫」正式於九十一年底啟動，並於九十二年起由教育部顧問室督導「全國奈米科技人才培育計畫」(國家科學委員會科學教育發展處，2009)。奈米國家型科技計畫項下之「人才培育分項計畫」由教育部推動執行，而首要任務為建立奈米科技人才之培育機制。為了讓這國家型計畫順利、有效執行，並將人才培育向下延伸至國中小學，故於計畫中設計，在全國分設北區、中北區、中南區、南區及東區等五個區域中心，同步推動「奈米科技K-12教育發展計畫」及「奈米科技前瞻人才培育計畫」，相繼進行中小學教師的種子教師培訓、工作坊及科學營等活動以及大學以上學生的人才培育工作；在整合各大學的教授群資源下，完成超過千人次的種子教師培訓工作，而奈米科技相關的研習營、科學營也相繼展開；同時和民間合作，開辦奈米相關產業碩士班。同時，在各區域中心的各跨校、跨領域教師團隊的努力之下，關於奈米K-12教育相關教材開始快速、大量的產出，同時也因為教學資源的增加和奈米科技教學經驗的豐富，把

奈米科技教育融入到學校課程的設計，讓學生在學校的課程中就能學到奈米科技的相關知識和經驗，有效的提升孩子學習奈米科技的興趣。

由於第一期「奈米國家型科技人才培育計畫」的成功實施，第二期的奈米科技人才培育計畫順勢在民國九十八年展開；第二期的計畫除了統整、延續第一期計畫所獲得的豐富成果外，將更擴大實施的範圍並創新內容；其理想和目標除了要拓展國際交流合作外，更準備建立一套可實施至國小、國中及高中且有系統、組織的奈米科技教育課程(國科會，2010)。

二、支持系統與學校新興議題實施之探討

在我們生存的這個時代，科技變革的腳步正日益加快，它快速的改變人類的生活條件，因此科技議題實施與否，對社會、國家將造成未來發展上重大的影響；為了讓我們的下一代能夠提早因應及作好準備，學校裡的科技教育要得到應該的重視(李隆盛、賴春金，2000)。

(一)學校支持系統的意義與內涵、功能

支持是指提供一些資源或策略，以增進一個人的利益，幫助一個人從統合的工作或生活的環境中獲得必要的資源、訊息與關係，進而使個人的獨立性、生產性、社區統合性及滿足感都得到提升(Schalock, 1999，引自林亮伯，2003，頁26)。潘慧玲(2002)認為學校革新需要資源，而資源即指整個的支持系統，包括行政支援、設備資源、時間與空間的安排等。林麗雪(2010)和張淑美(2008)指出：支持系統應包含校內支持系統及校外的支持系統，包括國家政策支持、基礎研究、資訊提供、人才培訓、學校行政支持、專業成長方案、教學支持等向度。另外，孫嘉偉(2006)及顧宜婷(2009)的研究亦指出支持系統範圍涵蓋行政支持、經費支持、人力支持、專業知能支持及其它資源等向度。王光復與范斯淳(2008)指出，目前科普教育在中國已有相當可觀的成果，其相關的措施和支持系統包含：訂定科普教育有關法規及提供大量的經費支持科普工作之運作、成立科普教育相關機構專責科普教育之推展及宣導、透過實作活動、展覽、競賽、座談會以及演講等方式進行科普教育的推廣，強調學校、社區與研究單位的結合並辦理科普教育之教學與訓練。

綜合以上的說明可知，所謂的支持系統即為包含來自於校內或校外所提供給學校或教師在學校發展或教學上必需的資源或策略；讓學校發展、教師在實施教學工作或其在教學環境中可以適當的得到必要資源，進而得以順利的完成相關的教學任務或工作。其主要內涵大致可從幾個向度作分類：

1.經費的支持：例如設備費、教材設備費的支持。

2.學校同儕、他人的支持：學校的教職同仁以及其它本領域的相關人員、家長等，皆可算是支持系統的來源。它可以提供相關專業人員在人力、專業上協助。

3.行政體系的支持：包含地方的教育行政機構及學校自身的支持資源，而其所提供的支持可分為正式的支持與非正式的支持。

4.教學專業的支持：包含相關的教師成長、教學策略及技巧的輔導等。

5.資訊、科技等提供：相關的資訊、科技設備亦可算是一種支持服務的來源，它可讓教師得到其所需的專業知能，亦可用來訓練種子教師、協助教師實地教學、提升計畫的推展成效。

支持的功能會因為支持的目的不同，而有所不一樣。Caplan (1974)指出，社會支持指的是個人在經由與他人的互動中所獲得的一種回饋，因此支持系統是在提供個人各種不同形式之援助與滿足個人基本需求支持，包括了各種訊息與資料的提供，給予引導等等。張淑美(2008)則認為支持系統可以使個人在周遭環境中獲得情感性和實質性需求的援助。陳清溪(2000)認為支援可以讓學校在經費、設備、人員、組織及編制、方案規畫、督導、評鑑、申訴、社區資源、相關團隊以及知能研習、資訊等方面得到協助。邱上真(2002)認為支持服務包括內在與外在兩個層面，對於教師所需的相關支持服務包括建立諮詢管道、提供人員協助、給予教學與教材資源，以及在教學行為上的協助、進修機會的提供等。

綜合上述的研究，支持系統所涵蓋的功能項目廣泛，包含建立各種諮詢、支持管道，以給予教師相關的獎勵或精神支持；建立完整的教學配套，讓教師能有充份的教學專業實施教學工作；讓教師獲得資訊的提供、並透過支持系統提供給參與人員相關的研習、進修及教學輔導；使教師獲得教學行為、教學專業上的成長；讓教師所需的教學資源得到挹注，以及透過支持系統的設計，安排人力資源協助以及經費補助支援學校，讓教學工作順利進行。而教師在進行新興議題融入到學校課程實施時，對於支持資源的尋求便可依不同目的的支持需求謀求協助；在對於學校、教師在支持系統的需求方面，支持資源的提供者需透過審慎的評估和深入的瞭解，並適時的作修正，如此才可有效的引導支持系統，並進一步讓所提供的支持資源能滿足不同學校及教師的真正需求。

(二)奈米科技新興議題融入到學校課程的實施方式

社會急遽的變化，許多重要的議題或是新知識有其推動的必要，例如在「國民中小學九年一貫課程綱要」中，在「壹、修訂背景」中的第五階段修訂時程即提及：「為配合中小學一貫課程體系之建置，並回應九年一貫課程正式綱要自92年公布後，各界對於綱要內涵與時代脈絡結合之期待，如：融入媒體素養、海洋教育……等議題……進行中小學九年一貫課程綱要之微調，期讓課程綱要在符應時代趨勢下，得以更具體可行，……」(教育部，2010)。

社會重要新興議題必須透過既有的課程、謀求多元的配套措施落實到學校教學中，方有可能產生較大的效果，而我們的下一代也才能因為接受這些的課程和教學，得以因應多元社會的需求。在社會中不斷滋生的各項新議題，無論是在目標上、概念、意義或者是重要性上，都有其不同的意涵，我們必須重新考慮學校教育的主要目的，認真看待學校課程知識的定位、科技融入教學、社會新興議題、學生關鍵能力及多元認知途徑等等問題；若能有較周全適當的課程規劃考量，再加上足夠的課程設計實務知能(甄曉蘭，2008)，則對於未來學校課程理想的實現、符應社會變遷及學生未來發展需求的課程改革目標的達成指日可待。

Doll (1981)提到，老師和科學家不一樣的地方是科學家只要瞭解這個領域，老師不僅要瞭解這個領域，更要瞭解學生，同時知道如何幫助學生，讓學生能在沒有老師幫助下，也可以用自己的方式去操作、瞭解這個領域，如此方能教育出符合國家、社會發展需要的下一代。Chang與Yang (1999)指出，課程實踐不容忽視課程要素和外在環境

間複雜的交互作用。教師要對各種可能行動方向加以抉擇，抉擇是課程實踐方向的核心。Slattery (1995)指出，課程是生活經驗的詮釋，身為教師的我們不能再逆來順受，對於課程我們要做到理解；從現在出發，看到過去，想到未來，再概念化學生學習的課程，因為教師專業發展是教育改革的關鍵因素(National Research Council, 2000)。因此，在我們學校現有領域課程的架構下，教師必須要透過專業和視野，將學校課程作突破和創新，將社會新興議題融入到現有課程中實施；而就九年一貫課程綱要的實施要點，教師可以視需要及與課程的相關性在各學習領域中實施、可以利用彈性學習節數中實施、亦可於綜合活動學習領域中實施(教育部，2010)，也由此可看出學校和教師的重要性。

在奈米科技課程或教學的研究上面，林桂櫻(2005)、蔡明容(2005)、謝慶昌(2010)等皆曾就奈米科技融入到國小課程領域中作研究，而吳瓊瑜(2008)、林惜珍(2006)、陳鳳妤(2007)等為瞭解教師的奈米科技教學相關知能，也作了相關的奈米科技教學行動研究設計。因此，就現有九年一貫課程中實施奈米科技新興議題融入到學校教學中，教師可以有不同的運作形態；教師的課程實施要如何運作，端視課程的需求以及教師專業知能的發揮。而從參與「奈米科技K-12教育發展計畫」的各夥伴學校所呈現的教學成果，亦可以發現奈米科技教學的多元型態(國科會，2010)：

1.以新興議題內涵直接融入到現有領域課程的型態

高雄市大同國小何老師等十位教職，共同合作發展「蓮蓮稱奇——融入國小四上各版本自然領域——水生植物」的教案教材，將奈米科技適時融入單元教學中；藉由單點突破對奈米科技教育的播種，讓學生更清楚的明白蓮花奈米級的特殊構造，並藉此激發國小學童對奈米科技的興趣。路竹高中發表了奈米磁導航系統融入生命教育的教材教案，鍾老師等三位教職藉由講解、動畫、實驗，學習奈米磁及鮭魚的生命史，並融入老化方程式的教學內容，為高中學生進行1個小時的奈米新課題融入學校課程教學；在教學的過程中融入實驗、影片及小組討論之方式，讓學生學習興趣頗佳。

2.以活動形式融入到領域課程的型態

臺北市立萬芳高級中學黎老師分享了他在自己學校中所發展的奈米科技融入到學校課程、活動的教學經驗；同時為了將奈米科技發展的認識延伸到鄰近的國中小學，本研究尚辦理學生的科學營隊，讓學生對奈米科技能有更深一層的瞭解與認識。

3.結合新課題課程、活動等多元方式融入的型態

臺南市中西區進學國民小學張老師等九位教職，為高年級學生設計了為期20節課的「動手做，體驗奈米科技的奧妙——國小奈米科技學習營」的學習活動。透過「奈米科技介紹與實驗」、「奈米材料應用實驗」、「大自然的奈米現象實驗」等多項課程及活動，提供孩子動手玩的機會，透過實驗、觀察，提升學童製作與應用的科學能力，激發創作的潛能。

4.透過活動、卡通動畫、廣告、影音的融入教學型態

東華大學附設實驗小學的林老師等三位教職，為國小五年級學生設計了五節的教學活動——我的奈米世界；透過觀看「科技赤壁——決戰奈米」影音教學動畫，在彈性課程中引導學生探究奈米問題及概念，而最後也透過學生的對話、相互激盪及繪製奈米四

格漫畫來提升孩童的學習成效，希望能將奈米新知融入到孩子的生活，更能在結合其它領域下進行學習。

三、影響學校對支持系統的覺知、需求程度的相關因素分析

許多的研究者，如張淑美(2008)、張碩真(2007)、郭懷茹(2007)、楊嘉偉(2007)、謝秀霞(2002)等人，發現在作影響學校支持系統方面的因素研究，不外乎在探討教師個人特質、各個學校特性及外在環境三種因素的交互影響。同時研究者也發現，目前國內在實施奈米科技教育融入到學校教學，其所需支持系統方面的研究付之闕如；為能明確探討影響學校支持系統的因素，故除了進行部分關於奈米科技教學方面的學校支持系統文獻探討外，其它在有關特殊教育、客語教學及教育改革方面的學校支持系統的相關文獻亦納入本研究範圍。背景變項對學校支持系統的覺知程度和需求程度的影響相當複雜，然而，從眾多有關影響學校支持系統需求程度和滿意程度的背景變項研究，其因素雖然相當多樣，但在參考上述的研究者發現及其所提出的變項因素，並經由綜合整理符合本研究意旨和方向等因素，本研究擬從「教師背景變項」：包括「性別」、「專業背景」、「教育程度」、「擔任職務」，以及「學校背景變項」：包括「學校所在地區」、「學校規模」等六個因素著手，以作為本研究之研究依據，分別說明如下：

(一)性別

在一些特教研究的學者認為性別會影響對學校支持系統的需求程度和滿意程度，而實際的結果是：研究發現有部分的性別在學校支持系統的需求程度和滿意程度上有差異，如郭懷茹(2007)的研究發現臺中縣市國中普通班導師所知覺學校支持系統實施現況，其需求程度會因性別的不同而有顯著差異；有些卻無顯著差異，如張碩真(2007)指出不同性別、特教背景學校行政人員對學校支持系統需求與滿意程度並無差異；而有些的研究又是在滿意程度有部分顯著差異，在需求程度上卻無明顯的差異，如謝秀霞(2002)的研究指出，在性別、特教專業背景的變項，在學校支持系統的滿意程度只有部分顯著差異。

(二)專業背景

教師本身的專業背景會影響其對學校支持系統的需求程度和滿意程度的知覺，這在一些研究中亦曾清楚指出。郭懷茹(2007)的研究指出，有專業背景的老師對學校支持的覺知高於無專業背景者，需求程度則無明顯差異。田春梅(2009)則提出，在整體學校支援有專業背景的教師知覺情形上明顯高於一般教師。但也有許多的研究指出，專業背景對學校支持系統需求與滿意程度上沒有顯著差異(張碩真，2007；謝秀霞，2002；顧宜婷，2009)。

(三)教育程度

一些的研究者指出，教育程度會影響教師對某層面學校支持系統的需求程度和滿意程度(楊嘉偉，2007；顧宜婷，2009)。在其中的一部分研究中顯示，學歷愈高則學校支持系統的滿意度也愈高(楊嘉偉)，在另外的一部分研究則發現，學歷在學校支持系統的需求程度和滿意程度上並無顯著差異(顧宜婷)。

(四)擔任職務

一些研究顯示，教師在學校所擔任的職務會影響其對學校支持系統的需求程度和滿意程度的覺知。其中有部分學者認為兼任行政職務者其對學校支持系統滿意度較高(潘齡

方，2006)，有的研究者指出教師和行政人員對學校支持系統有高度的需求，如孫嘉偉(2006)及黃韻如(2005)的研究發現導師對學校支持系統滿意度較兼任和專任老師高，然而亦有研究發現，所擔任的職務在學校支持系統的需求程度和滿意程度上沒有差異(楊嘉偉，2007)。

(五)學校所在地區

根據一些學者的研究顯示，學校支持系統的需求程度和滿意程度因學校地區的不同而有所差異。其中的一些研究指出直轄市等都會地區的教師，對支持系統的現況滿意程度較高(田春梅，2009；潘齡方，2006)，但也有研究發現有些支持系統的向度滿意程度，其偏遠地區顯著高於城市(縣轄市以上)和鄉鎮地區(張淑美，2008)；張意如(2008)的研究發現在都會地區的學校支持系統滿意程度高於偏遠地區，然而亦有郭懷茹(2007)的研究發現，對於學校支持系統的覺知，在鄉鎮和城市學校沒有什麼差別。

(六)學校規模

在一些的研究顯示，學校規模會影響學校支持系統的需求程度和滿意程度的呈現：其一是顯示學校規模為大型者，學校支持系統的滿意度較高者(田春梅，2009；謝秀霞，2002)；其二的研究顯示，服務在小型學校的學校支持系統的滿意度較高(張淑美，2008；張意如，2008)；但也有學者研究顯示，學校規模無論大小，學校支持系統的需求程度和滿意程度並無顯著差異(張碩真，2007；郭懷茹，2007；楊嘉偉，2007；顧宜婷，2009)

參、研究方法

本研究透過問卷調查及深度訪談，探討「奈米科技教育融入學校課程實施」，教師對於所提供的支持系統之滿意度、需求度及其它未能事先設想到的支持需求意見。研究者使用自編的「奈米科技教育融入課程實施的支持系統研究」之調查問卷及半結構式深度訪談作為研究工具，進行量化和質化的資料蒐集，再進行統計分析處理以達研究目的。本章節共分三部分，分別就研究設計、研究工具、研究實施步驟作說明。

一、研究設計

奈米科技教育融入到學校課程中，可以有不同的運作形態；教師的課程實施要如何運作，端視課程的需求以及教師專業知能的發揮。民國99年10月7日至10月9日在臺北市貿中心舉辦「2010臺灣國際奈米週K-12奈米科技教育論壇」，有來自臺灣各區的夥伴學校將其在奈米科技教育方面的推展作發表，以及在中北區「奈米科技K-12夥伴學校工作檢討會議」(20110131)中，有來自高、國中、小學的夥伴學校教師作教學工作的經驗分享及工作檢討。透過和這些參與計畫的夥伴學校教師訪談、對話，可以深入瞭解各校在推動奈米科技教學型態和方式。本研究以參與本計畫的中北區夥伴學校為研究對象，透過問卷調查及深度訪談，探討「奈米科技教育融入到學校課程」，教師對於所提供的支持系統之滿意度、需求度及其它未能事先設想到的支持需求意見。問卷部分參酌文獻探討的結果及參考相關問卷(王正雄，2001；林麗雪，2010；張淑美，2008)，同時在每一支持向度項目最後增列填答者可以提供相關意見及建言列，終而擬定本問卷之基本架構。

在問卷初稿編製完成後請指導教授詳閱，並邀請清華大學三位大學任教及鑽研奈米科技、自然科學教育的教授進行選題及審核，經專家效度建立後得正式問卷。研究對

象為中北區的高中、國中、國小等夥伴學校之校長、主任、組長、教師。參與本計畫的夥伴學校共8所，而參與的學校教師(含行政人員)共27名，正式施測問卷共寄出27份，回收21份，總回收率為78%扣除填答不全之問卷0份，共計有21份有效問卷，可用率為100%。研究設計的架構，自變項包含教師及學校的背景變項，依變項則為夥伴學校對這些學校內、外部所提供的支持系統的覺知和需求程度。教師對支持系統的個人知覺分為：(一)現況滿意度，可分為非常滿意、滿意、不滿意、非常不滿意四項，對上述項次勾選次數總和多者代表對該項次有較高的個人滿意覺知；(二)需求程度，可分為非常需要、需要、不需要、非常不需要四項，對上述項次勾選次數總和多者代表對該項次有較高的個人需要覺知；(三)渴望：指受試者對於支持系統現況之外的個人需求表達。

二、研究工具

本研究以自行編製「奈米科技教育融入課程實施的支持系統研究」之調查問卷及深度訪談大綱進行研究。此自編問卷及訪談大綱邀請四位大學任教及鑽研奈米科技、自然科學教育的教授進行專家效度考驗。

(一)調查問卷

本研究正式問卷共分成二部分(詳如表1)，包括基本資料(性別、自然科專業背景、教育程度、擔任職務、學校所在地區、學校規模) 6題、支持系統現況滿意度與需求程度調查(資訊提供、參與人員之培訓、專業成長之規劃方案、資源規畫方案、校內行政支持、校內教學配套)六大項目，扣除每一項目中最後一題的填答者意見表達題，共26題，均採Likert scale四點量表。

(二)訪談大綱

為深入瞭解參與本專案計畫的夥伴學校教師及行政人員，對實施本計畫的態度與理解、實施的程序及內容、最急需的協助支援有哪些，研究者特別擬定「奈米科技新興議課題融入學校課程的支持系統研究訪談大綱」，訪談題目如下：

學校試辦奈米科技融入學校課程曾經／可能遭遇到哪些問題或困難？如何在學校中落實「奈米科技融入學校課程」？您是在什麼時間實施奈米教學？您的奈米教學活動通常都會採取怎樣的教學方法或策略？本計畫在您學校試辦了一年，您

表1：正式問卷內容分配表

主題	名稱	題型	問卷初稿題數	正式問卷題數
基本資料	基本資料	類別變數	6	6
支持系統	資訊提供	四點量表	6	6
現況滿意度與	參與人員之培訓	四點量表	2	2
需求程度	專業成長之規劃方案	四點量表	5	4
調查	資源規畫方案	四點量表	4	4
	校內行政支持	四點量表	7	4
	校內教學配套	四點量表	6	6
	校內方案評鑑	四點量表	2	0
總計			32	26

的心得與建議是什麼？您認為在學校中推動本奈米科技融入學校課程實施最需要的是哪些協助或資源提供？

三、研究實施步驟

本研究實施程序共分為四個階段，分別為確定研究主題蒐集相關文獻、在教授及奈米學科專家指導下，編擬研究計劃及編製問卷和訪談大綱、進行正式問卷調查及各區夥伴學校訪談工作，最後在問卷施測與訪談工作結束後，問卷資料以SPSS 12.0視窗中文版軟體進行統計；主要採描述統計分析教師對支持系統的覺知滿意與需求程度情形：以平均數與標準差的統計方法了解受試者在調查問卷上各層面的得分情形，以分析實施奈米科技融入學校課程，夥伴學校教師對支持系統之覺知滿意和需求層面的程度；同時以「單一樣本*t*檢定」來檢核教師對整體支持系統覺知滿意層面、需求層面的程度顯著性；另以獨立樣本*t*考驗檢定不同「性別」教師對支持系統的覺知滿意和需求程度差異，另以「單因子變異數分析」來考驗教師「自然科專業背景」、「教育程度」、「擔任職任」、「學校所在地區」、「學校規模」對支持系統的覺知滿意和需求程度差異情形。

在訪談部分的資料處理，本研究以半結構式訪談取得研究所需的資料。在編碼時，以P代表夥伴學校中的「國小」、J代表夥伴學校中的「國中」、S代表夥伴學校中的「高中」、U代表夥伴學校中的「大學」；在訪談編碼中的第二個英文代碼則以A代表「校長」、T代表「教師」，而在英文代碼後的流水號則為受訪者的代碼。所有訪談所得的資料把握「讓資料說話」以及「正確的描述」等原則進行資料處理分析，務求忠實呈現訪談結果，並對照問卷架構呈現不同受訪者在各省思內涵的表現程度，進行質量資料的對照。

肆、研究發現與討論

本章節將根據訪談及問卷調查結果進行資料分析，並依照研究目的與待答問題的順序呈現分析結果。首先為奈米科技教學在實施上所遭遇到的困難和問題分析；其次是夥伴學校對於所提供的支持系統覺知滿意和需求程度結果分析；第三部分為不同背景變項的夥伴學校教師對支持系統現況覺知滿意、需求程度之差異分析；第四部分為綜合討論。

一、夥伴學校在實施奈米科技課程所遭遇的困難和問題

行政院國家科學委員會於九十一年底啟動第一期「奈米國家型科技計畫」，開創了臺灣科技教育的奇蹟其執行亮麗的計畫成果及累積豐富的經驗，讓臺灣奠定奈米科技教育與產業發展的良好基礎和國際地位，也讓第二期奈米科技人才培育計畫順勢產生、擴大且全面推動。然而在這些豐碩且傲人的成果背後，卻也透過參與的夥伴學校教師的心聲，道出了往後持續推動和發展上的問題和隱憂：「這個奈米科技嘉年華的分享，我們學校每年都來參加……，很感謝K-12計畫的栽培，給了學校所需的經費。然而一開始很多學校和廠商都來參加，可是一年比一年少，是什麼原因？有錢、沒人！」(20101008JT09)；「學校雖小，但要把老師帶動起來相當不容易，……；參與這個研究雖有很足夠的經費卻很難找到願意合作的種子老師……」(20101008PA05)。

奈米科技教學有不同的實施形態和方式，然而有時夥伴學校已透過假日營隊方式實施奈米科技教學解決了教室上課時間不足

的問題，卻又會因教師專業和技巧不足，產生了另外一個教學或是營隊課程設計無法因應不同孩子的個別差異的難題：「老師的奈米科技課程從玩開始，並擴及到每個孩子身上，找不到教室上課時間，假日營隊是唯一出路，然而營隊在準備過程中，來自不同環境的孩子對於我們設計的課程適應與否是一大考驗；目前個人還作不到不知不覺的將奈米科技融入到現有課程中」(20101008JT02)。

多元形態的奈米科技教育推展尚存在著不同的困難和問題；臺灣奈米計畫雖然已發展一些的「奈米科技」教材，但課程綱要在「奈米科技」方面仍付之闕如，對於自然界奈米現象、奈米科技產品研發和使用須知等「教材」更是不易找尋：「我們學校很小型，雖有很棒的自然生態，但師生對奈米現象瞭解不多，能參考運用的教材、教具更是缺乏；設計課程會以學生生活經驗為出發點，但老師本身的奈米科技相關的知識又不夠充份？現有的教材在教學上也好像很不足……」(20101008PT03)。

另外一個在推動奈米科技教育產生的問題來自研究單位和夥伴學校間的「契合度」；參與本計畫的一所夥伴學校校長說：

> 申請奈米科技培育計畫的大專院校有其特定研究的研究目標，因此會要求我們的教學配合研究單位的需求進行，但這和小學固定的學校課程運作很難結合。……研究單位在提供給夥伴學校老師一些的專業成長工作坊，卻會同時要求老師要交這、交那的一堆資料，影響教師既定的教學工作……(20101026PA01)。

教師在推動奈米科技教育缺乏「精神、物質」方面的誘因，又現有課程內容太多，造成要增加奈米科技教學會產生「上課時間不足」的問題：「……，要讓本專案能發揮更大的成效，國家需訂獎勵辦法以鼓勵教師的參與，並發展完整的能力指標並持續修正課程架構，加上落實評鑑、建立資料庫等作法……」(20101008UT01)；「校長帶頭推動奈米科技教育，會帶給學校的老師動力，可形成校內風潮，但經常時間不夠，老師現有的課程很難調整，常常要借課的方式來進行」(20101008PA05)。

綜合以上的分析、說明，夥伴學校在推動奈米科技K-12人才培育計畫，不論在外部機構或是在學校行政、教學層面可能面臨的不同困境，歸納如下：

(一)專案計畫實施所運用的策略與目的不夠明確

研究單位常常只顧及到自己的研究計畫而讓夥伴學校必須提供過多的配合，使學校行政運作上受到牽絆，也讓教師教學上產生過重的負擔。

(二)未能提供教師契合的需求

外部支持機構不瞭解夥伴學校內部真正的需求，學校行政人員面對現有課程規定、家長、社區人士等不同的要求必須依照法規進行和辦理，很難彈性調整；在這種情況下也就無法適時的滿足教師的需求。

(三)學校缺乏彈性的制度

為提升學校因應社會變遷及學校運作的彈性與活力，學校必須有適當的實質獎勵、工作輪調或績效考核措施，讓教師有更大的接受及配合動力；但學校常因制度的羈絆、現有教學體制、課程規定，導致教師配合的意願不強，很難提升其教學上的熱情，當然也就無法凝聚共識和激發教師的創新動力。

(四)時間不夠

不管行政或是教師，在日常的運作中有著過多的繁雜會議、事務待處理，這會讓學校行政人員沒有多餘時間進行有關學校發展的前瞻思考及決策的品質提升。在教學方面，也會影響教師教學準備、思考教學方法改進、參加專業成長活動的企圖。

二、夥伴學校教師對於所提供的支持系統覺知和需求程度

就支持系統的覺知程度和需求程度來看，教師對於支持系統不論來自外部支持系統或來自學校本身的支持系統都有中等程度以上的覺知滿意和需求的需要程度，表示參與本計畫的夥伴學校能感受到學校內、外部所提供的支持系統，而對於所提供的各層面支持系統的需求程度卻有更強烈的程度(詳如表2)。

經統計，就整體支持系統覺知層面滿意度來說，受測的老師對於所提供的支持系統沒有特別的滿意覺知(M = 3.03)。就整體支持系統需求層面的需要程度來說，受測的老師對於所提供的支持系統的需求程度有較強烈的反應(M = 3.47)。

另外，在本研究教師對支持系統現況滿意程度層面、需求程度層面之顯著性分析中，對參與奈米科技融入學校課程之夥伴學校教師在支持系統的覺知程度及需求程度的顯著性檢定，發現教師在整體支持系統覺知層面無顯著差異；在整體支持系統需求層面卻呈現顯著性差異，差異結果分析如下(詳見表3)。

以本研究四點量表的問卷統計，就「整體支持系統覺知層面」以3 (滿意)的檢定值作考驗，結果發現學校內、外所提供的支持系統和教師所覺知到的支持系統，並無顯著性的差異(t = 0.43，p > .05)。另就「整體支持系統需求層面」以3 (需要)的檢定所作的考驗，發現教師對支持系統的需求程度比檢定值所定的需要，有顯著的不同(t = 6.11，

表2：夥伴學校教師對於所提供的支持系統覺知和需求程度之平均數與標準差分析摘要表

支持系統層面	平均數(M)	標準差(SD)
資訊提供	3.02	0.08
參與人員之培訓	3.10	0.12
專業成長之規劃方案	3.08	0.10
資源規畫方案	3.05	0.09
校內行政支持	3.01	0.11
校內教學配套	2.99	0.11
整體支持系統覺知層面	3.03	0.07
資訊提供	3.56	0.08
參與人員之培訓	3.67	0.10
專業成長之規劃方案	3.49	0.09
資源規畫方案	3.46	0.09
校內行政支持	3.43	0.09
校內教學配套	3.34	0.12
整體支持系統需求層面	3.47	0.08

註：N = 21，採Likert scale四點量表。

表3：教師對整體支持系統覺知層面、需求層面之單一樣本*t*檢定顯著性分析摘要表

	檢定值 = 3 (滿意)			
整體支持系統覺知層面	平均數	標準差	*t*值	顯著性
	3.03	0.33	0.43	.67
整體支持系統需求層面	檢定值 = 3 (需要)			
	3.47	0.35	6.11**	.00

註：$N = 21$。
*$p < .05$; **$p < .01$

$p < .05$)，同時從樣本平均數的大小($M = 3.47$)亦可以看出，教師對於學校內、外所提供的支持系統在需要程度上是較強烈的。而從訪談資料中也可得知教師對支持系統需求程度較強烈：「自己在所屬的研究團隊中獲得內、外部的支援，比如經費、資訊、宣導品、網站、交流平臺、專業人力等等均能讓自己感受到，在執行本計劃時亦多能得到協助支持，但我認為還有充份的成長空間」(20101008PA0402)。

三、不同背景變項的夥伴學校教師對支持系統現況覺知、需求程度之差異分析

經統計，曾參與奈米科技融入學校課程之夥伴學校教師的性別在支持系統的覺知程度上有顯著差異(詳見表4)，在其它的研究變項，無論是在支持系統的覺知程度或需求程度上均無顯著差異(詳見表5)，差異結果分析如下。

研究顯示，參與奈米科技融入學校課程實施之不同性別的國小教師，對於所提供的支持系統覺知程度($t = 2.34$*)有顯著差異，且男性教師對於現況的覺知程度高於女性教師，至於需求程度則無明顯的差異。在夥伴學校教師其它的不同背景變項與依變項之間的顯著性考驗，*F*值均未達到顯著水準，表示這些背景變項看不出在支持系統的覺知程度或需求程度上有顯著性的差異存在，這可能是奈米科技屬於較新的議題，學校教師將此議題融入到學校課程中實施還在邊作邊研討修正的階段，而支持系統的提供者也在瞭解教師的真正需求為何而不停的調整，因此不同背景變項的學校、教師在支持系統的依變項上還看不出有明顯的差異存在。在研究者的訪談中亦不難發現女教師對於自己所屬團隊所提供的許多支援及協助沒有特別的覺知，但對於參與本計劃的教學多能接受並依計劃完成：「在自己所屬的專業團隊所提供的支援服務好像有教師專業成長研習，至於其它的支援服務不是很清楚」(20110131JT05)。

表4：不同性別受試者對整體支持系統覺知層面、需求層面差異情形之獨立樣本*t*考驗顯著性分析摘要表

支持系統層面	性別	個數	平均數	標準差	*t*值	顯著性(雙尾)
整體支持系統覺知層面	男性	7	3.25	0.30	2.34*	.03
	女性	14	2.92	0.30	2.33*	.04
整體支持系統需求層面	男性	7	3.45	0.37	-0.20	.85
	女性	14	3.48	0.36	-0.19	.85

*$p < .05$; **$p < .01$

表5：不同背景變項教師對整體支持系統覺知層面、需求層面差異情形之單因子變異數分析摘要表

研究變項	整體支持系統覺知層面	整體支持系統需求層面
性別(*t*值)	2.34* (男性 > 女性)	-0.20
自然科專業背景(*F*值)	1.04 (p = .40)	1.04 (p = .40)
教育程度(*F*值)	0.04 (p = .84)	0.07 (p = .79)
擔任職務(*F*值)	1.32 (p = .31)	0.57 (p = .72)
學校所在地區(*F*值)	2.29 (p = .15)	1.11 (p = .31)
學校規模(*F*值)	0.48 (p = .50)	0.00 (p = .96)

註：N = 21。
*p < .05; **p < .01

然在對一所高中夥伴學校的男老師訪談中卻看出男性教師對於支持系統現況的覺知程度明顯較高，且需求的層次甚於覺知程度：「對於自己所屬團隊所提供的支援、協助，所覺知到的項目有經費、資訊、宣導品、網站、交流平臺、手冊、教材、專業人力等，但對於經費、設備及器材的提供希望能再加強」(20101008JT06)。

四、綜合討論

「奈米國家型科技計畫」自九十一年底啟動至今，投入大筆經費，也動員了無數的人力、物力和社會資源，整合跨領域的教授群，然而卻發生參與的夥伴學校逐年減少、部分區域有經費也找不到種子教師，及在教學上欠缺教材、教具、教師對於將奈米科技融入到現有課程中時間不足，及其它許多困難的情事發生，為什麼會這樣呢？綜合本研究的調查、整理發現，主要是內、外部所提供的支持系統不能完全契合夥伴學校及教師的真正需求，例如：研究單位常常只顧及到自己的研究計畫而讓夥伴學校必須提供過多的配合，要求老師要交這、交那的一堆資料，影響教師既定的教學工作。再者，學校行政人員面對現有課程規定、家長、社區人士等不同的要求必須依照法規進行和辦理，很難彈性調整，外部支持機構所提供給學校老師的協助，經常無法適時的滿足教師契合的需求。而奈米科技教育融入到學校課程中有各種不同的方式，教師需要有更多的專業能力和教材、教具的支援；對於支持系統所提供的項目，不僅所有教師均有需求，尤其男性教師有著更強烈的要求，但這些都是學校內、外部機構所忽略的部分。如果能確實的運作支持系統並滿足學校老師的需求，相信奈米科技教育在學校的融入課程運作發展上會得到教師更多的信任和投入，對於學校課程教學的發展也能更順利的運作。

伍、結論與建議

一、結論

在全球知識經濟快速發展的當下，奈米技術的推動對於各國產業及競爭力均有無比深遠的影響力，要能夠在競爭的國際社會中占有一席之地，唯有透過奈米科技的推動，並及早培育奈米技術人才並往下紮根。然就目前教育職場的多數老師，對奈米科技新課題卻所知不多，因此，學校內、外機構實應運用有效的支持系統，透過各種管道來提升教師的奈米教學知能，再落實到教育環境場域中來讓我們的下一代提早去瞭解、因

應和學習。在本研究發現：大部分老師對於外部機構所提供與奈米科技教育推動上相關的支持多能感受到滿意的程度，比較不滿意的是在資源規劃方案上，研究單位不能只顧及到自己的研究計畫作規劃而讓夥伴學校必須提供過多的配合，同時讓學校行政運作上受到牽絆、教師教學上也產生過重的負擔；在學校內部的支援系統上大約有一半的受試者表示對學校所提供的支援沒有特別的滿意感受，尤其女性教師特別明顯，然對於支持系統的需求程度上，不管是來自外部機構或學校內部所提供的支持，教師均表示有相當大程度的需要或非常需要，同時希望學校能給推動的教師有充份的發展空間，包含時間、空間、設備、經費的運用，以及專業的支援。因此，就學校內、外部機構所提供的六大支持系統向度內容，對於各階段的夥伴學校老師在從事奈米科技教育均有明顯的需求，而高中的夥伴學校除了上述的需求，更特別的提出，對於自然界奈米現象、奈米科技產品研發和使用須知等「教材」有特別的需求。除此之外，在這六大支持系統之外的渴望需求部分亦是支持機構不能忽略的部分。

二、建議

為期六年的「第一期奈米國家型科技計畫」成功的推動奈米科技教育及研發奈米科技教材、教具，第二期開始的培育計畫也自98年開始展開；除了將更進一步提升我國在奈米科技教育發展的國際地位，也將透過奈米科技融入學校課程的教學，讓我們的科技教育自國小紮根。支持機構提供夥伴學校充沛的經費和人力的支援，以讓夥伴學校有較多的時間因應奈米科技教育的推動，解決了許多實施上所面臨的相關問題，但相對的產生了許多未如預期的問題。建議外部的支持機構能多以夥伴學校需求評估進行支持系統的建構，學校老師要什麼？校長要什麼？研究單位必須深入的瞭解；同時遴選臨近研究單位(即大專校院)且真正有意願合作、可長期互動的高中、國中、小學校成為計畫合作的夥伴學校。對於教師在教學上的專業不足、需要更多的支援需求及更深入的奈米教材，建議可建置與夥伴學校合作的奈米科技計畫實施平臺，以加強夥伴學校間的資源分享、資訊宣傳與經驗交流。

參考文獻

1. 尹邦躍(2002)。**奈米時代**。臺北市：五南書局。
2. 王正雄(2001)。**花蓮縣試辦九年一貫課程之支持系統研究**。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院國民教育研究所，花蓮市。
3. 王光復、范斯淳(2008)。中國大陸對提升創新能力所採行的科普教育措施。**生活科技教育月刊**，**41**(4)，11-17。
4. 田春梅(2009)。**本土語言之學校行政支援與其教學效能感之研究——以南投縣國民小學為例**。未出版之碩士論文，國立嘉義大學教育行政與政策發展研究所，嘉義市。
5. 行政院國家科學委員會(2010)。**奈米國家型科技人才培育計畫——期中績效評鑑會議報告**。臺北市：作者。
6. 邱上真(2002)。**特殊教育導論——帶好班上每位學生**。臺北市：心理。

7. 吳清基、李俊湖(2001)。推動九年一貫新課程教師成長與研究發展。收錄於歐用生、莊梅枝(編著)，**邁向課程新紀元(七)——九年一貫課程學習領域研討會論文集**(頁17-28)。臺北市：中華民國教材研究發展學會。
8. 吳瓊瑜(2008)。**不同教學時間分配方式對國小學童學習奈米科技成效之研究——以臺中市某國小為例**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學科學應用與推廣系科學教育碩士班，臺中市。
9. 李隆盛、賴春金(2000)。**科技與人力教育的進展**。臺北市：師大書苑。
10. 周珮儀(2008)。全球化思潮衝擊下的課程理論。**課程與教學**，**11**(2)，27-50。
11. 林志忠、楊洲松、簡成熙、方永泉、崔光宙、洪雯柔(2003)。**E世代教師的科技媒體素養**。臺北市：高等教育。
12. 林亮伯(2003)。**國小學校本位支援系統建構之行動研究——以臺北市松山國小普通班智能障礙學生為例**。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院特殊教育教學研究所，花蓮市。
13. 林桂櫻(2005)。**科技議題融入國小自然生活科技領域教學模式之研究——以奈米應用為例**。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院國小科學教育研究所，花蓮市。
14. 林惜珍(2006)。**國小二年級奈米科技教學活動設計之行動研究**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學自然科學教育學系碩士班，臺中市。
15. 林麗雪(2010)。**國民小學教師參與教師專業發展評鑑支持系統之現況與需求調查**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學教育學系教育行政與管理碩士在職專班，臺中市。
16. 孫嘉偉(2006)。**高中職教師對學習障礙學生教學支持系統之研究**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學特殊教育學系所，彰化市。
17. 郭懷茹(2007)。**臺中縣市國民中學教導資源班學生之普通班導師所知覺學校支持系統實施現況與需求程度之研究**。未出版之碩士論文，國立嘉義大學教育行政與政策發展所，嘉義市。
18. 袁建中、王建彬、曾國雄(2004)。臺灣奈米科技發展策略效果之模糊多評準決策。**科技管理學刊**，**9(**1)，125-161。
19. 陳清溪(2000)。**啟智班教師教學支援需求與教學自我效能之研究**。未出版之博士論文，國立彰化師範大學特殊教育研究所，彰化市。
20. 陳景祥(2009)。奈米科技與技術之發展概況。**華岡工程學報**，**24**，1-9。
21. 陳鳳妤(2007)。**國小奈米科技教學的設計與成效——以台中市某國小為例**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學自然科學教育學系碩士班，臺中市。
22. 教育部(2010)。**國民中小學九年一貫課程綱要**。臺北市：作者。
23. 國家科學委員會科學教育發展處(2009)。**奈米國家型科技人才培育計畫專刊**。臺中市：國立中興大學。

24. 張淑美(2008)。**桃園縣國民小學實施客語教學執行成效之研究——以學校支持系統觀點**。未出版之碩士論文，國立中央大學客家政治經濟與政策所碩士在職專班，桃園縣。
25. 張意如(2008)。**國小普通班教師對身心障礙學生支持系統之需求與滿意度調查研究：以臺中縣為例**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學特殊教育學系碩士在職專班，臺中市。
26. 張碩真(2007)。**普通高中職學習障礙學生學校支持系統之研究——以桃園縣為例**。未出版之碩士論文，中原大學教育研究所，桃園縣。
27. 黃德歡(2002)。**改變世界的納米技術**。臺北市：瀛舟。
28. 黃韻如(2005)。**高雄市高中職學習障礙學生學習適應與學校支持系統之研究**。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學特殊教育學系研究所，高雄市。
29. 楊嘉偉(2007)。**彰化縣國民小學校內週三進修學校行政支持度與教師專業成長知覺相關之研究**。未出版之碩士論文，東海大學教育研究所，臺中市。
30. 甄曉蘭(2007)。課程研究的趨勢與方法論問題。**課程與教學季刊，10**(3)，49-62。
31. 甄曉蘭(2008)。未來學校課程——挑戰與回應。**教育研究月刊，165**，53-62。
32. 蔡明容(2005)。**探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究**。未出版之碩士論文，臺北市立師範學院科學教育研究所，臺北市。
33. 潘慧玲(2002，12月)。**學校革新經驗的回顧與展望**。發表於教育研究學會2002年全球化：教育變革新領域國際研討會。香港：香港中文大學。
34. 潘齡方(2006)。**高中職身心障礙學生之教師支持系統現況與需求研究**。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學特殊教育學系在職進修碩士班，臺北市。
35. 薛富盛(2009)。夢想的起飛。收錄於國科會科教處(編著)，**奈米國家型科技人才培育計畫專刊**(頁3)。臺中市：國立中興大學。
36. 戴維揚(2001)。從文化的認知與衍生闡發新課程的十大基本能力。收錄於歐用生、莊梅枝(編著)，**邁向課程新紀元(七)——九年一貫課程學習領域研討會論文集**(頁42-60)。臺北市：中華民國教材研究發展學會。
37. 謝秀霞(2002)。**就讀普通班身心障礙學生學校支持系統之研究：以台中縣為例**。未出版之碩士論文，臺中師範學院國民教育研究所，臺中市。
38. 謝慶昌(2010)。**臺北縣國小自然科教師對奈米科技議題瞭解之研究**。未出版之碩士論文，臺北市立教育大學自然科學系碩士班，臺北市。
39. 顧宜婷(2009)。**彰化縣國民小學教師實施融合教育所需學校支持系統之研究**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學特殊教育學系所，彰化市。
40. Caplan, G. (1974). *Support systems and community mental health: Lectures on concept development*. New York: Behavioral.
41. Chang, R. J., & Yang, H. C. (1999). *A system-science approach towards model construction for curriculum development*. San Francisco, CA: Annual conference of the Association for Supervision and Curriculum Development. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 430 947)

42. Dewey, J. (1997). *Experience and education*. New York: Touchstone.
43. Doll, W. E. (1981). The educational need to re-invent the wheel. *Educational Leadership*, *39*(1), 34-35.
44. Hlebowitsh, P. (1999). The burdens of the new curricularist. *Curriculum Inquiry*, *29*(3), 343-354.
45. Moore, A. (2006). *Schooling, society and curriculum*. London: Routledge.
46. National Research Council. (2000). *Educating teachers of science, mathematics, and technology: New practices for the new millennium*. Washington, DC: The National Academies Press.
47. Sellers, K., Mackay, C., Bergeson, L. L., Clough, S. R., Hoyt, M., Chen, J., et al. (2009). *Nanotechnology and the environment*. Boca Raton, FL: CRC Press.
48. Slattery, P. (1995). *Curriculum development in the postmodern era*. New York: Garland.

07-楊文森.indd 234 2013/7/12 上午 11:47:37

科學教育學刊
2013, 第二十一卷第二期, 215-235
DOI: 10.6173/CJSE.2013.2102.04

Chinese Journal of Science Education
2013, 21(2), 215-235

A Study on Supporting System in Nanotechnology Education Integrated into Curriculum Practice

Wen-Sen Yang[1,2,*], Mei-Yu Chang[2] and Meng-Kao Yeh[3]

[1]Toujou Elementary School, Taoyuan County
[2]Department of Education, National Hsinchu University of Education
[3]Department of Power Mechanical Engineering, National Tsing Hua University

Abstract

This study is aimed to investigate the awareness and demand degree caused by the supporting system which was produced in the way of cooperation between partner schools and research organizations (universities and colleges) to plan the emerging Nanotechnology issue integrated into the implement of school curriculum. The researcher adopted a questionnaire to construct examination to 21 teachers of partner's schools in the central north district and take depth interview with 9 of them at the same time, and compare to the work report, self-criticism and achievement presentation. The research findings include: The partner school teachers in each stage were almost satisfied with the supporting system provided by the external agencies but more than half of the teachers showed no special feeling about the supporting system provided within the school when they engaged Nanotechnology education. But they showed intense demand degree to the six supporting systems. Besides, some hope schools can give promoting teachers sufficient space for development. In addition to the above demands: The senior high school partner schools have special need for teaching material about natural phenomenon of Nanotechnology, Nanotechnology R & D and the use of notes. Final suggestion: The external supporting agencies must consider the partner schools' needs assessment when constructing supporting system, choose the approaching research units (i.e., universities and colleges) which have the wish to cooperate, long-term interaction of schools to become partner schools and build Nanotechnology implement platform to enhance the sharing of resources, information advocacy and exchange of experience between partner schools.

Keyword: Support System, Nanotechnology, Emerging Issue, Partner School

* Corresponding author: Wen-Sen Yang

07-楊文森.indd 235 2013/7/12 上午 11:47:37