

採用多元教學策略的非制式奈米課程 對國中生情境興趣之促進

鄭瑞洲、洪振方、黃台珠*

本研究旨在探討在非制式情境下運用多元教學策略所開發的奈米科學課程促進國中生情境興趣的成效，並進一步探討不同興趣程度學生對教學策略提升情境興趣之影響及教學策略提升情境興趣之因素。研究對象為參與非制式奈米科學課程之台灣南部地區 110 位國中生，研究工具為「科學學習興趣量表」及「情境興趣與教師教學策略問卷」，用以瞭解教學前後不同興趣程度學生情境興趣變化及其與教學策略之關係；課後訪談學生以瞭解教學策略引發學生情境興趣之因素。研究發現運用多元教學策略之非制式奈米科學課程主要能提升低興趣組學生之情境興趣 ($t=5.75, p=.000, d=1.27$)，在分向度上，「維持性情境興趣—感覺」的提升大於「維持性情境興趣—價值」($F=3.447, p=.011<.05$)。參與學生認為提升其情境興趣的主要教學策略依序為動手做實驗、接觸真實情境、教具示範、舉生活實例及多媒體教學等，且低興趣組學生比高興趣組學生認為問題討論 ($F=5.838, p=.004<.01$) 教學策略較無法提升其情境興趣。課後訪談學生 ($N=18$) 發現「動手做實驗」可促使學生產生「參與」、「新奇」、「享樂」、「有意義」、「增能」及「探索」等多樣的因素，以提升其情境興趣。

關鍵詞：非制式奈米教學、情境興趣、教學策略

* 鄭瑞洲：國立高雄師範大學科學教育研究所研究生

洪振方：國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所教授

黃台珠：國立中山大學通識教育中心教授

taichu@mail.nsysu.edu.tw

Promoting Junior High Students' Situational Interests With Multiple Teaching Strategies in Informal Nanometer-Related Curricula

Jui-Chou Cheng, Jeng-Fung Hung, & Tai-Chu Huang*

Student interest plays a vital role in science learning. In particular, junior high students in Taiwan showed higher interest in informal than formal science learning. Thus, this study investigated the relationship of junior high students' situational interest and multiple teaching strategies in informal nanometer-related curricula and the source of situational interest. Two questionnaires were administered to 110 students and semi-structured interviews of selected students were conducted. The results showed that after implementing multiple teaching strategies in informal nanometer-related curricula, the junior high school students' situational interest increased, especially for low-level interest student group. The findings suggested that the students perceived the following teaching strategies to have helped enhanced their situational interests: hands-on activity, teaching aids demonstration, providing examples from daily life, and multi-media presentation; by contrast, the "question and discussion" teaching strategy was regarded to have a lesser effect in promoting situational interest for lower-level student group as compared to the higher-level student group. The results of the interview showed that while involving in "hands-on laboratory work," students felt a sense of novelty, instant enjoyment, meaningfulness, exploration, understanding, and achievement, which contributed to enhancing their situational interest. The findings suggested that teachers should adopt various teaching strategies for students with different levels to enhance student's situational interest.

Keywords: *informal nanometer-related curriculum, situational interest, teaching strategy*

*Jui-Chou Cheng: Graduate Student, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

Jeng-Fung Hung: Professor, Graduate Institute of Science Education and Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

Tai-Chu Huang: Professor, Center for General Education, National Sun Yat-Sen University

採用多元教學策略的非制式奈米課程 對國中生情境興趣之促進

鄭瑞洲、洪振方、黃台珠

壹、前言

一、研究背景與動機

科學教育三大內涵，包含對情意－科學的態度；技能－科學探究能力及科學過程技能；知識－科學知識及概念理解。我國中小學科學教育的展望目標上，即希望能培養學生具有對科學的好奇心與科學倫理道德之良好科學態度（教育部，2003），說明科學情意培養的重要性。

但近幾年來 TIMSS 國際性科學教育調查研究結果顯示我國學生對學校科學學習興趣相對不高；PISA 的調查結果則顯示學生對校外非制式管道的科學學習較吸引人，兩國際性科學教育調查研究結果的差異，凸顯學生對學校科學及校外科學學習喜愛程度的差異（李哲迪，2009）。為何學生對學校的科學學習興趣不高？邱美虹（2005）認為亞太地區國家以考試成績作為升學主要依據，經常在乎學生的成績，而教學過程中常以考試及填鴨式教學為主的教學策略，使得我國高中以下學生的科學評量成績很優秀，但在往後的研究發展過程中卻沒有優秀的表現。余民寧和韓珮華（2009）分析 TIMSS 的資料發現，在台灣，學習上「高成就伴隨低興趣」的學生人數有逐年提高的趨勢，而其原因可能與教師的教學方式有關。

國際上的研究也發現學生逐漸喪失對學校科學課程學習的興趣，Neathery（1997）強調隨著學生在學校就學年級增加，學生對科學的興趣有逐漸下滑的趨勢，Greenfield（1997）和 Hoffmann（2002）則觀察到，隨著學生在學校就學年級的增加，科學課程考試的表現也有下滑的趨勢，顯示年紀較大的學生在科學課程低的成就表現，部分原因可能是對科學有較低落的興趣。興趣對於學生在學習及生涯上有何影響？Wolk

（2007）認為在學校科學教育過程中學生逐漸喪失其對科學的熱忱與興趣，且學生對於學校科學課程低落的學習興趣與自信心，會導致學生於學校教育過程中較低的成就表現，離開學校後亦不想投入科學研究的工作，或即使投入科學也無法從其中體驗探究科學的樂趣。面對以上興趣影響科學學習問題，除了瞭解成因外，我們更應積極改進學校的教育環境及尋找更適合的學習資源，以提升學生對科學學習的興趣。

Renninger、Hidi 與 Krapp（1992）將興趣區分為個人興趣與情境興趣兩類，情境興趣為個人受情境環境刺激，而感覺有趣，有別於個人興趣為穩定持久，不隨情境改變的個人狀態，但情境興趣是個人興趣發展的主要成分，因此許多研究探討教師藉由教學策略提升學生的情境興趣，如 Stohr-Hunt（1996）及 Foley 和 McPhee（2008）提出動手做教學策略；Badura（2002）運用電影短片多媒體教學策略；Stipek（2002）提出課程內容能有新奇的刺激；Mitchell（1997）提出課程內容對學生有意義及能參與等，但以上研究多為探討個別教學策略對學生情境興趣的提升，也沒有對不同興趣程度學生進一步瞭解這些教學策略是否差異性的效果，Stocklmayer、Rennie 與 Gilbert（2010）也指出同一教學並不能適合於不同興趣程度的學生，多元化的學習方式允許學生選擇想要學習的內容及方式，能降低學生的不滿足。Renninger（2007）也提出教師應該對不同興趣程度學生提供不同性質的教學活動或策略，以滿足不同興趣程度學生的學習需求。因此本研究期望運用能引發情境興趣之多元教學策略於課程中，除探討此課程是否能提升學生的情境興趣外，也探討課程中多元教學策略是否對科學學習不同興趣程度學生有否差異性的影響，以作為教師爾後面對科學學習不同興趣程度學生設計課程教學策略的參考。

除了教學策略外，課程主題對於情境興趣亦可能產生影響，許多研究（何宗穎、鄭瑞洲、謝佩好、陳東煌、黃台珠，2012；Chang, 2006；Hutchinson, Bodner, & Bryan, 2011）指出在奈米科學教學中很容易探討學生的情境興趣，因為奈米科學主要探討物質在奈米尺度下的特殊性質及其產生的新功能，此新奇的現象能激起學生的好奇心；且學生很容易在教師引導下觀察到大自然中許多的奈米尺度特殊現象，如蓮葉效應、生物導航、壁虎效應等，使學習能輕鬆有趣，且教師可透過提問問題，以引發學生探究這些現象背後原因及其應用的情境興趣。另外，教學也可以很容易結合日常生活奈米產品，使學生理解其切身有關的奈米科學應用，引發其情境興趣。因此本研究亦藉由融入奈米科學於課程內容中，以探討其是否能促進國中生之情境興趣。

但是在目前制式教育的場域下，要實施多元教學策略有許多的限制，因為學校教

學要考慮課程進度、教學時間、教學環境、設備使用及教材準備等許多因素，因此較不容易實施；此外目前制式課程尚未規劃奈米科學內容，因此學校如要實施奈米科學課程僅能在彈性課程或是課外時間進行，也限制許多推廣及應用的成效。鄭瑞洲、洪振方和黃台珠（2011）提出連結校外的非制式課程與學校制式課程的教學合作策略，促進學生對學校科學學習的「情境興趣」，應是一種可行的作法。Stocklmayer 等人（2010）也指出非制式教育在促進學生科學學習興趣的研究上扮演重要的角色，因為非制式教育場域允許教師的課程設計、教學內容及設備環境等的安排能比制式教育有更大的彈性以滿足不同興趣程度學生的需求。因此本研究為能充分運用多元教學策略及奈米科學課程內容以提升學生情境興趣，採取於非制式的博物館場域及寒假期間進行課程，透過博物館與學校合作安排設計課程及活動場域，使教師能更彈性地運用多元教學策略於奈米科學課程中，以探討此非制式奈米科學課程能否提升國中生的情境興趣？及其對不同興趣程度學生的影響，最後並探討課程中的教學策略提升學生情境興趣的關係及其因素。

二、研究目的與問題

基於上述研究背景與動機，本研究目的為在非制式的場域中，運用能引發情境興趣的多元教學策略開發非制式奈米科學課程，並探討此非制式奈米科學課程是否能促進國中生的情境興趣？及此些教學策略對不同興趣程度學生提升情境興趣之影響及教學策略提升情境興趣之因素？以作為教師進行科學課程教學的參考。

據此，提出下列研究問題：

- （1）本研究所發展的非制式奈米科學課程，是否能提升國中生的情境興趣？
- （2）本研究所發展的非制式奈米科學課程，對不同興趣程度國中生的情境興趣提升效果量為何？
- （3）不同興趣程度國中生認為本研究所發展的非制式奈米科學課程中的教學策略，對其情境興趣提升是否有差異性？
- （4）本研究所發展的非制式奈米科學課程中教學策略，提升國中生情境興趣的因素為何？

貳、文獻探討

一、情境興趣與學習

興趣經常被定義為個人致力於或傾向致力於對某一學科、事件、想法的心理狀態，其由個人與情境環境間之互動而產生（Krapp, 2005；Schiefele, 1991）。Renninger 等人（1992）將興趣的區分為個人興趣與情境興趣兩類。個人興趣指個人的特質，為穩定持久，不隨情境改變的個人狀態；相對的，情境興趣為個人受情境環境刺激，而感覺有趣。一些研究（Hidi & Harackiewicz, 2000；Hidi & Renninger, 2006；Krapp, 2002）主張個人興趣與情境興趣並非是二分的現象，其發展是互動且彼此互相影響，有許多證據指出情境興趣是個人興趣發展的主要成分。Hidi 和 Renninger（2006）提出興趣發展模式，將情境興趣再細分為促發性情境興趣及維持性情境興趣兩階段；且由最初之促發性情境興趣能透過個人於情境或環境間的不斷互動，逐漸發展至個人興趣的過程。

Shen、Chen 與 Guan（2007）研究發現在學習過程中學生具高情境興趣者，較能引出較高學習上的努力。Mitchell（1997）指出學生在數學課程中經歷多樣且多次的愉快情境興趣經驗，能增加其發展成對數學課程喜愛的個人興趣。因此探討引發學生學習上情境興趣的來源因素並加以應用，是相當重要的課題（Chen, Darst, & Pangrazi, 2001）。許多研究探討引發學生情境興趣的來源因素（Schraw & Lehman, 2001；Durik & Harackiewicz, 2007；Hoffmann, 2002；Krapp, 2002；Stipek, 2002；Hidi & Harackiewicz, 2000；Pintrich & Schunk, 1996）。如新奇的刺激、小組互動、個人特色、選擇的機會、探索、享樂、挑戰、有意義及增能等亦會影響學生的情境興趣。但以上研究多為探討或分析課程整體性影響學生的情境興趣，少有進一步探討課程中哪些教學策略較能引發學生的情境興趣及其因素（Renninger & Hidi, 2011）。基於以上文獻探討，本研究運用可能引發情境興趣的教學策略於課程設計，以探討這些教學策略能否引發學生的情境興趣及其產生的因素。

二、非制式教育與情境興趣

Hooper-Greenhill（2007）指出非制式學習成果是多元的，且有很多是關於態度、價值觀、情感、信念等「軟性（soft）」的成果。Laursen、Liston、Thiry 和 Graf（2007）

發現短期的非制式科學課程能增進學生的情境興趣與投入，其可能原因為接觸真實情境及動手作活動。Stocklmayer 等人（2010）指出非制式教育對於學習之影響，在於學生在非制式教育經驗的獲得，產生對科學喜愛的情境興趣，並對其確立從事未來科學研究之志趣，具有關鍵性的影響。其提出非制式活動在促進學生科學學習「情感」面向上，有以下三方面：1.非制式學習的多樣性允許學生選擇想要學習的內容及方式，降低學生的不滿足。2.非制式課程的探索及挑戰的經驗能影響學生的學習動機。3.非制式學習中壯觀的大尺度展演或刺激的實驗，過程中學生的驚奇和震撼，可使其具有享樂、愉快與趣味等感覺，此可使學生逐漸產生興趣與投入的內在致力。Falk、Dierking 與 Storksdieck（2005）指出非制式科學學習很容易討論興趣，因其不同於學校制式科學學習，其不強調食譜式科學書本知識的獲得，而是讓參與者能自由選擇，且對於真實的科學進行探究，而關於學習內容可能是，也可能不是學校課程內容。此外，Renninger（2007）的研究也發現，非制式科學學習對於興趣發展良好的學生，提供真實情境的活動比鼓勵或鷹架或連結學生的先備知識來的重要，例如：應用真實的科學幫助辨識及提出問題、設計及執行實驗等活動；但對於學生只帶有一點或完全沒有興趣，則可提供明確的指引使其投入和享受樂趣，因而理解從事科學活動是重要且可行的。因此，本研究課程於非制式場域中進行，以使課程設計及教學環境能比制式教育有更大的彈性，可融入更多元化的教學策略及內容，例如：提供學生接觸真實的情境、小組合作式的學習、自由探索及選擇的機會、舉生活上應用實例或課外的奈米科學內容等，不同於制式課程的教學安排，以期能使不同興趣程度學生能獲得較為適性的學習。

三、多元化教學策略與情境興趣

許多研究探討個別教學策略可提升學生的情境興趣，如 Stohr-Hunt（1996）發現使用動手做為教學策略的活動能增進學生對科學學習的情境興趣與成就表現。Foley 和 McPhee（2008）也發現學生參與動手做課程比傳統教科書課程後，表現出較喜愛科學。李登隆和王美芬（2004）指出資訊融入教學對國小學生自然科學學習情境興趣有正向且顯著的影響。Badura（2002）使用電影短片簡介課程使學生情境興趣提升。Efthimiou、Llewellyn、Maronde 和 Winningham（2006）使用好萊塢影片融入物理教學提升學生情境興趣及學習表現。以上研究主要探討單獨教學策略應用對學生情境興趣的影響，也沒有對不同興趣程度學生進一步瞭解此些教學策略是否產生差異性影

響。然而 Hidi 和 Anderson (1992) 指出每個學生帶著各自不同興趣程度來到學習環境，並非都與課程的學習目標相符合，老師應該設計多元的學習環境及教學策略等來引發不同興趣學生的「情境興趣」。張靜儀 (2005) 研究自然科個案教師亦提出教師應對不同興趣程度學生調整教材與教學策略，如教材用視聽媒體呈現；教具演示；提問切身有關問題；舉生活實例；小組合作學習；學習單等多元教學策略，引起學生的注意，產生其切身相關、滿足及自信等情感感受，使其學習動機及興趣不虞匱乏。此外，Stockmayer 等人 (2010) 指出多元化的學習方式允許學生選擇想要學習的內容及方式，能降低學生的不滿足，原因為教學多元化能增加學習的趣味性及活潑性，且能兼顧到個別學生的不同興趣程度或個人的特質，因此可讓學習者個人透過較為適性的學習方式提升其情境興趣。

綜合上述文獻，為滿足目前教學場域中不同興趣程度學生的需求，運用重覆且單一的教學策略可能無法滿足每位學生，採用多元的教學策略應是較為可行的作法，所以本研究運用可能引發情境興趣的多元教學策略，如動手作實驗、多媒體簡報、舉生活實例、教具示範、遊戲競賽等設計於課程中，實徵性探討此課程是否能提升國中生的情境興趣，並探討課程中哪些教學策略較能提升國中生的情境興趣及其引發的來源因素。此外，目前雖沒有相關研究探討不同興趣程度學生對教學策略提升情境興趣的影響，但瞭解教學策略對不同興趣程度學生是否有差異影響，對未來教師課程設計以符合不同興趣學生需求卻是非常重要的，因此本研究也進一步探討本研究所開發課程中的教學策略是否對不同興趣程度學生有差異性的影響，以作為教師爾後面對不同興趣程度學生課程運用教學策略的參考。

四、奈米科學教學與情境興趣

近年來奈米科技發展迅速，從日常生活食、衣、住、行、育、樂等各式各樣的產品宣稱應用奈米科技可窺知，為使目前在學的學生能面對現今及未來的「奈米科技社會」，實有必要培養學生之奈米科技素養（蔡元福、吳佳瑾、胡焯淳，2004）。而且提供學生真實的奈米科技學習情境，以誘發對奈米科技的好奇心與興趣，培養其主動探索奈米科技的態度，實是當前我國科學教育需要面對的重要課題（李世光、吳政忠、蔡雅雯、林宜靜、黃圓婷，2003）。

本研究探討奈米科學課程希望能培養國中生之奈米科技素養外，更期望能培養其情境興趣，因為許多奈米科學教學研究（何宗穎等，2012；曾國鴻、陳沅，2005；Chang,

2006；Hutchinson et al., 2011）發現，奈米科學主要探討物質在奈米尺度下的特殊性質及其新的功能，特別容易探討學生的情境興趣，例如：一、許多大自然中容易發現的奈米尺度的特殊現象，如蓮葉效應、生物導航、壁虎效應、彩蝶效應等，教師易於透過實物或標本觀察以瞭解此自然現象等教學策略設計於課程中，使學生容易觀察到奈米尺度下所產生的新奇或特殊現象。此外，教師亦可透過提問問題如蓮葉為何具有疏水性與自潔性？壁虎為何能在牆壁上爬行？如何應用此現象在日常用品奈米衣或奈米膠帶產品？等問題，以引發學生探究此些現象背後原因的興趣與動機（蔡元福等，2004）。二、目前日常生活中有許多奈米科技的應用產品，如奈米家電、奈米紡織品及奈米食品等，因此教師可透過設計課程將市售之奈米產品呈現給學生如奈米光觸媒磁磚，進行其光觸媒去污動手作實驗，或以奈米二氧化矽塗料動手實作具有蓮葉效應的奈米紙及雨傘等奈米產品，使教學能結合生活實例或實物，讓學生透過動手實驗或實作真實產品，以理解與其切身有關的科技應用及科學學習的意義與價值（何宗穎等，2012）。三、我國奈米科技人才培育計畫發展出許多 K-12 奈米科技動手做實驗如奈米金及奈米磁顆粒，可用以呈現金屬物質縮小至奈米尺度時會表現異於一般物質的特性與現象，如奈米金粒子顏色可變成紅色、紫色、灰色、黑色等不同顏色，其與金原來金黃色顏色有顯著差異；或是奈米磁顆粒不具有磁滯現象，也異於一般的磁鐵的特性，教師可透過實作課程比較奈米磁顆粒與一般磁鐵兩者之間特性的差異（李世光等，2003）。此些奈米物質新奇的特性，可激起學生新奇的情感感受，並可引發其探究此特殊性質背後原因之好奇心。以上的奈米科學教學都容易使學生於自然或真實情境中進行觀察或實作活動以探討奈米現象背後的原因，使學習較為輕鬆且有趣。因此本研究藉由融入易於引發情境興趣的奈米科學教學內容於課程中，以探討此奈米課程教學是否能促進國中生的情境興趣。

綜合以上文獻探討，雖然多元教學策略的實施較能符合不同興趣程度學生的需求，但其在目前制式教育的場域下實施會出現許多的限制，諸如教學環境、時間、使用設備與課程內容安排等限制，而不容易實施，但如能在非制式場域中實施，應可解決此些教學限制的問題，亦能使多元教學策略的運用更充分以提升學生的情境興趣。此外，奈米科學教學雖容易引發學生的情境興趣，但在目前制式教育的國中課程中，並沒有規劃此些奈米科學教學內容，所以無法在學校正式課程中實施，僅能安排在學校彈性課程或是課外時間進行，因此本研究設計於寒假期間於非制式的場域中進行，運用以上文獻探討中可能引發情境興趣的教學策略與奈米科學內容於課程與教學

中，用以探討此課程實施是否能提升國中生的情境興趣，且進一步探討課程中哪些教學策略較能促進學生的情境興趣。

參、研究方法

本研究採量化及質性方法進行。量化方法以單組前後測進行資料蒐集，分別於教學前後對學生施測「科學學習興趣量表」用以觀察學生教學前後情境興趣的差異，並採用「情境興趣與教師教學策略問卷」，於教學後讓學生填寫，用以分析學生認為教學策略與其情境興趣提升的關係。另外，於教學後採半結構式方式訪談學生，蒐集學生對教師教學策略引發其情境興趣的來源因素之資料。

一、研究對象

本研究對象為台灣南部地區參與 2011 年寒假於高雄國立科學工藝博物館舉行奈米科學營之國中生，活動時間為一天，計有 110 位學生參與，男生 60 位、女生 50 位；國中一年級佔 64%、國中二年級佔 32.4%、國中三年級佔 3.6%。

二、課程設計

本研究實施之非制式奈米科技課程採用目前學校課程中尚未安排的奈米科技主題，是由奈米科技種子學校－高雄市立三民國中自然科教師團隊與博物館人員合作設計開發及實施教學，其奈米科技主題課程包含生物羅盤－奈米磁顆粒、蓮葉效應－疏水與自潔、明日之星奈米碳管－巴克球模型、神奇的光觸媒－光觸媒磁磚去污實作、進入奈米，世界大不同－奈米金；每一主題課程教師教學時間約一小時，於一天內進行所有的奈米科技主題課程。課程設計考量國中學生先備知識及自然科課程學習內容，並運用能引發情境興趣之多元教學策略於奈米科學課程中，以期能提升學生的情境興趣。課程設計開發以「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題為例進行說明如下：

「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題課程設計者認為參與活動國中生的奈米科學背景知識有限，所以本課程設計先結合國中自然與生活科技課程中之磁學單元作為課程起始，使能與國中生的先備知識相連結，並花費較多的時間來說明及解釋學生所觀察奈米尺度下嶄新的科學現象與現有科學概念間的關連，以讓學生能輕鬆學習奈米新知及

認為課程對其有意義 (Mitchell, 1997)，因此安排課程內容的依序為使學生認識「磁學的歷史及性質」、「奈米磁羅盤」、「自然界奈米磁現象」、「奈米磁製作」、「磁感應現象」及「奈米磁應用」等六單元，每個單元依據呈現奈米課程內容不同，分別運用不同的多元教學策略，以下說明運用教學策略的主要特徵，如「動手做實驗」(Stohr-Hunt, 1996; Foley & McPhee, 2008) 主要呈現奈米顆粒的合成與奈米現象的產生與觀察；「多媒體簡報」(含圖片、動畫及影片播放) 主要以圖片呈現奈米現象背後的科學原理和概念；以動畫呈現難以觀察到或解釋奈米現象；以影片呈現奈米科學應用及替代無法實做的實驗 (李登隆、王美芬, 2004; Badura, 2002)；「舉生活實例」主要說明日常生活奈米應用；「接觸真實情境」主要以實物或產品讓學生觀察或操做以解釋奈米科學現象或應用 (何宗穎等, 2012; 李世光等, 2003)；「教具示範」(蔡元福等, 2004) 透過教具模擬替代無法取得的真實物件以介紹奈米科學現象或應用；「遊戲」透過遊戲或競賽學習某項任務；「問答引導」透過提問引導學生思考奈米現象背後的原理及其應用 (張靜儀, 2005)；「獨自完成任務」主要透過任務讓學生統整及應用課程中所學，並結合個人特色思考及設計其可能之生活應用等多元化教學策略 (Hidi & Anderson, 1992; Stocklmayer et al., 2010)。此課程設計中的學習內容、概念、教學策略及引發情境興趣因素摘要，如下表 1。

表 1 「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題課程內容、概念、教學策略及引發情境興趣因素表

教學目標	內容簡要	教學概念	教學策略	引發情境興趣因素
內容結合日常生活實例、學生生活經驗及先備知識；課程設計及教學運用能引發學生情境興趣的教學策略，以增進國中生奈米科技知能及科學學習情境興趣	磁學：歷史及性質	磁極 磁力	多媒體簡報、問答引導	有意義、易理解、增能
	奈米磁羅盤	地磁、磁感應與奈米磁導航	多媒體簡報、問答引導、接觸真實情境	新奇、有意義、易理解、增能
	自然界奈米磁現象	生物體中的奈米磁顆粒	多媒體簡報及問答引導	新奇、有意義、易理解、增能
	奈米磁顆粒動手作	奈米磁顆粒製作及其性質	動手做實驗及多媒體簡報	新奇、探索、參與、享樂、滿足感、增能
	磁感應實驗	磁感應、殘磁性及超順磁	教具示範、舉生活實例及遊戲	新奇、探索、有意義、增能
	奈米磁顆粒應用	奈米磁顆粒醫學及磁性流體應用	多媒體簡報、教具示範及獨自完成任務	有意義、增能、挑戰

以下就「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題課程中運用的多元教學策略分類，說明課程中實際運用情形，舉例說明如下表 2。

表 2 「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題課程中的多元教學策略及其課程中運用舉例說明

教學策略	課程中運用舉例說明
動手做實驗	1. 學生利用化學合成法製備奈米磁顆粒溶液。 2. 學生加入澱粉於奈米磁顆粒溶液模擬磁顆粒導航藥物實驗。
多媒體簡報	1. 以影片呈現龍蝦在海底下夜間遷移情形及科學家於實驗室養殖池改變磁場而證明龍蝦能感應磁場變化而辨識方位。 2. 以影片呈現奈米磁顆粒動手作實驗操作過程，並以動畫模擬奈米磁顆粒應用於腫瘤辨識及與藥物結合治療疾病。 3. 以動畫模擬生物體的磁導航，如：磁感細菌、蜜蜂、海龜、鴿子等 4. 以圖片呈現指南針由來與應用、磁鐵的特性如地磁感應與磁力及奈米尺度下的磁性變化原因。.
教具示範	1. 以磁鐵串接鐵釘教具與奈米磁顆粒教具相比較，呈現奈米尺度下不同的磁感應、殘磁性及超順磁等現象。 2. 以磁力線教具示範磁鐵的磁極、磁力線或磁場的分佈。 3. 以人體磁導航教具模擬磁顆粒如何導航藥物到人體指定位置。
舉生活實例	1. 舉例磁碟片儲存資料與磁顆粒有關。 2. 舉例門禁等磁卡感應、消磁及磁性回復等現象及原因。 3. 舉例大自然中生物磁導航，如候鳥、蜜蜂、海龜、鴿子導航與定位。 4. 舉例指南針、電腦記憶體的應用；鐵生鏽降低磁鐵吸引。
接觸真實情境	觀摩磁性流體展示品藝術化呈現。
遊戲	新新接龍—磁力接龍競賽；藉由小組成員共同合作於時限內競賽磁鐵串接迴紋針，辨識磁力、磁感應及磁滯現象。
問答引導	透過提問問題如自然界生物如何導航？及磁鐵奈米化後特性如何改變？引導學生思考及猜測可能原因，最後以口頭、簡報或實驗解答。
獨自完成任務	學生透過生物羅盤-奈米磁顆粒課程所學來創意發想及設計一個在日常生活的應用實例，並解釋其應用的奈米科學原理。

因本文篇幅有限，其餘的奈米科學主題課程設計亦同上之「生物羅盤-奈米磁顆粒」主題課程設計模式進行開發，但因考量每個主題課程內容的不同，所運用於各課程中之多元教學策略及使用次數有所差異，但所設計之課程均運用可能引發情境興趣之多元教學策略，並以上述文中說明教學策略運用的主要特徵作為選擇教學策略依據。

三、研究工具

本研究所使用研究工具包含「科學學習興趣量表」、「情境興趣與教師教學策略問卷」及「半結構式訪談」，說明如下：

（一）「科學學習興趣量表」

「科學學習興趣量表」包含情境興趣與個人興趣兩大向度，情境興趣向度為參考國外文獻 Linnenbrink-Garcia 等人（2010）的 Measuring Situational Interest in Academic Domains 量表翻譯編修而成，分成促發性情境興趣、維持性情境興趣－感覺面向及維持性情境興趣－價值面向等 3 分量表，主要瞭解學生對於課程學習的情境興趣，得分高低表示學生對於課程活動喜好程度。個人興趣向度試題是參考自 Mitchell（1993）個人興趣 Person Interest 量表，分成潛在興趣和現實興趣等 2 分量表，主要瞭解學生對於自然科學主題之興趣，得分高低表示學生於日常生活中對自然科學喜好程度。因此「科學學習興趣量表」區分為 5 個分量表，每個分量表各 4 題，共計 20 題，每題以 Likert Scale 1~5 來表示學生填答狀況，分數越高表示越有興趣，各興趣分量得分為 4 題分數的加總，如附錄一。

量表製作首先將試題中文化後，先經由兩位科學教育博士、三位中小學教師檢核內容效度，再經 144 位中小學學生進行預試，為確認試題是否仍分屬在原有構念中，以因素分析之主成份分析法萃取出共同因素，並採最大變異法進行直交轉軸，一共抽取 5 個因素，累積的解釋變異量為 74.26%，結果顯示試題則仍是被歸類在原有構念。而參與學生填答學習興趣量表各分量表的內部一致性信度 Cronbach's alpha α 係數分別為 .934、.868、.902、.942、.908，此總量表內部一致性信度為 .962，皆達 .7 的適合標準以上（George & Mallery, 2003）。

（二）「情境興趣與教師教學策略問卷」

本問卷參考之前非制式奈米科學課程的課室教學錄影觀察記錄，並於課程中所運用的多元化教學策略加以編修成「情境興趣與教師教學策略問卷」，於教學後給學生施測。本問卷共 13 題，前 12 題為封閉式題目，主要於教學後讓學生勾選同意或不同意此項教學策略是否能提升學生情境興趣，如表 6 中之教學策略選項。第 13 題為半開放式，請學生將 1 到 12 題選項中的教學策略加以排序，選出學生心中最能提升其情境興趣的教學策略為何？本問卷經過二位科教專家學者審題以確認問卷內容具有代表性及適切性。

（三）「半結構式訪談」

本研究為進一步探討本課程教學中的哪些教學策略較能提升學生情境興趣及此些教學策略引發情境興趣的因素為何？因此於課程教學後，依課室觀察中學生參與課程情形，並參酌「科學學習興趣量表」前測初步結果，分成低興趣組、中興趣組及高興趣組三組不同興趣程度，各組抽樣 6 位學生訪談，計 18 位學生，於教學後進行半結構式訪談，訪談內容主要為「課堂中教師的哪些活動或教學策略最能引發學生的情境興趣？」及「此些活動或教學策略能引發學生情境興趣的因素為何？」，用以瞭解學生對課程中哪些教學策略較感興趣，並進一步瞭解此些教學策略提升情境興趣之因素。

四、資料分析

本研究主要以問卷調查資料輸入 SPSS 12.0 統計軟體進行量化分析，並進行教學錄影及學生訪談質性分析。量化分析為取得問卷數據並以 SPSS 進行相依樣本 t 檢定、單因子變異數分析進行統計推論。此外為了瞭解課程影響學生情境興趣的實驗效果量，以 Cohen (1988) 所提出以教學前、後之學生情境興趣平均值與標準差進行計算。在實驗效果量 (Cohen's d) 的判斷上，若其值小於 0.2 表示實驗效果量低；介於 0.2 至 0.5 表示實驗效果量為低至中等，而 0.5 至 0.8 表示實驗效果量為中至高等，高於 0.8 表示具有相當大的實驗效果量差異。本研究亦以學生填答「科學學習興趣量表」中前測總分進行高、中、低興趣分組，以分別代表學生對學校科學課程喜好程度之差異，分別編成高興趣組 (N=36)；中興趣組 (N=38)；低興趣組 (N=36)，分別代表學生對科學學習具有不同興趣程度，並以相依樣本 t 檢定及單因子共變數分析，分析此不同興趣程度學生在非制式奈米科技課程教學前後情境興趣分向度上的變化及其間之差異；此外本研究亦以學生填答「情境興趣與教師教學策略問卷」，以瞭解學生認為本研究所發展的非制式奈米科學課程中的教學策略與其情境興趣提升的關係，並以單因子變異數分析，分析不同興趣程度學生認為非制式奈米科技課程教學中的教學策略對其情境興趣提升是否有差異性。

半結構式訪談學生以分析出課程中教學策略提升學生情境興趣之因素，首先將訪談資料編出逐字稿內容，並進行分析以整理出訪談學生對課堂中教師的哪些教學策略最能引發學生的情境興趣？及此些教學策略引發其情境興趣之因素為何？並以新奇、探索、享樂、參與、小組互動、選擇、挑戰、有意義及增能等因素作為資料分析

依據，並由兩位研究者分析訪談資料中引發情境興趣的來源因素，以確立結果一致性。最後以學生回答最能引發學生情境興趣之教學策略進行分類，並摘要部分訪談內容以說明其引發情境興趣之因素。

肆、研究結果與討論

一、本研究所發展的非制式奈米科學課程提升國中生的情境興趣

在非制式奈米科學課程教學前後，國中生的「科學學習興趣量表」前後測問卷結果，以相依樣本 t 檢定進行統計分析，以探討此教學是否能提升國中學生的情境興趣。結果發現，非制式奈米科學課程教學前後，學生的情境興趣增加達顯著性，實驗效果量 d 為 0.40，屬中度效果量；但個人興趣增加未達顯著，見表 3。此結果與本研究預期成效相一致，符合 Laursen 等人（2007）提出短期的非制式科學課程能增進學生的情境興趣與投入，也符合 Renninger 等人（1992）提出的興趣理論，因情境興趣易受情境改變；而個人興趣較為穩定持久，不易隨情境而改變，所以本研究所發展的非制式奈米科學課程能提升國中生的情境興趣。

表 3 教學前後，國中學生情境興趣與個人興趣相依樣本 t 檢定及效果量統計表

		平均數	平均數差	標準差	t	顯著性	效果量 d
情境興趣	前測	47.97	3.79	9.25	4.212	.000***	0.40
	後測	51.76					
個人興趣	前測	33.65	0.76	4.54	1.763	.081	0.17
	後測	34.41					

*** $p < .001$

接下來再以情境興趣量表內三個分向度「促發性情境興趣」、「維持性情境興趣—感覺」、「維持性情境興趣—價值」，以相依樣本 t 檢定進行統計分析。結果發現，教學前後學生在其情境興趣三個分向度皆向上提升，三個分向度前後測的差異皆達顯著，而以維持性情境興趣—感覺分向度實驗效果量 d 為 0.41，提升效果最多；促發性情境興趣分向度實驗效果量 d 為 0.33，提升效果次之；維持性情境興趣—價值分向度

實驗效果量 d 為 0.23，提升效果最小，情境興趣三個分向度的實驗效果介於小到中度效果，見表 4。

表 4 教學前後，國中學生情境興趣三個分向度相依樣本 t 檢定及實驗效果量 d 統計表

		平均數	平均數差	標準差	t	顯著性	效果量 d
促發性 情境興趣	前測	15.7	1.3	3.93	3.442	.001**	0.33
	後測	17.0					
維持性情境 興趣—感覺	前測	15.7	1.6	4.07	4.312	.000***	0.41
	後測	17.3					
維持性情境 興趣—價值	前測	16.7	0.7	3.23	2.404	.018*	0.23
	後測	17.4					

*** $p < .001$ ** $p < .01$ * $p < .05$

此外，以單因子變異數分析國中生在參與非制式奈米科學課程教學後所產生的科學學習興趣分向度的差異。結果發現，各興趣分項度間亦達顯著性差異（ $F=3.447$ ， $p=.011<.05$ ），事後檢驗呈現：促發性情境興趣 > 潛在興趣及現實興趣；維持性情境興趣—感覺 > 維持性情境興趣—價值、潛在興趣及現實興趣。結果顯示非制式奈米科學課程對於國中生的興趣各分向度提升有差異性，以情境興趣的提升優於個人興趣；維持性情境興趣—感覺分向度優於維持性情境興趣—價值分向度，此結果為之前的文獻（Linnenbrink-Garcia et al., 2010）所未發現，顯示本研究運用可能引發情境興趣的多元教學策略所開發之非制式奈米科學課程確實能使學生產生較深層的快樂、興奮及喜歡的情感感受，因此有較高之維持性情境興趣—感覺分向度提升；而此課程教學也能吸引（catch）學生的注意力或喚起學生的促發性情境興趣分向度，提升效果次之；但在提升學生維持性情境興趣—價值面向則相對較低，顯示此課程教學要讓學生產生較為深層的理解及價值面向的感受，相對上較為困難的。可能原因為教學內容或策略的選擇較不易使學生產生此價值面向的維持性情境興趣，建議課程中可增加較多與學生切身相關或日常生活相關的應用；另外可能原因為使學生產生價值情感遠比產生喜歡或興奮的情感較不容易，因為此非制式奈米科技課程為一天期的活動，要學生能將學習的課程內容連結並判斷其與切身價值有關，且產生對自己有意義的感覺可能較為困難，所以學生在維持性情境興趣-價值分向度的提升效果較低於維持性情境興趣-感覺分向度的提升效果，值得未來研究進一步探討課程或活動引發情境興趣三分向度間差異性的原因。

二、本研究所發展的非制式奈米科學課程對不同興趣程度國中生的情境興趣提升效果量

本研究以教學前學生填答「科學學習興趣量表」前測之得分高低區分為高、中及低興趣三組學生，分別代表學生對學校科學課程喜好程度的不同，並以相依樣本 t 檢定分析此三組學生在教學前後情境興趣分向度上的變化，以探討非制式奈米科技課程教學對不同興趣程度學生在情境興趣及其分向度上的影響。結果發現，對科學學習「低興趣組」學生在教學前後情境興趣三個分向度上（促發性情境興趣、維持性情境興趣－感覺、維持性情境興趣－價值）均有提升且達顯著性，且除維持性情境興趣－價值分向度外，其餘分向度的實驗效果量 d 均大於 1，屬極高度效果量，且教學後「低興趣組」學生情境興趣提升程度可達教學前「中興趣組」學生情境興趣之水準，顯示提升效果良好；而對「中興趣組」學生在教學前後情境興趣三個分向度提升未達顯著性；且除維持性情境興趣－價值分向度外，其餘向度則為小幅度提升，實驗效果量 d 約為 0.3 左右，屬中度效果量；且教學後「中興趣組」學生情境興趣提升程度尚未達教學前「高興趣組」學生之水準，顯示提升效果較為有限；而「高興趣組」學生在教學前後情境興趣三個分向度上，則沒有提升，且無實驗效果量，由資料顯示教學前「高興趣組」學生在教學前即表現很高之情境興趣，可能因天花板效應，因此於教學後無法再測得其更高之情境興趣，見表 5。

表 5 不同興趣程度學生於教學前後情境興趣及其各分向度變化之 t 檢定及實驗效果量 d 值

		高興趣組 (N=36)				中興趣組 (N=38)				低興趣組 (N=36)			
情境興趣及其各分向度		平均數	SD	t	d	平均數	SD	t	d	平均數	SD	t	d
促發性情境興趣	前測	19.14	1.33	.64	-.15	15.66	2.21	1.32	.37	12.36	3.457	4.43***	1.06
	後測	18.89	1.88			16.47	2.21			15.69	2.765		
維持性情境興趣-感覺面向	前測	18.92	1.90	.65	.14	15.66	1.56	1.17	.30	12.44	3.22	5.73***	1.28
	後測	19.17	1.58			16.50	3.64			16.42	3.01		
維持性情境興趣-價值面向	前測	18.92	1.34	.25	-.06	17.00	1.92	.45	.10	14.11	2.85	3.56**	.72
	後測	18.83	1.73			17.26	3.29			16.14	2.77		
情境興趣分向度加總	前測	56.97	2.69	.09	-.02	48.32	1.74	1.29	.29	38.92	7.10	5.75***	1.27
	後測	56.89	4.55			50.24	9.08			48.25	7.61		

*** $p < .001$ ** $p < .01$

以上結果顯示非制式奈米科學課程教學後，對低興趣組學生在情境興趣及其各分向度上提升有極高效果量，原因可能為本研究設計所運用引發情境興趣的多元教學策略較多是如 Renninger（2007）指出為對較低興趣學生提供明確的指引使其投入扮演科學家的角色和享受樂趣的活動有關，較適合低興趣組學生情境興趣的提升，因此對低興趣組學生之情境興趣及其各分向度上提升有極高效果量。

三、不同興趣程度國中生認為本研究所發展的非制式奈米科學課程中的教學策略對其情境興趣的提升

將「情境興趣與教師教學策略問卷」中 1 到 12 項能提升其情境興趣之教學策略，依高、中、低興趣分組及全體學生認為能提升其情境興趣的教學策略，分別計算同意百分比，學生填答「情境興趣與教師教學策略問卷」認為能提升其情境興趣的 12 項教學策略以百分比呈現，如表 6。

表 6 高中低興趣分組及全體學生認為能提升其情境興趣的教學策略百分比表

情境興趣分組 教師教學策略		高興趣組 (N=36)	中興趣組 (N=38)	低興趣組 (N=36)	全體學生 (N=110)
1	動手做實驗	100.0	100.0	97.2	99.1
2	接觸真實情境	94.4	97.4	97.2	96.4
3	教具示範	97.2	100.0	91.7	96.4
4	舉生活實例	94.4	100.0	94.4	96.4
5	多媒體簡報	97.2	94.7	94.4	95.5
6	遊戲活動	91.7	89.5	88.9	90.0
7	小組合作學習	77.8	78.9	83.3	80.0
8	學生發表意見	83.3	84.2	72.2	80.0
9	問題討論*	91.7	76.3	58.3	75.5
10	問答引導	77.8	73.7	66.7	72.7
11	獨自完成任務	77.8	71.1	55.6	68.2
12	寫學習單	63.9	55.3	50.0	56.4

1.*為表示不同興趣組間差異達顯著性

2.格內數字為學生同意此教學策略能提升其情境興趣的百分比

結果顯示整體國中生認為能提升其情境興趣的教學策略依序為「動手做實驗」

99.1%、「接觸真實情境」96.4%、「教具示範」96.4%、「舉生活實例」96.4%、「多媒體簡報」95.5%和「遊戲活動」90.0%，以上幾項教學策略均有九成以上學生認為能提升其情境興趣。且不同興趣組學生間沒有明顯差異，分析此些教學策略多屬於教師主導或由師生間或同儕間互動進行，此些教學策略需要學生個人獨自致力較少，因此不同興趣程度學生皆認為此些教學策略較能提升其情境興趣。而整體學生認為較無法提升其學習興趣的教學策略，依序分別為「寫學習單」56.4%、「獨自完成任務」68.2%、「問答引導」72.7%及「問題討論」75.5%，皆低於八成學生認為能提升其情境興趣，且低興趣組學生比高興趣組學生有較低百分比同意能提升其情境興趣。其中「問題討論」教學策略，在不同興趣程度分組學生同意能提升其情境興趣上，以單因子變異數分析檢定結果為 $F = 5.838$, $p = .004 < .01$ ，三組間差異達顯著性，且以 Scheffe 法事後比較分析組間差異性為高興趣組 > 低興趣組，達顯著性，以上結果顯示低興趣組學生比高興趣組學生認為「問題討論」教學策略較無法提升其情境興趣。此結果亦是過去文獻所未探討過的結果，但過去研究 Greenfield (1997) 和 Hoffmann (2002) 指出對課業低興趣學生亦多為低學習成就，而「問題討論」教學策略屬於學生需要較多個人先備的知識才能完成，低興趣學生表現較不同意此教學策略能提升其情境興趣，因此教師運用此教學策略時，應考量學生的興趣程度，對於較低興趣的學生應該減少使用需要較多個人先備知識的教學策略或教師可提供適當的鷹架或引導，以減輕其在此類教學策略學習過程中的負荷。此外，結果也顯示低興趣組生亦比高興趣組學生對「獨自完成任務」、「問答引導」、「發表意見」及「寫學習單」等三項教學策略，較無法產生其學習興趣，但不同興趣組間差異並未達顯著性。見表 6。

接著再分析「情境興趣與教師教學策略問卷」第 13 題學生選擇最能提升其情境興趣的教學策略，結果發現學生認為科學課程中最能提升其情境興趣的教學策略依然為「動手做實驗」，且不同興趣程度組的學生對「動手做實驗」的選擇並無明顯差異性，顯示「動手做實驗」確實是全體學生認為此非制式奈米科學課程中最能提升其情境興趣的教學策略，此結果與 Stohr-Hunt (1996) 研究發現使用動手做為教學策略的活動能增進學生學習興趣結果相一致。

四、本研究所發展的非制式奈米科學課程中的教學策略能提升國中生情境興趣的因素

為瞭解非制式奈米科學課程中教師教學策略提升國中生情境興趣之因素，如「參

與」、「新奇」、「享樂」、「有意義」、「增能」等，因此些因素正是引發情境興趣的重要來源 (Chen et al., 2001)。所以本研究進一步透過分析課後半結構式訪談學生的資料，以瞭解教學策略提升學生情境興趣的因素。分析訪談結果發現學生認為最能提升情境興趣之教學策略依序為「動手做實驗」、「多媒體簡報」及「接觸真實情境」等教學策略，以下分別整理學生回答教學策略提升其情境興趣之因素：

(1) 課程中的「動手做實驗」教學策略為透過使學生有「參與」、「新奇」、「享樂」、「有意義」、「增能」及「探索」等因素，以提升學生情境興趣，以下為訪談學生回答「動手做實驗」教學策略為主要提升其情境興趣及其因素摘錄內容：

S61：做實驗吧！就是自己實際操作，我覺得比較有感覺。(參與)

S26：實驗啊，就是吸磁鐵的部份，還滿神奇的吧！（新奇）

S23：動手做實驗，就是喜歡動手做實驗的感覺，以前對奈米都只有在書上看過啊（享樂）

實驗就是瞭解新的東西，該怎麼講，就是有新的發現且印象很深刻。(有意義及增能)

S55：動手做實驗，好玩的，比較有興趣。(享樂)

S77：因為可以看到自己做的，很有成就感。(增能)

S42：因為這邊實驗我是還不知道結果的。(探索)

(2) 課程中的「多媒體簡報」教學策略為透過使學生有「新奇」、「易理解」及「增能」等因素，以提升學生的情境興趣，以下為訪談學生回答「多媒體簡報」教學策略為主要提升其情境興趣及其因素摘錄內容：

S61：用投影片…去說明實驗吧！

沒有辦法做的實驗，用投影片呈現出來，就不一定要自己做。(易理解)

S63：有比較詳細的講解說明，讓我好吸收。(易理解)

S23：動畫感官刺激的學習比較好吧！（新奇）

S108：老師 PowerPoint 放了很多的動畫能加深印象及有我都會的感覺。(增能)

S104：放電影及類似動畫的東西，比較好吸收。(易理解)

S82：動畫對學習會比較清楚。(易理解)

S111：影片會讓我更加了解及覺得自己學得好。(增能)

(3) 課程中的「接觸真實情境」教學策略為透過使學生有「新奇」、「享樂」及「增能」等因素，以提升學生情境興趣，以下為訪談學生回答「接觸真實情境」教學策略為主要提升其情境興趣及其因素摘錄內容：

S74：還滿吸引的……可以讓我知道奈米有什麼功用，或者哪些地方有奈米。

(新奇及增能)

S81：很有趣，很生動，然後可以覺得學習很多知識。(享樂及增能)

S82：這位老師舉例比較多，還有日常生活有用的資料…….

學校大部分就是教課本的，不會教一些課外的……我想學一些課外的。

(增能)

以上結果顯示本研究運用多元化教學策略促使國中生產生情境興趣的因素，以提升其情境興趣，包含有「新奇」、「參與」、「享樂」、「探索」、「有意義」、「易理解」及「增能」等因素，此為之前文獻 Chen 等人 (2001) 所未探討過活動或課程中個別教學策略對情境興趣的影響及情境興趣產生的因素，也讓研究者更進一步瞭解本研究所運用的教學策略促使學生產生哪些來源因素，以提升其情境興趣。最後結果也發現「動手做實驗」促使學生產生較多樣性的來源因素，以提升學生的情境興趣。

綜合以上研究結果，非制式奈米科學課程教學主要能提升低興趣組學生之情境興趣，且參與學生認為能提升其情境興趣的主要教學策略依序為「動手做實驗」、「教具示範」、「接觸真實情境」、「教課外知識」及「多媒體簡報」等；而「寫學習單」、「獨自完成任務」、「問答引導」及「問題討論」等教學策略較無法提升學生情境興趣，且低興趣組學生比高興趣組學生認為「問題討論」教學策略較無法提升其情境興趣。課後訪談學生顯示非制式奈米科學課程中的教學策略可能使國中生產生多樣且差異性的情境興趣因素，以提升其情境興趣。

伍、結論與建議

本研究在非制式場域及情境下，運用多元化教學策略所開發之非制式奈米科學課程教學，以探討其對國中生情境興趣的影響，針對研究結果提出以下幾點研究結論：

（一）非制式奈米科學課程教學能提昇國中學生的情境興趣

本研究所開發之非制式奈米科學課程教學在學生的「維持性情境興趣—感覺分向度」的提升大於「維持性情境興趣—價值分向度」，顯示本研究運用引發情境興趣的多元教學策略所開發之非制式奈米科學課程，較能使學生產生深層的快樂、興奮及喜歡的感受，優於深層的理解及價值的感受。此結果為之前研究(Linnenbrink-Garcia et al., 2010)所未發現，原因可能與本研究運用之教學策略有關。因為 Linnenbrink-Garcia 等(2010)運用一般課程教學引發學生情境興趣及探討情境興趣與個人興趣間之關係，而未有如本研究特別以情境興趣理論為基礎開發多元教學策略課程，因此本研究特別容易觀察到課程教學引發學生之情境興趣及其各分向度之成效與彼此間之差異。

（二）非制式奈米科學課程對低興趣組國中生情境興趣提升有極高之效果量

研究結果二顯示本研究所開發之非制式奈米科學課程對於科學學習低興趣組學生之情境興趣提升有極高之效果量，但無法提升高興趣組學生之情境興趣。可能因為高興趣組學生在教學前即表現很高之情境興趣，產生天花板效應，因此教學後無法再測得其更高之情境興趣。此外，Renninger（2007）指出對低興趣學生應提供明確指引的教學和享受樂趣的活動，本研究亦運用符合 Renninger 所提引發情境興趣的多元教學策略進行教學，例如：提供指引性的動手做實驗、接觸真實奈米產品、模擬教具遊戲等，因此低興趣組學生能在較快樂且輕鬆的環境中學習。

（三）非制式奈米科學課程中，低興趣組比高興趣組學生認為「問題討論」教學策略較無法提升其情境興趣

參與非制式奈米科學課程低興趣組學生，比高興趣組學生認為「問題討論」教學策略較無法提升其情境興趣。Greenfield（1997）和 Hoffmann（2002）指出對課業低興趣學生亦多為低學習成就，「問題討論」教學策略需要較多個人先備知識參與，因此低興趣學生認為「問題討論」教學策略較無法提升其情境興趣。

（四）非制式奈米科學課程中的教學策略提升國中生情境興趣的因素

本研究課後訪談學生探討非制式奈米科學課程中的多元教學策略提升其情境興趣之因素，結果發現課程中的教學策略提升國中生情境興趣的因素，包含「新奇」、「參與」、「享樂」、「探索」、「有意義」、「易理解」及「增能」等，且其中之

「動手做實驗」教學策略促使國中生產生較多樣性的因素，以提升國中生情境興趣。

基於以上的研究結論，作者提出幾點對科學課程中教學策略提升學生情境興趣的可行作法及其未來相關研究上的幾點建議如下：

（一）非制式奈米科學課程較能提升學生之「維持性情境興趣－情感向度」，高於「維持性情境興趣－價值向度」，此結果為過去研究所未發現，其原因可能與本研究所採用之多元教學策略、奈米主題內容或非制式情境有關；或是「維持性情境興趣－情感向度」提升本來就比「維持性情境興趣－價值向度」提升較為容易，其原因可能為「喚起學生深層的快樂、興奮及喜歡的感受」比「喚起學生深層的理解及價值的感受」較為容易，因為快樂及興奮屬於情意的層次，理解及價值屬於認知及後設認知的層次，前者可以較立即的策略激發，後者需要更長的時間培育，但卻是重要的。Renninger 和 Su（2012）指出學習者如能對學習有較多後設認知的覺知，將有利於學習及其興趣的發展。因此為提升國中生「維持性情境興趣－價值向度」的感受，建議未來可在課程中增加較多與學生切身相關或日常生活關連的應用內容（張靜儀，2005；何宗穎等，2012；Stocklmayer et al., 2010），使學生理解課程學習的重要性與價值性。

（二）需要先備知識且獨自致力較多的「問題討論」及「獨自完成任務」教學活動，高興趣組比低興趣組學生表現較能接受且願意參與，因此建議爾後對於較高興趣學生的科學課程設計與教學，可增加提升情境興趣及學科知識以外的教學活動，如辨識問題、思考、設計、執行實驗等問題解決或探究的科學活動，以滿足較高興趣程度學生的需求。

（三）低興趣組學生比高興趣組學生認為「問題討論」及「獨自完成任務」等教學策略較無法提升其情境興趣，但此些策略對學生科學思考及探究等較高層次科學技能培養相當重要，所以研究者建議教師對此低興趣學生可優先使用教師主導及同儕合作的教學策略，等待其逐漸培養其興趣後，再漸進式採用此些與較高層次科學技能培養有關的教學策略。此外也可採用由不同興趣程度學生混合編組進行合作學習，藉由同儕相互協助使較低興趣學生減輕個人致力的困難，而能較輕鬆的參與此些教學策略課程，如本研究中所使用的「小組合作」及「遊戲或競賽」教學策略。

（四）國中生對於「動手做實驗」教學策略，表達其最能引發其情境興趣，且訪談學生發現「動手做實驗」可使學生產生「參與」、「新奇」、「享樂」、「有意義」、「增能」及「探索」等多樣因素，以提升其情境興趣，因此教師如能於科學課程中適當的融入「動手做實驗」，將使學生產生較多樣情感刺激因素，以引發其情境興趣。

（五）本研究為透過一天期的「非制式奈米科學課程」教學以提升國中生的情境興趣，結果與本研究預期成效相一致，短期間教學主要引發學生之情境興趣。Mitchell（1997）指出使學生經歷多樣且多次的情境興趣經驗，可增加其發展成穩定持久的個人興趣。因此未來的課程設計可進一步將此類引發情境興趣的課程時間拉長或進行多樣且多次的課程，以探討學生的情境興趣是否能逐漸發展成個人興趣，或是在此長時間或系列課程中探討興趣發展的動態歷程。

（六）本研究的限制為在非制式場域中實施，採單組前後測設計並無對照組可以進行結果比較；此外，本研究由於配合執行奈米計畫推廣奈米科學課程，於一天中的 6 小時需完成多樣的奈米科學主題課程，內容相當的豐富，也由於過於豐富的内容可能使學生學習認知負荷較大，建議爾後課程設計可拉長時間或於一天課程中減少學習內容，並於未來研究中探討此些課程改變是否對國中生會有不同的效果。

誌 謝

本研究承蒙國科會奈米國家型科技人才培育整合型計畫經費補助（NSC 99-2120-S-006-001-NM）及高雄市立三民國中自然科團隊教師參與課程設計及教學，並經期刊審查委員以及編輯委員悉心斧正，在此特致謝忱。

參考文獻

- 李世光、吳政忠、蔡雅雯、林宜靜、黃圓婷（2003）。奈米科技人才培育計畫之推動規劃與展望：從 K-12 奈米人才培育試行計劃談起。*物理雙月刊*，**25**（3），435-443。
- 李哲迪（2009）。臺灣國中學生在 TIMSS 及 PISA 的科學學習成果表現及其啟示。*研習資訊*，**26**（2），73-88。
- 李登隆、王美芬（2004）。資訊融入專題導向學習對國小學生自然科學學習態度與問題解決能力之影響。*科學教育研究與發展季刊*，**2004 專刊**，69-94。
- 余民寧、韓珮華（2009）。教學方式對數學學習興趣與數學成就之影響：以 TIMSS 2003 台灣資料為例。*測驗學刊*，**56**（1），19-48。

- 何宗穎、鄭瑞洲、謝佩妤、陳東煌、黃台珠（2012）。非制式奈米科學教學提升中小學學生科學學習興趣之研究。**科學教育研究與發展季刊**，**65**，1-26。
- 邱美虹（2005）。TIMSS 2003 臺灣國中二年級學生的科學成就及相關因素之探討。**科學教育月刊**，**282**，2-40。
- 教育部（2003）。**科學教育白皮書**。臺北市：教育部。
- 曾國鴻、陳沅（2005）。國小師生對奈米科技之熟悉度、學習需求及其融入課程研究。**科學教育學刊**，**13**（1），101-120。
- 張靜儀（2005）。國小自然科教學個案研究-以 ARCS 動機模式解析。**科學教育學刊**，**13**（2），191-216。
- 蔡元福、吳佳瑾、胡焯淳（2004）。奈米科技融入自然與生活科技領域教學之初探。**科學教育研究與發展季刊**，**35**，39-50。
- 鄭瑞洲、洪振方、黃台珠（2011）。情境興趣-制式與非正式課程科學學習的交會點。**科學教育月刊**，**340**，2-10。
- Badura, A. S. (2002). Capturing students' attention: Movie clips set the stage for learning in abnormal psychology. *Teaching of Psychology*, 29, 58-60.
- Chang, R. P. H. (2006). A call for nanoscience education. *Nanotoday*, 1(2), 6-7.
- Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (2001). An examination of situational interest and its sources. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 383-400.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate.
- Durik, A. M., & Harackiewicz, J. M. (2007). Different strokes for different folks: How individual interest moderates the effects of situational factors on task interest. *Journal of Educational Psychology*, 99, 597-610.
- Efthimiou, C., Llewellyn, R., Maronde, D., & Winningham, T. (2006). Physics in films: An assessment, Retrieved from <http://arxiv.org/abs/physics/0609154>
- Falk, J. H., Dierking, L. D., & Storksdieck, M. (2005). Lifelong science learning research. In J. Moon, (Ed.), *Informal Science Research* (pp. 212-245). Washington, DC: Board on Science Education, National Academy of Science.
- Foley, B. J., & McPhee, C. (2008). *Students' attitudes towards science in classes using hands-on or textbook based curriculum*. Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association, New York, NY.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and*

- reference. *11.0 update* (4th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Greenfield, T. A. (1997). Gender-and Grade-level differences in science interest and participation. *Science Education*, *81*, 259-276.
- Hidi, S., & Anderson, V. (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 215–238). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, *70*, 151-179.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, *41*, 111-127.
- Hoffmann, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, *12*, 447-465.
- Hooper-Greenhill, E. (2007). *Museums and education: Purpose, pedagogy, performance*. London, UK: Taylor & Francis.
- Hutchinson, K., Bodner, G. M., & Bryan, L. (2011). Middle- and high-school students' interest in nanoscale science and engineering topics and phenomena. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *1*(1), 4.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, *12*, 383-409.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, *15*, 381-395.
- Laursen, S., Liston, C., Thiry, H., & Graf, J. (2007). What good is a scientist in the classroom? Participant outcomes and program design features for a short-duration science outreach intervention in K–12 classrooms. *CBE-Life Sciences Education*, *6*(1), 49-64.
- Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S. A., & Harackiewicz, J. M. (2010). Measuring situational interest in academic domains. *Educational and Psychological Measurement*, *70*(4), 647-671.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, *85*, 424-436.

- Mitchell, M. (1997). *Situational interest in the statistics classroom*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Neathery, M. F. (1997). Elementary and secondary students' perceptions toward science and correlation with gender, ethnicity, ability, grade, and science achievement. *Electronic Journal of Science Education*, 2 (1). Retrieved from <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7573/5340>.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (1996). *Motivation in education: Theory, research and applications* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Merrill Company.
- Renninger, K. A. (2007). Interest and motivation in informal science learning. Retrieved from http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/BOSE/Renninger_Commissioned_Paper.pdf
- Renninger, K. A., Hidi, S., & Krapp, A. (1992). The role of interest in learning and development. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46, 168-184.
- Renninger, K. A., & Su, S. (2012). Interest and its development. In R. Ryan (Ed.), *Oxford Handbook of Motivation* (pp. 167-187). New York: Oxford University Press.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299-323.
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and discussions for future research. *Educational Psychology Review*, 13, 23-52.
- Shen, B., Chen, A., & Guan, J. (2007). Using achievement goals and interest to predict learning in physical education. *Journal of Experimental Education*, 75, 89-108.
- Stipek, D. J. (2002). *Motivation to learn: From theory to practice* (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46(1), 1- 44.
- Stohr-Hunt, P. M. (1996). An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 101-109.
- Wolk, S. (2007). Why go to school? *Phi Delta Kappan*, 88(9), 648-658.

投稿收件日：2012 年 11 月 19 日

接受日：2013 年 12 月 10 日

附錄一 科學學習興趣量表

		非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非 常 不 同 意
1	我享受自然科學主題。					
2	我喜歡自然科學。					
3	我喜歡從事自然科學。					
4	學習自然科學對我而言是令人興奮的。					
5	對我來說自然科學是有用的。					
6	自然科學在日常生活中對我來說是有幫助的。					
7	對我來說能運用或理解自然科學是重要的。					
8	科學性的思考是我擁有的特質。					
9	我的這次課程老師上課是有趣的。					
10	我的這次課程老師能引起我上課的注意力。					
11	我的這次課程經常是好玩的。					
12	這次課程生動有趣能吸引我的注意力。					
13	我在這次課程所學習到的事物對我是有吸引力的。					
14	我在這次課程所學習的事物我是感到興奮的。					
15	我喜歡我在這次課程所學會的事物。					
16	我在這次課程所做的事物是有趣的。					
17	這次課程學習到的事物，可幫助我對其他事物了解。					
18	我在這次課程學習到的事物，對我是重要的。					
19	我在這次課程學習到的事物，我可以運用於生活中。					
20	我在這次課程學習到的事物，對我是有價值的。					