

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PMS107041

學門分類/Division：數理

執行期間/Funding Period：107 學年第 2 學期 (2019 年 2 月至 2019 年 6 月)

奈米的奇幻旅程—科學與藝術的跨領域學習

**Adventures in NanoWonderland:
Interdisciplinary Learning between Science and Art**

計畫主持人(Principal Investigator)：陳俊太 (Jiun-Tai Chen)

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立交通大學應用化學系

繳交報告日期(Report Submission Date)：2019 年 9 月 15 日

奈米的奇幻旅程—科學與藝術的跨領域學習

Adventures in NanoWonderland: Interdisciplinary Learning between Science and Art

一. 報告內文(Content)

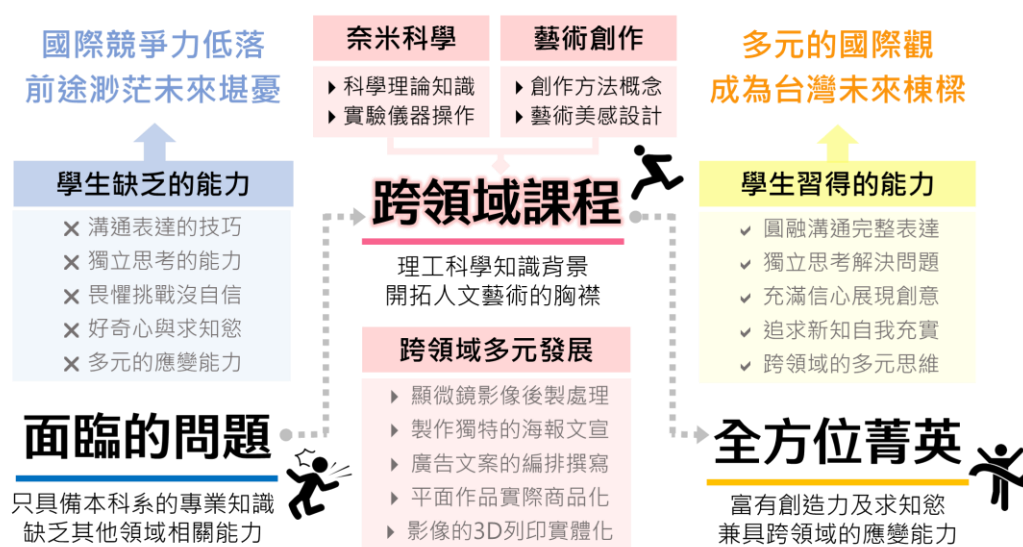
1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

本人為國立交通大學應用化學系教師，在多年的教學過程中體會到學生學習的困境。發現台灣學生們在很多課程內容上，尤其是理工領域的科學專業知識，都是採取死記硬背的方法，沒有融會貫通與整合的能力。

另外，本人目前也擔任中華民國高分子學會秘書長，因此，在與高分子學會與產學合作的過程中，有機會接觸到相當多產業界的公司，在與這些業界人士溝通討論的過程中，發現他們也反應出目前剛畢業的學生進入職場時，往往只是熟悉自己原先所學的專業知識，若是所擔任的工作項目與原先所學不符合，尤其是在與自己畢業科系相差甚遠時，需要很長的學習時間，才能趕上主管們的要求與公司預期的成果，因此對於學習新事物的能力相當不夠。這個問題主要的原因，是因為學生缺少跨領域學習的能力，對非專業領域的知識往往缺乏基本的認知與好奇心，因此在面對新挑戰與新領域時，就因為缺乏自信心而感到畏懼。

另外，我也觀察到，在學生求學期間與進入職場之後，缺乏足夠的溝通表達與團隊合作的能力，這些問題往往造成公司內部團隊的執行效率不彰，又耗費人事成本，不但影響公司營運，長遠來看，類似的問題更會造成台灣在世界上的競爭力下降。

因此，本人提出此計畫課程之目的，就是為了解決上述所提到的問題，以培育未來所需的人才(圖一)。希望透過設計跨領域學習的課程，使參與的學生們不僅對基本科學專業知識有所了解，更能具備跨領域學習能力，隨時能應對不同領域的新挑戰，並在過程中學習到溝通表達的能力與團隊合作的精神。



圖一 本計畫欲解決之問題與跨領域課程設計

2. 文獻探討(Literature Review)

關於培養跨領域自主學習的人才，目前以線上教學著名的大學機構—Minerva 的教務長柯斯林 (Stephen Kosslyn) 表示：「很多大學的課程教授都還是以口述教學為主，但是根據眾多研究表示，利用這種傳統學習法的模式，並不能得到良好的學習效果。」所以目前已有許多幫助學生自主學習的教學平台，例如：Minerva 所開發的主動式學習平台 (ALF, Active Learning Forum)。但是，如果要利用線上教學平台進行跨領域學習還是有一定的困難。本計畫課程所採取的上課方式，仍以與學生面授與討論為主。

關於本計畫將科學與藝術結合的概念，在近年來也開始被研究，探討將科學影像設計或是後製美化，用藝術的眼光來傳達影像的意義與內涵。例如，2010 年 Ramos 等人也曾經提過「Science and art can be linked in the design of visual aids that raise awareness and inform society about the generation of scientific knowledge.」，因此，藝術也是啟發一般社會大眾科學意識重要的橋樑。[1] 此外，Lunn 等人也曾經對於科學與藝術的連結作了很深入的討論，並利用紀錄片的方式進行相關的參與式計畫，他們也在論文中探討「the most pervasive theme to emerge from the research, the link between art and science」。[2] 在 2013 年，Koliijn 也指出藝術對科學的重要，她提到「Scientific illustrations have fuelled art, while visual modeling tools have assisted scientific research.」，可見藝術對科學研究有著不可或缺的意義。[3]

除了理論探討及論文研究外，近年來也有不少結合科學與藝術的展覽，例如，國立自然科學博物館就曾舉辦過「科學的藝術影像」特展，展覽作品主要是由英國衛爾康信託 (The Wellcome Trust) 所屬的藝廊以及駐館藝術家們所提供，其中「真理與美麗」(Truth and Beauty)，就是在探索生物醫學眼中的「真實」如何交纏著藝術角度的「美」，也說明了美學在溝通科學現象時的重要性。[4] 此外，國外著名的「生物醫學影像獎 (Biomedical Image Awards)」，就是來獎勵傑出科學影像並結合藝術的競賽，這些得獎作品不但記錄了科研人員的研究成果，具有生物科學的重要意義，同時也帶給人視覺上的衝擊與享受。[5]

本人於美國就讀博士班時，專攻於以電子顯微鏡研究奈米材料，除了探討這些奈米材料的合成機制與其應用外，也曾經參與過一個很有意義的活動，是將自己以科學儀器所拍攝的奈米影像結合適當的介紹文案作為展覽。以圖二為例，此圖是本人於博士班的研究工作之一，圖中顯示出一節一節的構造很像竹子 (Bamboo)，由於這些竹子都是奈米尺度，所以是奈米竹子 “Nanobamboo”，後來也將這些竹子影像圖進行參展。本人當時的博士班指導教授 (Thomas Russell)，還替這個幅作品命名為 “Bamboochen”，其中一個原因是我的姓氏為「陳」(Chen)。另外還有一個有趣的原因，Russell 教授指出，“Chen” 這個字在德文的意思為「很小的」，因此這個 “Bamboochen” 是同時涵蓋本人自身與奈米竹子的意涵。這個作品的解釋內容一開始是寫熊貓喜歡吃竹子，但如果要用這些 “Nanobamboo” 來餵飽熊貓可能用幾百萬根竹子才夠。此科學影像的展覽非常有意義，除了讓來觀賞的一般大眾，可以了解其中的科學知識外，也能從藝術的角度來欣賞每張科學影像圖的意義。從這個經驗所啟發，本人感受到科學與藝術結合的樂趣與意義，因此，從美國留學回台灣之後，我一直想進行相關的課程設計與活動，幫助學生們能夠

在具備科學專業領域之餘，也能具備結合科學領域與藝術創作的能力。



圖二 美國當地民眾於展覽現場觀賞本人之 Bamboochen 作品

本計畫的過去實作經驗上，本人曾經於 2017 年七月與「一奈米的宇宙」團隊合作，於交通大學浩然圖書館舉辦「一奈米的宇宙 X 顯像環生展覽」（圖三）。此展覽獲得相當高的迴響與討論，很多參觀展覽的民眾與師生們本來只是被美麗的圖片所吸引，但卻從看展的過程中發現了其中高深的科學意義，是個兼具科學素養與藝術賞析的活動。[6]



圖三 於交通大學所舉辦之「一奈米的宇宙 X 顯像環生展覽」

本計畫之主題，是利用科學實驗並以電子顯微鏡所拍攝的數據影像與藝術作結合，發揮創意進行二次創作。在 2017 年 11 月，我也於「台灣化學教育」期刊發表了《科學藝術創作：顯微鏡下的奇幻世界》的文章，就是將化學知識與藝術創作作結合，將一般民眾或是大多數學生所害怕的科學研究與藝術創作進行結合。[7] 發表的過程中，除了可佐證所嘗試的材料製備方法是否成功外，也結合圖像美學、文字創作與科學意義。所呈現之作品不僅鼓勵學生們發揮想像力與創造力，也希望學生們能進一步燃起對科學研究的熱情與興趣。

目前國外與國內也有舉辦過以科學影像為主的比賽，用來鼓勵科學研究人員與學生們能夠發揮創意，將在科學研究與實驗的過程中，得到的研究數據影像進行二次設計創作並投稿。例如：台灣就曾舉辦過「台灣奈米影像競賽」，像是 2015 年時，此比賽的組別分別為 (1) 掃描探針顯微鏡 (SPM) 影像組、(2) 掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像組、(3) 穿透式電子顯微鏡 (TEM) 影像組、(4) 奈米影像新詩創作組、以及 (5) 特別組-奈米創意影音，影像組。此項活動不僅鼓勵科研人員將研究之儀器所拍攝之實驗數據圖進行競賽，比賽中比較特別的是可以搭配科學影像所創作出的新詩競賽項目，是利用科學影像與文學創作結合。而在國外這類型的比賽也很盛行，例如著名的電子顯微鏡

廠商 JEOL 也定期舉辦 SEM/TEM/EPMA Image Contest 影像競賽，並於每個月挑選出特別突出及具有科學意義之顯微鏡相關影像，並在每年出版成相關的年曆。

3. 研究方法(Research Methodology)

本計畫為科學與藝術人文的全新跨領域課程，於本課程中我採用獨創的創新教學教法—SOFA 教學法，結合 Search (搜尋)、Organize (組織)、Facilitate (促進)及 Act (行動)等四大主軸幫助學生有效學習與訓練獨立思考能力。

在上課方式方面，在基礎理論的部分，我以口述搭配課程投影片教學為主，也會利用一些小道具幫助學生們更容易理解較艱深的原理知識 (圖四)。



圖四 本人於課程中利用小道具教學奈米高分子知識

在奈米材料的教學方面，本人結合申過去的教學經驗進行以下之教學活動，例如：桌遊、虛擬實境、恐怖箱、魔術、腹語與記憶術 (圖五)。此外，本人也帶領學生與英特格 (Entegris) 公司交流，使學生們更了解學術知識於業界的應用性。



圖五 本人利用獨創新穎的教學方式

4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

本計畫課程是結合高分子科學與藝術之跨領域課程，

主要分為以下四個主軸：

1. 奈米科學的理論知識與學習
2. 奈米材料的製備與儀器鑑定
3. 科學影像的藝術二次創作
4. 創作作品的實體化與行銷

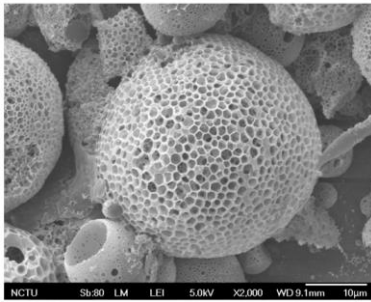


圖六 上課學生進行將科學圖片進行藝術創作之討論



圖七 結合「奈米材料產品」與「競標大會」的期末報告

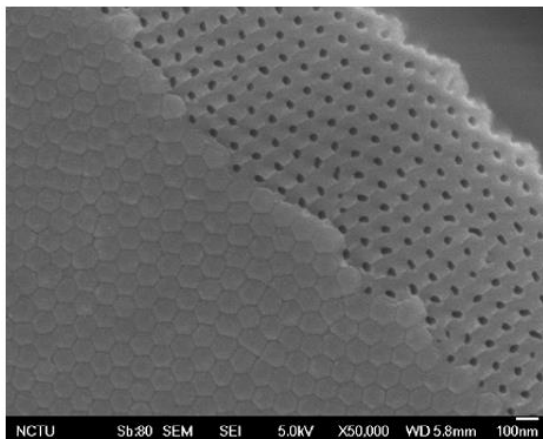
以下為同學們以科學圖片，結合藝術創作的部份成果。



原始圖



創作圖



原始圖



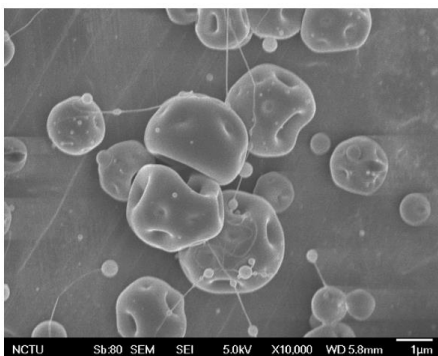
創作圖



原始圖



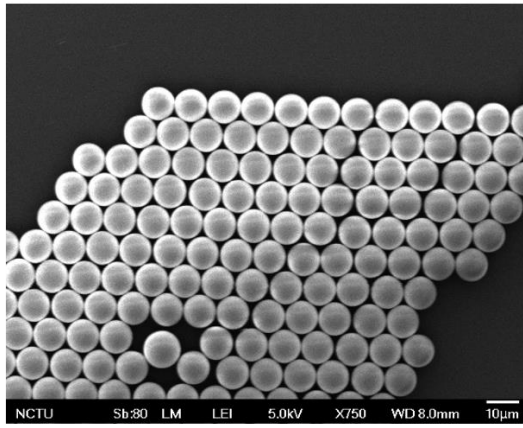
創作圖



原始圖



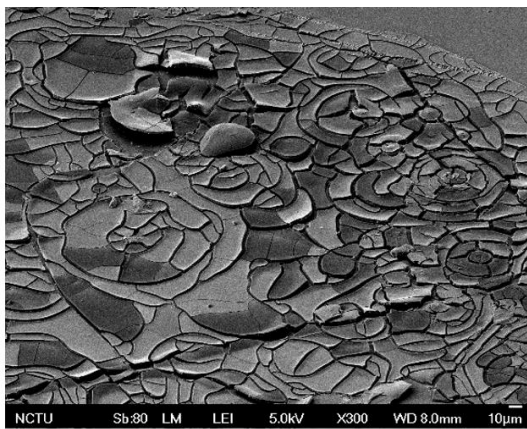
創作圖



原始圖



創作圖



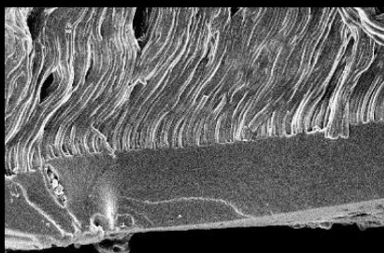
原始圖



創作圖

守門人的詛咒

西元13世紀，是加亞島歷史上最輝煌的時期，他們利用掠奪來的黃金打造了一座黃金都市，其中位在城中央的雕像更是戰士們眼中的守護神，人們雖然覬覦這片土地，兩世紀以來卻也無人能夠攻下。然而隨著大航海時代來臨，海盜們帶著強大的火力硬是擊敗了撬開了大門，據說王城被攻破的同時天上突然降下紅雨，守護神的眼睛染成了血色，所有入侵者在一片哀號中成為了王國的陪葬…如今，昔日的黃金之都已成為斷垣殘壁，然而雕像依舊佇立，訴說著加亞文明的榮耀與輝煌…



原始圖

0752411 吳奕儒



創作圖

(2) 教師教學反思

在藝術創作方面，課程與藝術設計有關，在這方面，也許未來需要再找藝術相關的講師來幫忙。另外，也許未來可以實際去參觀相關的科學或是藝術的展覽，獲得更多靈感。而在課程執行方面，實際儀器操作部分也有限制，無法讓每一位學生都能夠使用。而在最後成果展上，如果未來能作成成果發表會，或是小的展覽讓其他校內師生可以參觀，可能會有更好的效果。

(3) 學生學習回饋

本次活動，依「國立交通大學課程問卷調查表」，獲得了 4.8/5.0 的高分評價。(修課人數 45 人，答卷人數 25 人)

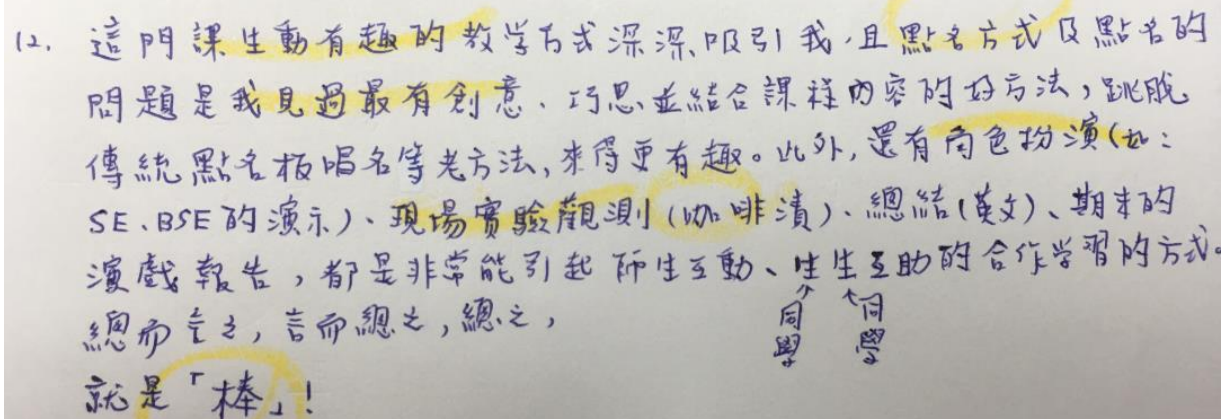
題號	評量題項	平均點數	非常滿意	滿意	普通	不滿意	非常不滿意
			填答人數百分比%				
1	我對教師的教學態度	4.80	84	12	4	0	0
2	我對教師的授課方法	4.80	84	12	4	0	0
3	我對本課程的內容與結構	4.80	84	12	4	0	0
4	我對本課程的作業、報告、考試與評分方式	4.84	84	16	0	0	0
	以上4題平均	4.81	84	13	3	0	0
5	我對本課程的整體印象	4.84	84	16	0	0	0
6	我覺得教師課前準備得很充足	4.84	84	16	0	0	0
7	教師上課熱忱、認真、負責	4.84	84	16	0	0	0
8	教師有按照課程綱要(目標、內容、進度、評分方式等)確實上課	4.84	84	16	0	0	0
9	教師的教學方法適切	4.84	84	16	0	0	0
10	教師授課的表達與說明清楚	4.84	84	16	0	0	0
11	教師的課堂時間分配恰當	4.84	84	16	0	0	0
12	本課程內容有組織、有條理	4.84	84	16	0	0	0
13	使用之教科書、教材或講義對學習很有幫助	4.84	84	16	0	0	0
14	教師教授的教材內容充實豐富	4.84	84	16	0	0	0
15	考試、作業或報告的內容對學習很有幫助	4.84	84	16	0	0	0
16	考核與評分的方式公平合理	4.84	84	16	0	0	0
17	我可以很容易在教師的office hours或是利用其他方式與教師聯絡	4.84	84	16	0	0	0

三、學生對課程或授課老師的建議：依據 < 二、學生自評之認真程度 > 排序：

· 認真程度：認真

- 1 第六課有密集恐懼症的人完全不能上!!
- 2 ok
- 3 讓我們對於科教領域的面向有更多的認識
- 4 超讚的課
- 5 期末報告很精采
- 6 可以學到不少儀器原理和應用，且期末的報告形式有趣，值得一修的一門課

而在期末活動後的課程心得中，不少學生也給此課程極高的評價。



12. 這門課生動有趣的教學方式深深吸引我，且點名方式及點名的問題是我見過最有創意、巧思並結合課程內容的好方法，跳脫傳統點名板唱名等老方法，來得更有趣。此外，還有角色扮演(如：SE、BSE的演示)、現場實驗觀測(咖啡漬)、總結(英文)、期末的演戲報告，都是非常能引起師生互動、生生互助的合作學習的方式。總而言之，言而總之，總之，就是「棒」！

二. 參考文獻(References)

1. MES Ramos, SER Moreno, G Eugenia, M Cota, CDB Garcia, "Art and Science, Results of a Project of Science as Scientific Reporting Tool: A Scientific Image Exhibition", 3rd International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2010), 2010, 7010-7014
2. M Lunn, A Noble, "Re-visioning science "Love and Passion in the Scientific Imagination": Art and science ", *International Journal of Science Education*, 2008, 30, 793-805
3. E Koliijn, "Observation and visualization: reflections on the relationship between science, visual arts, and the evolution of the scientific image", *Antonie Van Leeuwenhoek*, 2013, 4, 597-608
4. "The Art-image of Science", <http://web2.nmns.edu.tw/Exhibits/91/Art-science/introduce22.htm>
5. "Welcome Image Award", <http://www.welcomeimageawards.org/>
6. 一奈米的宇宙 Chemystery。(https://www.facebook.com/nanochemystery)
7. 曾曉凡、陳俊太*、"當藝術遇見化學：科學顯微影像與藝術創作"，臺灣化學教育第二十二期，2017年11月。