

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：PEE1090722
學門專案分類/Division：工程學門
執行期間/Funding Period：109/08/01-110/07/31

以永續發展價值為目標的知行說奈米光電教學
(光電低維度奈米結構)

計畫主持人(Principal Investigator)：謝建文
執行機構及系所(Institution/Department/Program)：
國立陽明交通大學照明與能源光電所

成果報告公開日期：
立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：110/09/17

以永續發展價值為目標的知行說奈米光電教學

一. 報告內文(Content)

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

研究動機

雙向互動偏低：晚學過去在課程教學現場『光電低維度奈米結構』，多以淺顯語言、配合示範教材、歷史故事、肢體動作等，讓參與學員從不熟悉的語言環境下體會講授內容。然課程中多採用單向授課學員聽講模式，部分修課學員較易出現注意力不集中、似懂非懂、卻又習慣性的吝於思考問題、提出疑惑的情境。這對學員的學習成效往往較為侷限，僅在於片面知識的吸收。

創造力展現偏低：晚學開設課程主軸為奈米光電，屬新穎跨領域學科，內容涵蓋化學、材料、物理、電子、能源、生物、醫學等；此領域人才的培育與養成亦是邁向國際奈米光電舞台的潛在能量。由於參與學員來自不同學習背景與專長(包含電子、電機、機械、化工、材料、光電等)，為能誘發學員奈米級敏銳觀察力與跨領域創造力，課程後段多會要求學員自主規劃研究構想提案。依自身專長、課程收穫與想像力發想創新研究主題，也藉此建構學員組織研究、執行規劃、與分析討論的能力。過程中縱然偶有驚喜，多半數學員呈現的是較無創造發想、與現有技術或文獻雷同的重複性構想，專題報告內容以文獻整理居多；想像力的發揮，對學員似乎是件虛無、無益且勞心費時的差事。

成果展現經驗缺乏：現今研究所課程的學習評量，除了課堂考試、實作報告，多會設定主題讓參與學員在期末進行專題報告。因此，科技論文簡報實為學員展現學習成果且一生受用的重要能力。然受限於原有課程對專業知識的傳遞，如何有效展現成果、如何與觀眾分享往往受到師生雙方忽略；而這樣的能力需求往往要在職涯發展多年後才能體會。

全球永續發展議題認知偏低：2015年聯合國發布「永續發展目標」，致力於達成人類與地球未來的共榮藍圖。然而對身處極度繁榮便利的台灣學子而言，世界性的議題，如貧窮飢餓、普及教育、兩性平等、兒童死亡率、病毒傳染、環境永續與全球夥伴關係等，是乎與己身毫無直接相關，多數人們只顧著滿足當下自我的需求與期盼。

研究目的

雙向互動式教學：期能突破晚學過去單向授課為主模式，透過互動式知識啟發、實務操作、成果展現，提升修課學員注意力理解力，且樂於思考、樂於提問、樂於討論、樂於分享。

永續價值創造能力：如何把學生領往自我發現和創造的道路，不再汲汲於填塞知識、一味盲從標準，而是使學生能在任何狀況下，跳脫對標準答案的依賴，透過自身的創造能力在未來跨領域且多變的道路打開生路。

可轉移能力：科學(專業知識)是倚靠溝通與分享的社會活動，知識新知的學習累積固然重要，但如何有效展現、如何與大眾分享、如何與全球迫切議題相結合，更是不可或缺的無形能力。

2. 教學實踐研究計畫主題及研究目的

探討雙向互動式教學的學習成效，期能激發學生積極參與主動求知、主動學習且樂於分享的精神與態度。

培育學生創造永續價值的能力，進行教學方法探究、教材教具研發、教學品質的提升、學習評量改善。此外，分享交流關於人、生命及和平的正面價值，鼓勵學生為他人、社會、以及全球永續發展目標作出貢獻。

累積展現成果與分享成果的可轉移能力，進行教學方法探究、教材教具研發、教學品質的提升，或學生學習成效促進等與教學相關之範疇。

3. 文獻探討(Literature Review)

以人為本的核心教育

二十世紀教育改革家牧口常三郎主張，教育的目的是為了發掘每個學生獨有的潛力，助他們獲得幸福的人生，成為對社會貢獻的人[1]。把學生放在教育理論與實踐的中心，對課程與教學具有極其深遠的影響[2]，亦是現今教學實踐的核心思想。此外，主張人的自主性與存在性的人本心理學家馬斯洛(Abraham Harold Maslow)認為，教育的過程如果適當發揮功能，學生能發現自己、他人以及物質界的更多真理，教育過程有更大的統整 [3]。換句話說，教師應提供有利於學生主動建構知識的環境，而不是填鴨灌輸的環境，方能幫助學生自我學習與成長。教育的成果也不在於鼓勵學生讓他人看到自己擁有的知識，而是在於努力自我發現或創造知識、增長智慧[4]。

此外，主張社會建構主義的學者，非常支持互動或討論學習過程，強調各種語言使用方式可以幫助學生更有意義的刺激與建構，包括開放式問題、創造性寫作、學生的解釋和班上的對談[5]。這類的過程可發有助於知道學員對當前主題單元的認知瞭解，透過各種互動學習活動機會，例如：發問、討論、解釋或分組討論活動等，讓學生建構自己的知識、情意與技能。

教育部對於國民基本教育亦有明確方針，2020 年的教育方式將不只是讓學生滿意，更重要的是必須讓學生參與，並讓學生在參與的歷程中獲得自我實現感，進而激發其學習的動機與興趣；創意和創造力所蘊含的想像力將是個體生命源源不斷之珍寶[6]。教師應思考如何把學生領往自我發現和創造的道路，在課程教學規劃時，應先排除湊合零碎訊息的無價值手段，而是協助學生能夠開啟知識寶庫的一串鑰匙[1]。這些主張也促使晚學思考教學態度，檢討過去單向授課方式，嘗試以互動式知行說三合一教學架構，將雙向互動、創意啟發、成果展現等教學構想，深化於奈米光電課程教學。

以地球為本的永續教育

2015 年，世界領袖們齊聚聯合國紐約總部，舉行「聯合國發展高峰會」，共同討論所有國家都面臨的問題，發佈了《翻轉我們的世界：2030 年永續發展方針》，規畫出 17 項永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)[7]，致力於達成人類與地球未來的共榮藍圖，也是對於所有國家的緊急呼籲，希望各國能夠在全球夥伴關係中採取積極行動；透過各國攜手合作扭轉當前局勢，進而達到永續發展的可能。對業界而言，SDGs 更是當前全球企業推動永續發展的顯學。例如改善新興市場與邊境市場充斥永續發展問題可同時帶來商機；永續發展策略對社會形象與先行者優勢的建立；企業的跨國資源更易超越政府間的種種限制[8,9]。



※此表由CSRone永續報告平台翻譯與製作

SDGs 是當今政府機關和產業界相當重視的課題。對學界而言，教育在全球發展上具有催化的影響，如何將 SDGs 與學術及學校結合，是孕育永續發展推動種子的重要搖籃。除了專業智識的學習，更應同時正視在科技急速發展的過程中讓地球付出的成本。與學生一同從地方和全球的角度思考。

4. 研究問題(Research Question)

- (i) 如何於英語授課課程中提升雙向互動，改善注意力不集中、似懂非懂、卻又吝於思考問題、提出疑惑的情境。
- (ii) 如何透過跨領域教學激發創造力展現，由學員自主規劃研究構想提案，依自身專長、課程收穫與想像力發想創新研究主題，也藉此建構學員組織研究、執行規劃、與分析討論的能力。
- (iii) 如何展現與分享學習成果，培養一生受用、創造永續價值可轉移能力。
- (iv) 如何關注全球永續發展議題，破除小我意識，促進以科學知識為基礎的討論，啟發更多新穎的永續解決方案。

5. 研究設計與方法(Research Methodology)

課程名稱：光電低維度奈米結構(Low-Dimensional Nanostructures for Optoelectronics)

教學方法：學習奈米尺度的結構與光電元件應是饒富趣味，處處充滿驚喜與創意。如能令參與學員眼見為憑，不僅能強化理論與實務的連結，更能誘發學員奈米級敏銳觀察力與跨領域創造力。本計劃教學流程採用師生團體討論、網路平台 e-campus 互動論壇、及專題討論與展示三階段。

學習成效評量工具：

量化：課程作業、課程參與、期中測驗、期末奈米光電永續策略簡報(等級制)

質性：課堂討論互動、線上交流、問卷調查(教學意見、成果展現、永續發展)

研究對象與場域：光電學院研究所修課學員，背景來自不同領域。

研究架構：



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

(1) 教學過程與成果

教學準備

授課內容與講義：資料彙集自行編寫教材(摘選期刊研究論文為主體)。

英語授課：以淺顯的語言、配合示範教材、實作、分組討論和肢體動作，讓參與學員從不熟悉的語言環境下體會講授內容。

示範教材：原子分子模型、自製輔助教具、專題短片動畫、元件量測系統、實驗操作等。

e-campus 教學系統：建立社群討論區，鼓勵(強迫)學員於群組中以英語提交作業並互相分享交流。

網路資源：名人演講、期刊論文、產業訊息、補充資訊等。

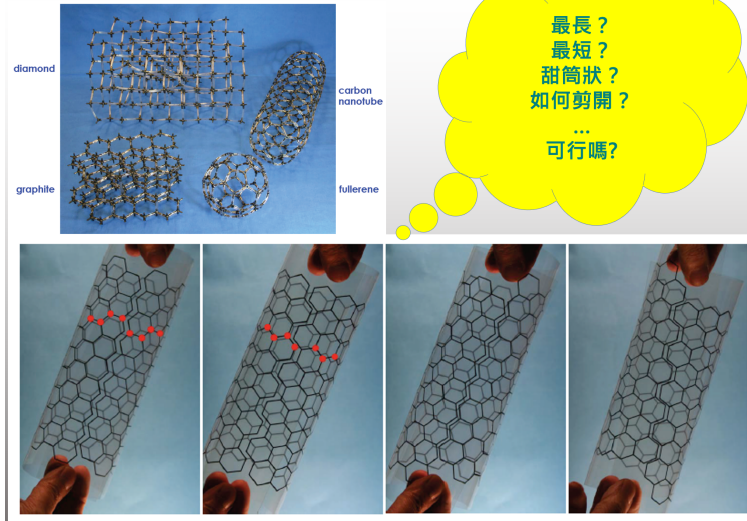
經驗分享：模擬投稿及參與國際學術研討會的情境模式，共同學習學術英語簡報。

教學成果

本計畫以互動式知行說三合一教學架構，將雙向互動、創意啟發、成果展現等教學構想，搭配各式教學案例(說明如下)，深化於奈米光電課程教學。結合永續發展目標於奈米光電教學，與學生一同從地方和全球的角度思考，跨領域的奈米光電科學對今後社會、文化、經濟與環境的影響，促進更多以科學知識為基礎的討論，期能啟發更多新穎的永續解決方案和方法。

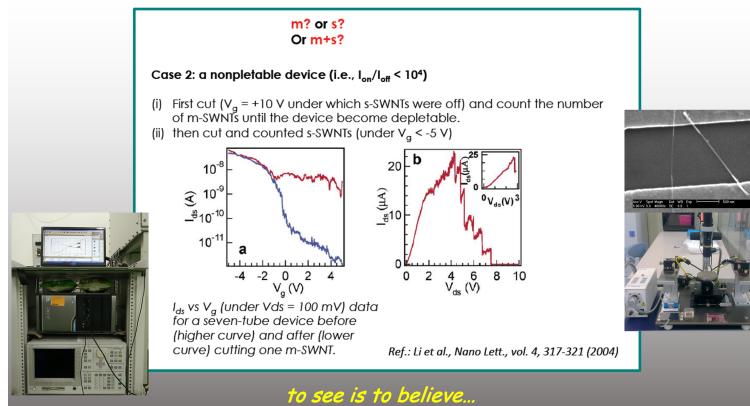
教學案例 1：課堂中共同 DIY 製作奈米碳管模型，過程中與學員共同體會奈米碳管形成的方式與其不同組成對材料特性(導體與半導體)的影響，引導學員思考各式碳管是否存在(最長?最短?牛角狀?如何剪開?…等)，進而藉由文獻搜尋、確認是否真有相關研究。

WONDERLAND OF CARBON NANOTUBE



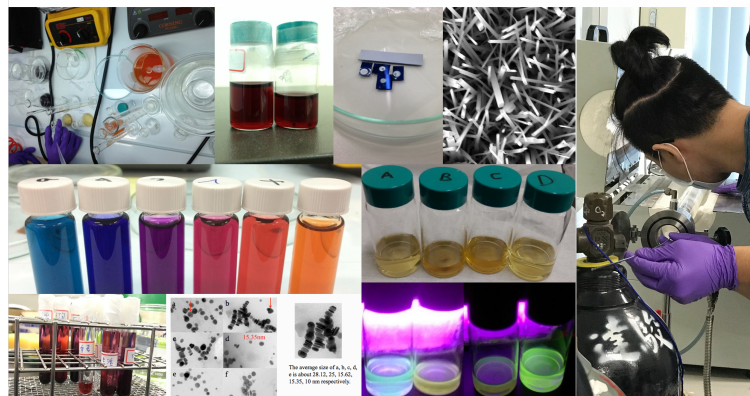
教學案例 2：將量測奈米電晶體元件特性的半導體分析儀與直流探針平台搬至教室，現場同步示範課程投影片講述內容，有時還會聞到奈米線過載燒焦的味道歐！

ON-SITE DEMONSTRATION

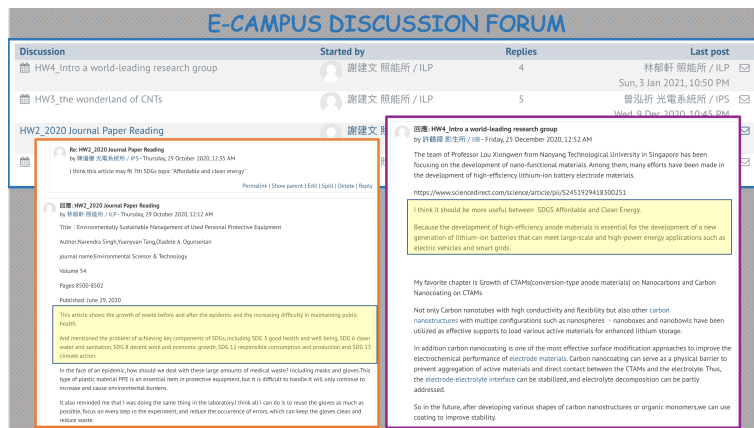


教學案例 3：在 2 次實驗課程中，同學於實驗室親手製備法拉第的金奈米顆粒與金屬氧化物奈米線等，觀測過程中微妙的顏色變化，並對應課程教授之奈米顆粒形成機制推測各顏色可能之對應關係。接而進行紫外光可見光光譜量測特性吸收，推測可能的粒子尺寸。利用金奈米顆粒與電解質離子作用會改變奈米顆粒間距進而改變容易顏色的關係，學員測試一系列市售運動飲料(舒跑，寶礦力，Fin，食鹽水等)，觀測其相對電解質離子含量，同時更能深刻體會奈米材料對尺寸大小，形狀，距離等因素有明顯的物理與化學特性的影響。同學更能深刻地體會奈米結構在光電元件的應用，呼應上課主題。

LAB WORK



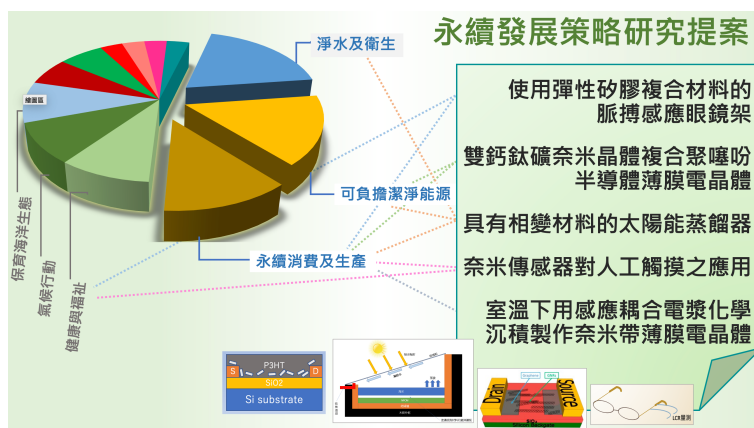
教學案例 4：在 e-campu 教學系統建立線上討論區，鼓勵同學使用英語分享交流，主題包含同學對奈米光電與 SDGs 相關的討論。



此外，針對同學曾經關注的 SDGs 議題進行統計，並獲得各項永續發展議題在課程中代表的比重，過程中也明確地感受到永續發展意識已漸漸的萌芽。



透過 pie chart 重新檢視以上統計數據，可發現同學對於淨水及衛生、可負擔潔淨能源、永續消費及生產最為關注。同學們在期末提出的永續發展策略研究提案，特別像是脈搏感應眼鏡、太陽能蒸餾器、奈米觸覺傳感器等構想，都與這些永續發展目標有直接的連結，也跟同學光電的背景有相當的關係。

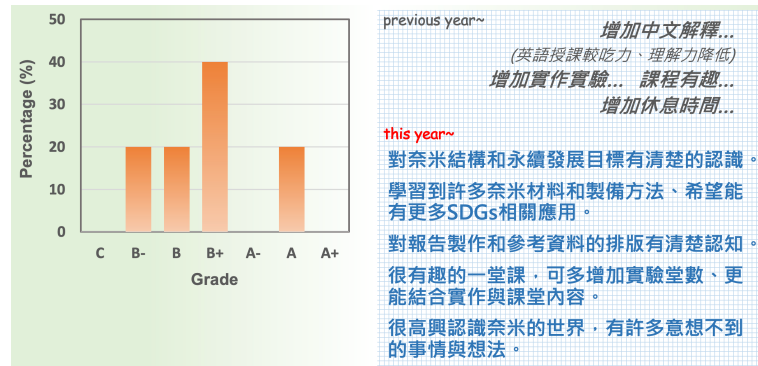


(2) 教師教學反思

教學與研究：本研究計畫提出互動式知行說教學架構，可深化跨領域的奈米光電課程教學。透過全球永續發展目標與跨領域知識連結，引導學生由不同角度關注思考，進而培育具備專業視野並能積極參與全球共同議題的價創人才。

課程與學習：本課程透過互動討論、創意啟發、成果展現，激發思考和創意。如果能夠不斷重複此程序，相信學生將能發展出一種屬於自己的思考脈絡與創造力，並建立自由思考所孕育的創造力，以及與他人溝通分享的能力。

(3) 學生學習回饋



7. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本研究計畫提出之互動式知行說教學架構與成效將可應用於不同課程，透過主題統整跨領域的知識，引導學生整全地關注生活中的議題，以達成全球學習與永續發展目標課程發展之理念。

最後，檢視本研究之動機與目的，發現仍有許多部分值得省思與精進，包含課程比重與時間安排，要如何兼顧專業的奈米光電教學與並結合永續發展議題、及適當的實驗實作，其實是相當不易的挑戰。此外，在全球永續議題與各個專業領域間的連結與實際的案例討論亦是值得深入關注，相信這對整體課程的發展會有相當的助益。

二. 參考文獻(References)

1. 牧口常三郎 (1972), 創價教育學體系 (The system of value-creating pedagogy), 聖教新聞社, 東京, 日本.
2. Goyulah, J., & Gebert, A. (Eds.) (2014) , Tsunesaburo Makiguchi (1871-1944): Educational philosophy in context. New York, USA.
3. Maslow, A.H. (1943) , A theory of human motivation. Psychological Review 50 (4) 370–396.
4. 張世忠 (1999), 教材教法之實踐要領、方法、研究, 五南圖書出版社, 台北, 台灣.
5. Von Glasersfeld, E. (1989), Cognition, Construction of knowledge, and teaching. Syntheses, 80, 121-14.
6. 教育部 (2014), 十二年國民基本教育課程綱要, 台北, 台灣。
7. Transitioning from the MDGs to the SDGs (2015), United Nations Development Programme (UNDP), United Nation, N.Y., USA.
8. Chakravorti, Bhaskar (2015) , "What Businesses Need to Know About Sustainable Development Goals", Harvard Business Review.
9. Scheyvens, Regina., Banks, Glenn, Hughes, Emma (2016) , "The Private Sector and the SDGs: The Need to Move Beyond 'Business as Usual'", Sustainable Development, 24 (6), 371-382.
10. Pathways to Sustainability Conference (2018), Utrecht University, Netherlands.