

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：PEE1090641

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020/08/01~2021/07/31

以奈米實驗實作培養研究方向認知與研究能力養成
Research Direction Perception and Research Ability Cultivation
with Nano-Oriented

相關課程：專題研究(一)、奈米科學與工程實驗。

計畫主持人(Principal Investigator)：柯富祥 教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立交通大學奈米學士班

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)：2021/08/02

以奈米實驗實作培養研究方向認知與研究能力養成

一、研究動機與目的

(1) 教學實踐研究計畫動機

此門課程是開設於奈米科學及工程學士學位(後簡稱:奈米學士班)大二下的課程,本系學生有超過 90%的比例會繼續攻讀研究所,為國家培育許多高階研究人才,所以許多本系同學在大三期初就會進實驗室進行專屬於自己的研究,為將來進入研究所打下基礎。參考由下圖之奈米學士班學生課程規畫,我們班已經進行很久此課程,然而在過去幾年中我們發現一些問題,所以也對整個課程安排做出了一定的變動,以下會簡述原因。過去的學生,在大三剛開始接觸專題研究時,遇到最大的困難,便是無法靠自己找到所需的資訊,或他人的相關研究成果,而導致許多本應用於研究的時間,錯誤的浪費在獨自探索論文查找的過程,且過去的學生也經常遇到,專題研究的方向和自己預期的不同,或並非自己感興趣的題目,導致後來的更換題目更甚重新選擇指導教授,本課程就是為了減少這種情況的發生,作為後續專題研究及奈米實驗的前導課而設。

立。

(2) 教學實踐研究計畫主題及研究目的

在這門課中,我們帶給學生的涵蓋基礎能力的培養、新穎科學研究熱點的介紹,還有跨領域專家學者的個人經歷分享;基礎能力的培養,希望能藉由課堂上手把手的教導,縮短許多學生在剛接觸科學研究時的陣痛期,盡早的完善自己獨立研究的工具;新穎科學研究熱點的介紹,在課堂中,老師也會介紹奈米製程的一個里程碑,也是台積電當年領先國外許多大廠的重要技術-浸潤式微影(immersion photolithography),希望能透過介紹讓更多同學了解奈米製造相關的內容,引發同學們的好奇心;跨領域專家學者的個人經歷分享,透過邀請一些院士或業界業師來進行講座和晤談,讓同學能近距離接觸到研究領域獨樹一格的學者及業師,藉以學習前輩的成功經驗,並且能站在巨人的肩膀上,讓學生們看得更遠。

在教授論文查找的主題選擇上中,會以後續的表面能實驗為主題,讓學生進行資料的查找,以及後續的討論學習報告。主要是為了應用於學生後續進入各實驗室後的基礎;在奈米材料領域的實驗中,或是許多薄膜沉積製程以及一般日常生活中,瞭解表面能都是一個很重要的觀念,不同的表面能以及表面處理對材料或薄膜的性質提升,就是很多未來跨領域研究的主要方向。

二、文獻探討

近幾年來,我國大專校院數量的急劇增加,大學入學率也逐年提高,但是入學門檻卻逐年下降,導致大學生素質良莠不齊,因而衍生出學生學習動機不足、大學教育品質下降,以及學生基本能力和競爭力不足等諸多問題。因此,如何透過多元且適性的教學方法,轉變學生的學習意願和方式,是大學教師教學上面臨的一大挑戰。

傳統以教師為主導的講授式教學所培育的學生,已無法符合未來職場的需求,而以學生為中心的學習,讓學生投入自己的學習是有效學習的關鍵(Felder, Woods, Stice, & Rugarcia, 2000; Rogers, 2000; Ritter & Lemke, 2000)。為了培育明日職場的學生,教師不僅是要「給學生魚吃」,而是必須「教學生釣魚的方法」,學生除了對於學科基礎知識的了解,更需要獲得過程的技巧,例如溝通、寫作、學習如何學習、建構新知識等等(Lim, 2001)。不僅如此,傳統教學與學習強調個別學生的成就,以及學生之間的競爭,忽略了社會的脈絡和正面影響,更不符合真實世界的實際運作狀況。因此,學習需要以合作、團隊的方式進行,小組成員透過想法、意見的交流和分享,形成一種支持性的學習氛圍,並能從多元的觀點,獲得對學習內容的新理解。綜上所述,為了改進傳統教學上的缺點,並培養學生自主學習的意願以及獨立思考的能力,本計畫運用了示範教學法和小組討論教學法這兩種教

學方法。

示範教學的涵義是指學習者透過觀察並模仿教導者所提供的行為示範，而學習改變其原有行為的學習歷程(傅秀媚，2002)。教師以實際執行一套程序或一連串之動作，使學生能夠了解教學上之現象或原理，並使用各種設備與助教做適當的配合。因為逐步之示範教學，且學生能夠在第一手的地方觀察學習，並可參與教學活動，進而對教學過程增加印象，在教學技能操作及科學原理部分，要比其他教學方法適當(張添洲，2000)，所以我們在教導資料蒐集技巧及表面科學原理及實驗時使用此教學方法。

小組討論教學法是運用小組討論的方式，以達成教學目標的教學方法。這種教學方法有別於個別式學習，可以讓大學生提早融合入職場所需之團隊成長，有助於人際關係之經驗及清楚表達個人之意見，分工合作來加深與加速學習歷程。其主要特色在於教師與學生針對主題進行探討，以形成共識或尋求答案，並藉由經驗的分享、意見的交流，透過磋商、接納等途徑，發展思考與價值判斷的能力。小組討論教學法運用在實際教學中，可以強化教師的教學效能，同時能培養學生獨立思考與判斷能力，具有認知、技能及情意等多方面功能與目標(鄭博真、林進材，2008)。

在認知方面，不但能讓學生熟悉教材，而且也能培養學生解決問題及發展批判性思考的能力；在情意方面，可以引導學生的態度改變，並激發學生的學習興趣，形成正向的態度與價值觀；在技能方面，可以培養學生的溝通技巧，並透過團隊合作學習，增進學習的成效(林生傳，1990)。因此，我們運用小組討論教學法，培養學生獨立思考與發表能力，並使學生態度從被動學習轉到主動學習，使學生面對未來的研究與工作職場，也能夠競爭與適應。

三、研究問題

(1)期刊搜索

由於我們系上的學生有很大比例會選擇繼續攻讀研究所，大學時期除了累積基礎知識，進行專題研究也是重要課題。但學生進入實驗室進行專題研究之後，發現經常需要進行文獻搜索，但根據我們的調查，國內少有整班課程教授大學部學生，讓學生能同時有論文查找能力及專利相關知識。

(2)表面能實驗

半導體製造工業中，微小化程度已達到奈米等級，任何一表面親疏水狀態影響薄膜沉積狀態甚大，作為製程中重要的影響因子表面能的影響在生活也隨處可見，例如大自然中許多植物、昆蟲展現出天然的疏水現象，如蓮花葉水珠之疏水現象，達到自清潔特性；於是我們選用此題目作為同學的研究題目，結合實驗帶同學由淺入深的了解此題目。

四、研究設計與方法

(1) 研究設計說明

藉由奈米實驗實作導引大二到大三學生，培養學生研究方向認知與研究能力養成。初期目標提供研究工具及樹立正確價值觀，本課程由查找專利和期刊論文為初期教學目標，引領奈米學士班學生從大學階段走入研究領域的第一步。在課堂中，老師會教導學生利用搜尋引擎和學校資源查找論文和專利，培養學生查找資料的基本能力，藉由課程討論及研習科技文獻，進而有自我學習與閱讀之能力。本計畫長期目標能點燃奈米學士班學生對於奈米科技自我探索的熱情，會邀請學者專家及工業界業師舉辦講座，透過講者和學生的互動、對談，引起學生對於奈米科技探索的熱情。學生能在這幾周的講座中，找到自己的興趣所在，並鼓勵學生利用先前提到的方法查找文獻和專利，去達到自我學習精進的目標。在檢驗學習成果方面，當學生已經搜尋資料並指導學生們閱讀後，後續安排的表面能實驗為主題，進行分組報告。以小組報告的形式，檢驗學生是否具備專利與論文查找的能力，和報告中的參考文獻格式是否正確統一，並對其的報告給出一定的改進意見，此課程為學生後續的實驗課程與未來的研究生涯打下堅實的基礎。

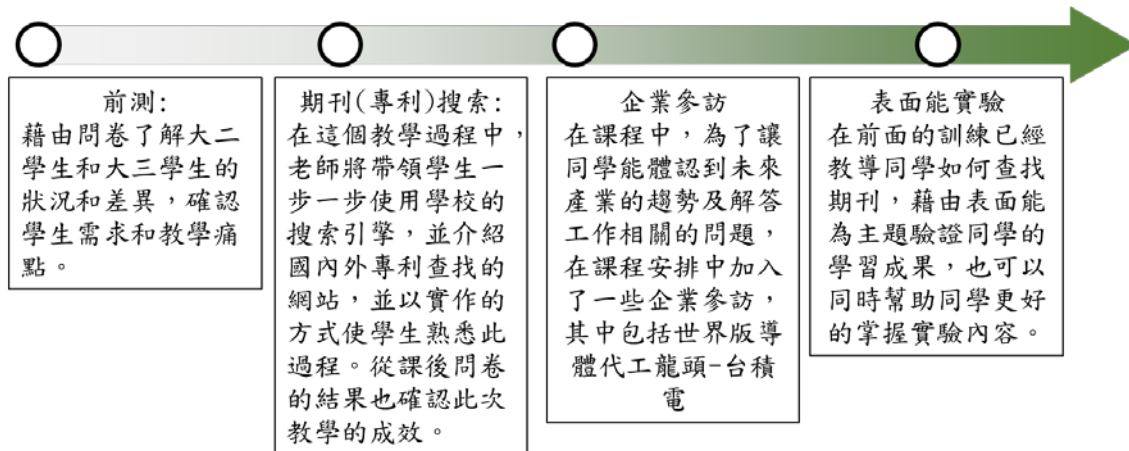
細節上從一開始的論文查詢，利用示範教學法的方式讓學生了解論文引擎。在表面能實驗中帶入接觸角的觀念，並讓學生實際操作 contact angle 機台，也提供近距離觀摩熱蒸鍍機的機會。藉由分組討論，讓學生探討實驗的原理和每個步驟的影響。藉由期中上台報告，除了訓練台上同學口頭報告，也考驗各組同學的團隊合作程度，並憑藉讓台下的學生與老師一起評價各組報告，進行問題討論及提供改進方向，以此訓練同學獨立思考與發現問題的能力，並在期末考核中，讓同學以個人方式再次上台報告，以此來檢驗學生這學期的學習成果成效。針對最重要的成績考核方式，我們規劃期中報告佔 30%、課堂表現 20%、出席狀況佔 15%、期末考核佔 35%。

而期中報告評分標準採計下面五項：期刊論文理解、報告完整性、簡報準備、上台表現、團隊貢獻度。對於平日的各週課程進度部分，請參考授課計畫書。而課堂表現，主要評量依據有三要點，包括與台上講者的互動、對於同學報告的回饋、課堂心得。在佔比相當高的期末考核上，考驗這學期學習成果，內容包含講座筆記以及論文、專利搜尋上機考，以及個人的口頭報告能力。最後對於學生出勤狀況，我們會追蹤缺課的學生，並在給予扣分前瞭解其缺席主因並輔導改善。

五、教學暨研究成果

(1) 教學過程

此次教學實踐包含了兩門課程—針對大二的專題研究(一)和針對大三的奈米實驗，其中專題研究(一)包含了期刊搜索的教學到後續台積創新館和科林研發的企業參訪，而奈米實驗則是有關表面能的實驗以及最後會請學生做一份結合實驗內容以及表面能相關資料的報告。



圖一、課程時間表

(2) 學生學習回饋

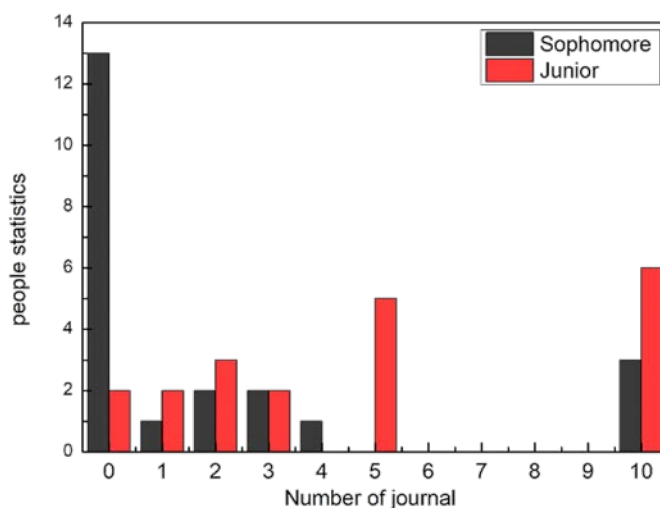
課程開始前針對大二大三學生分別進行一次前測，主要目的時為了確認我們教學實踐的目標是否貼合學生需求，在量化表格中也是清楚發現課程的必要性。

在本次前測中我們發現，大二的同學由於未開始專題研究，對於學術期刊的了解非常匱乏，有八成的人閱讀論文數量小於三篇，更有過半數的學生完全不了解期刊搜索。

(備註：前測提到的搜索引擎為課程介紹的學術搜索引擎-Web of Science 和最廣泛的 Google Scholar)

表一、針對期刊搜索前測

	從未使用過學術 搜尋引擎	Google Scholar	Web of Science	熟練使用兩者
大二	12	3	7	0
大三	0	4	6	11



圖二、大二大三學生閱讀期刊數量比較

期刊搜索教學

在這段課程中，老師會在電腦教室手把手教會同學如何查期刊、看專利。期刊發表是學界研究的前沿領域，專利撰寫是產業界的最新技術，老師也會分享一些自身經歷，以及說明一項技術經過專利發表後的一些好處。而課堂後我們對學生進行了後測，確保學生們能確實吸收到課堂中的學習內容。並在後續進行量化分析。

企業參訪

台積電創新館(March 10, 2021)

在課程中，為了讓同學能體認到未來產業的趨勢及解答工作相關的問題，在課程安排中加入了一些企業參訪，其中包括世界半導體代工龍頭-台積電。在台積創新館中，同學接觸了台灣電子產業的市場前景和積體電路的演進歷史，幫助同學了解自身對類似產業是否有興趣。本系 80% 的畢業生是到 TSMC 工作，這種頂尖企業參訪的戶外教學，讓同學們對於所學的奈米知識與業界間的關聯性有深度認知。

科林研發(April 28, 2021)

第二次企業參訪，我們選擇的是科林研發(前三大半導體設備商)在新竹科學園區的分廠，在這裡有科林研發對於培訓工程師的完整產線，同學們也有幸在工程師的協助下，體驗了從晶片清洗到沉積、蝕刻的完整過程。另外也使用 3D-VR 眼鏡進行機台操作模擬，在 VR 環境中同學可以從各角度無死角的了解機台構造。同學們在有了這樣的實際接觸經驗後，對於以後不論是職場工作還是研究工作都有很大的幫助。

表面能實驗(May 14 ~ June 14, 2021)

藉由大三實驗教學，讓同學掌握 Contact angle 量測儀器，並以此為主題讓同學查找關聯的期刊，並且通過小組討論的形式，讓同學們彼此交流自己的成果，在報告中會讓學生更多的去閱讀期刊，因為在關於期刊搜索的教學中有得到一個心得，學生們閱讀的經驗增加，對於如何擷取論文中的關鍵訊息以及整體略讀的速度都會大幅增加。在實驗結束後有進行一次問卷調查，所有的學生都至少閱讀 3 篇以上的論文，超過一半的學生有 10 篇以上的閱讀量，這樣的成果證明我們的教學課程設計，由大二的專題研究一到大三的奈米科學及工程實驗課程，對於協助同學熟悉期刊的查找及閱讀能力等有飛躍式的提升。



圖三、台積電參訪



圖四、科林研發工程師培訓體驗

六、建議與省思

這部分為課程結束後，思考如果下屆在進行課程時，有哪些是可以改善的部分，主要是針對實驗課的部分分為兩點。

1. 從不同時期分別對大二與大三學生進行之教學問卷結果可以看到，學生對於文獻查找有完備的了解(大二下課程教學)，且也將這項能力用於最後的實驗報告中(大三上課程教學實驗)。我們藉由分組討論的方式，幫助同學更好的掌握這項技能。我們發現有些小組內會發生分工不均的現象，在下屆課程中會採用**組內互評表**，能夠改善這種現象。
2. 在教學過程中，後半段(今年5月以後)因為疫情採用線上授課，並提供了教學影片讓同學能觀看，在結尾調查發現部分同學覺得這種教學方式也不錯。明年在課程設計上，除了實體課程外，也會導入E-learning的概念，**加入示範影片**讓同學可以反覆進行觀看來增強學習成果。

二. 參考文獻(References)

(一)中文部分

1. 傅秀媚(2002)。融合班級中教學策略之應用—同儕教學法與示範教學法。載於中師特教中心(主編)，特殊教育論文集(頁167-180)。臺中市：中師特教中心。
2. 張添洲(2000)。教學教法-發展與革新(頁245-246)。武男圖書出版股份有限公司。
3. 林進材(2008)。小組討論教學在大學課程的應用—以兩性教育為例。載於鄭博真(主編)，大學卓越教學法—原理、方法與實例(頁31-48)。台南縣：中華醫事科技大學。
4. 林生傳(1990)。新教學理論與策略。台北：五南。

(二)西文部分

1. R. M. Felder, D. R. Woods, J. E. Stice, A. Rugarcia, The Future of Engineering Education II. Teaching Methods That Work, Chemical Engineering Education, 2000, v34 (1), 26-39.
2. D. L. Rogers, A paradigm shift: Technology integration for higher education in the new millennium, Educational Technology Review, 2000, v13, 19-27.
3. K. A. Lemke, M. E. Ritter, Virtual Geographies and the Use of the Internet for Learning and Teaching Geography in Higher Education, Journal of Geography in Higher Education, 2000, v24 (1), 87-91.
4. G. Lim, International Conference for Society of Information Technology and Teacher Education, 2001, Florida, USA.
5. W. Wu, J. Wu, J.-H. Kim, N. Y. Lee, Instantaneous room temperature bonding of a wide range of non-silicon substrates with poly(dimethylsiloxane) (PDMS) elastomer mediated by a mercaptosilane, Lab Chip, 2015, v15, 2819-2825.
6. C.-J. Wang, H.-C. You, K. Lin, J.-H. Ou, K.-H. Chao, F.-H. Ko, Highly Transparent and Surface-Plasmon-Enhanced Visible-Photodetector Based on Zinc Oxide Thin-Film Transistors with Heterojunction Structure, Materials, 2019, v12, 3639-3648.
7. C.-C. Wu, Y.-J. Tsai, M.-C. Chu, S.-M. Yang, F.-H. Ko, P.-L. Liu, W.-L. Yang, and H.-C. You, Nanocrystallization and interfacial tension of sol-gel derived memory, Applied Physics Letters, 2008, v92, 123111.
8. C.-F. Wang, S.-F. Chiou, F.-H. Ko, J.-K. Chen, C.-T. Chou, C.-F. Huang, S.-W. Kuo, and F.-C. Chang, "Polybenzoxazine as a Mold-Release Agent for Nanoimprint Lithography", Langmuir, 2007, v23, 5868.

