

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：PEE1090363

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：109/1-2

計畫名稱/Title of the Project：

利用3D列印和機械手臂進行啟發式電化學教學

配合課程名稱/Course Name：

生醫材料

計畫主持人(Principal Investigator)：林子恩

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：陽明交通大學電機學院生醫工程所

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)：2021/8/5

教育部教學實踐研究計畫成果報告

目錄

| | |
|------------------|---|
| 一、摘要..... | 3 |
| 1. 中文摘要..... | 3 |
| 2. 英文摘要..... | 3 |
| 3. 關鍵字..... | 4 |
| 二、研究動機與目的..... | 4 |
| 三、文獻探討..... | 4 |
| 四、研究問題..... | 5 |
| 五、研究設計與方法..... | 5 |
| 研究對象介紹：..... | 5 |
| 教學活動規劃介紹：..... | 5 |
| 實作場域的介紹:..... | 6 |
| 評量工具：..... | 6 |
| 六、教學暨研究成果..... | 6 |
| 七、教師教學反思與建議..... | 8 |
| 八、參考文獻..... | 9 |

一、摘要

1. 中文摘要

「開發你對學習的熱情，你將永遠不會停止成長」—美國作家 Anthony J. D'Angelo 曾說過這句至理名言，而作為老師，教學的義務之一就是啟發學生對學習的熱情，如此一來學生就不用被動式的逼迫而會自求成長。但是要如何點燃學生對於艱澀枯燥的科目的熱情就顯得格外困難。材料科學這個領域日顯重要，近年來各種議題都與材料有關，例如能源問題以及智慧醫療，都需要研發新的材料。尤其是為了因應近日的 Covid-19 疫情問題，各國都投入很多研究資源在生醫材料與檢測的研究，這些都與智慧醫療脫離不了關係。因此，生醫材料、電化學、電子學的等相關的科目的教育日顯重要。本人雖然教學經驗不多，但是發現按照現有的教材教學，學生都普遍覺得太難、太無趣，因此很容易打退堂鼓，或是在課堂上敷衍了事。而實驗課的部分，現有的實驗大部分都是古典的實驗，因此和現代科技很難接軌。為了解決 1.學習效果不佳，及 2.實驗內容過舊這兩個問題，本計畫設計了一系列的課程，將教學和實驗結合成一門兼具深度內容與趣味的實驗，結合最流行的 3D 列印與生醫材料製作等實驗，讓學生發揮創意，學習各種專業繪圖軟體，自己設計 3D 列印的立體圖形，並且利用生醫材料創造有趣的成品，最終使教學品質更提升。

2. 英文摘要

"Develop a passion for *learning*. If you do, you will never cease to grow." American writer Anthony J. D'Angelo once said this wise saying. As a teacher, one of the duties of teaching is to inspire students' enthusiasm for learning. In the first place, students will not need to persecute passively but will seek growth independently. The field of materials science is becoming more and more important. In recent years, various topics have been related to materials, such as energy issues and smart medicine, which require the development of new materials. Especially in response to the recent Covid-19 epidemic, many countries have invested a lot of research resources in biomedical materials and testing, which are inseparable from smart medicine. Therefore, the education of biomedical materials, electrochemistry, electronics, and other related subjects is becoming increasingly important. Nevertheless, how to ignite students' enthusiasm for difficult and boring subjects is extremely difficult. I find that students generally find it too difficult and boring to teach according to the existing textbooks, so it is easy to retreat or be perfunctory in class. As for the experimental class, most of the existing experiments are classical experiments, so it is not easy to integrate with modern technology. In order to solve the two problems of 1. poor learning effect and 2. outdated experiment content, this plan has designed a series of courses to combine teaching and

experiment into an experiment with both in-depth content and fun, combining the most popular Experiments such as 3D printing and biomedical material production allow students to develop their creativity, learn various professional drawing software, design 3D printed three-dimensional graphics by themselves, and use biomedical materials to create interesting finished products, which ultimately improves the quality of teaching.

3. 關鍵字

中文：3D 列印、啟發式教學、生醫材料、實驗設計、電化學與電子學

英文：3D printing, heuristic teaching, biomaterials, experiment design, electrochemistry and electronics

二、研究動機與目的

本人在執行計畫前，已經講授過幾門課程，發現雖已加入許多有趣的元素，有些學生在上課時還是昏昏欲睡，或是在課堂上敷衍了事，因此學習效果有限。且目前的實驗課都以古典的教材為主，和現代科技很難接軌，因此如何設計新的實驗，使學生們融會貫通是一個很重要的課題。因此本人提出此計畫，希望能啟發學生的思考與學習。計畫宗旨在學生聽完課之後，能夠動手做實驗，如此一來才會達到事半功倍的學習效果。且本計畫設計的實驗，都不須在特殊的實驗室執行，用簡單便宜的材料即可將教學和實驗結合成一門兼具深度內容與趣味的課程。提升教學品質，更點燃學生對於學習的熱情。另外老師們夢寐以求的狀況是學生們自動自發的學習，因此本計畫的重點之一就是啟發式教育，讓學生自己產生動力往前進並且自行思考課程所學的內容，再創造出更多科學實驗成果，甚至應用在自己的研究上。

三、文獻探討

本計畫在設計課程方面，主要是參考了 ACS Chemical Education 這個期刊的多篇文章來設計實驗的。ACS Chemical Education 歷史悠久，從 1924 即發刊至今，收集了無數個教授們教學的心血結晶，每年更發表許多時代最尖端的教學法，以及實驗設計。所以本計畫主要是參考此期刊，來設計各項實驗。我們所參考的實驗以及相關文獻包含了以下幾篇著作：

3D 列印反應容器：*J. Chem. Educ.* **93**, 1951–1956 (2016)

pH 電極的構造：*J. Chem. Educ.* **96**, 1773–1777 (2019)

酸鹼電池：*J. Chem. Educ.* **96**, 1701–1706 (2019)

聚多巴胺的各種不同的顏色變化：*J. Chem. Educ.* **96**, 1250–1255 (2019)

結合電腦程式與手機驅動機器手臂：*J. Chem. Educ.* **96**, 1497–1501 (2019)

海藻酸鈉實驗：*J. Chem. Educ.* **96**, 1308–1311. (2012)

矽膠 PDMS 的藝術 *J. Chem. Educ.* **94**, 11, 1682–1690. (2017)

四、研究問題

本計畫的核心是利用啟發式教育，點燃學生的熱情，讓學生自動自發的學習。所以如何啟發學生，是一個重要的問題。此計畫是把傳統授課結合創新性的實驗，提高學習成效。所以本研究是如何設計創新性的實驗，而且在校方空間不足，經費不足的環境下，利用最低成本還有最少的助教人數來執行實驗課程，讓上課環境安全、有秩序地做完實驗且順利評分。

五、研究設計與方法

研究對象介紹：

本門課為研究所及大學部選修課程，據統計修課人數大部分都是碩博班研究生，科系主要是生醫工程所以及幾位電機系、機械系博士班學生，有少數來自生科系、材料系的大學部學生選修。本計畫原先預期要在選修課「電化學」，上執行。但是因為系所課程規畫調整，本人 109 年度需開設「生醫材料」以及通識課「跨領域應用電學」，所以本計畫就改為在生醫材料課堂上執行為主。

教學活動規劃介紹：



實驗課：3D 列印與立體圖檔製作



實驗課：水果電池的製作



實驗課：矽膠包埋樣品製作



實驗課：海藻酸鈉水膠的製備



期中報告：創投公司



校外活動：工廠參觀

本計畫教學活動規劃如以上圖表所示，主要為新實驗課的規劃，包含了以上所述的四個實驗。而期中報告則是採取創投公司的模式報告，也就是每一組（約 3-5 人）為一個公司，同學們則扮演公司的研發團隊，報告一個跟課程相關的科技產

品，當作是自己公司的產品，來跟投資者介紹此產品的投資者拉贊助。每個同學手上則有許多不同面額的紙鈔，等到報告結束，每個人就把面額不同的紙鈔「投資」自己認為最優秀的公司，而分數則是按照公司所得到的資金來分配。最後，最高分的公司則可以挑選幾位同學進行面試，詢問課程相關專業資訊，也增進同學間的互動。最後，課程設計讓同學們參觀葡萄王、蛋寶生技公司的生產線，還有研發部，使同學了解業界的情形。

實作場域的介紹：

授課的部分，在原本的教室進行。本計畫所設計的實驗，也是在一般教室即可進行，所有的樣品、器材等，都是從實驗室先準備好，再帶去一般的教室進行。而期中報告也是在一般教室進行，分組上台需要的資源也是一般教室。工廠參觀則是先和廠商聯絡好，租車帶領同學去工廠參觀。唯一要注意的事同學們必續要買保險，以免意外發生。

評量工具：

1. 實驗學習單：實驗完後同學必須寫學習單，而老師根據學習單評分。
2. 實驗作品成績：實驗過程中的態度，還有作後的實驗成果。實驗成果的部分，有一部分的配分是同學們互評的配分。
3. 期中報告：每個同學手上有一定的資金(虛擬貨幣)可以投資，根據創投公司所募得的金錢數量來作評分，募得資金越多的分數越高。
4. 期末考：本課程需要期末考，否則同學們上課時會覺得聽與不聽對得分都沒有區別，但期末考為 open book 考試，所以同學們不用死背所有的資訊。但若沒有讀書，看到題目再找答案就會來不及，因此期末考同學反應是偏難，但沒有太困難。

六、 教學暨研究成果

教學過程與成果：

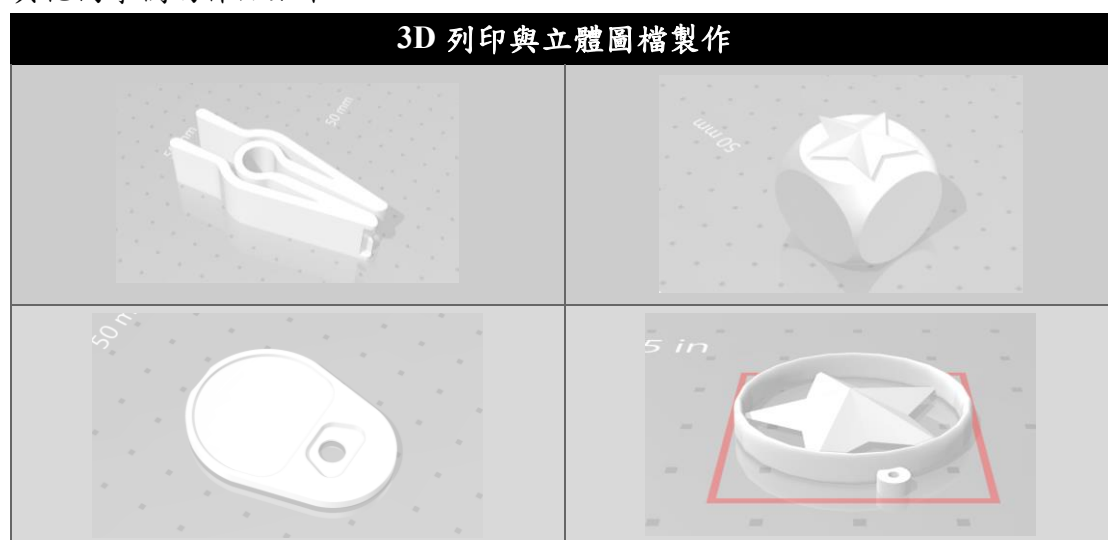
在實驗部分，同學的作品都別出心裁，非常認真且有創意，在此展示同學們的實驗作品與實驗過程。



同學們繪製完成的 3D 立體圖檔如下所示：



其他同學們的作品如下：

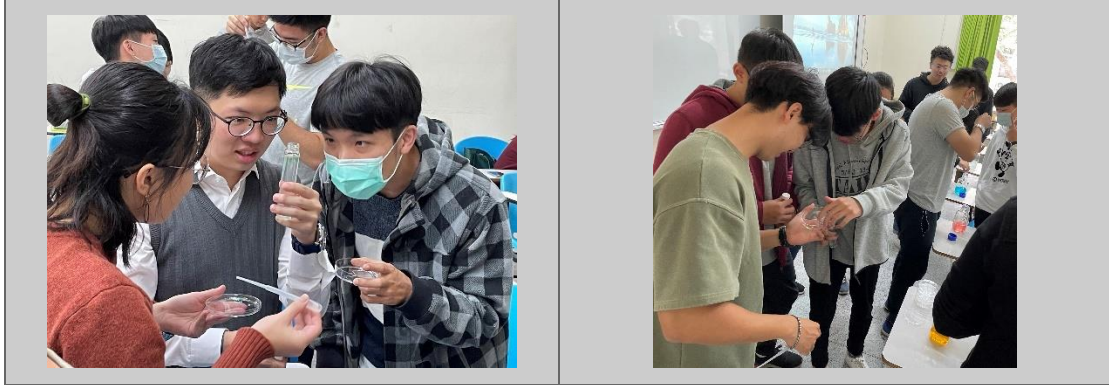


而列印出來的作品如下所示：



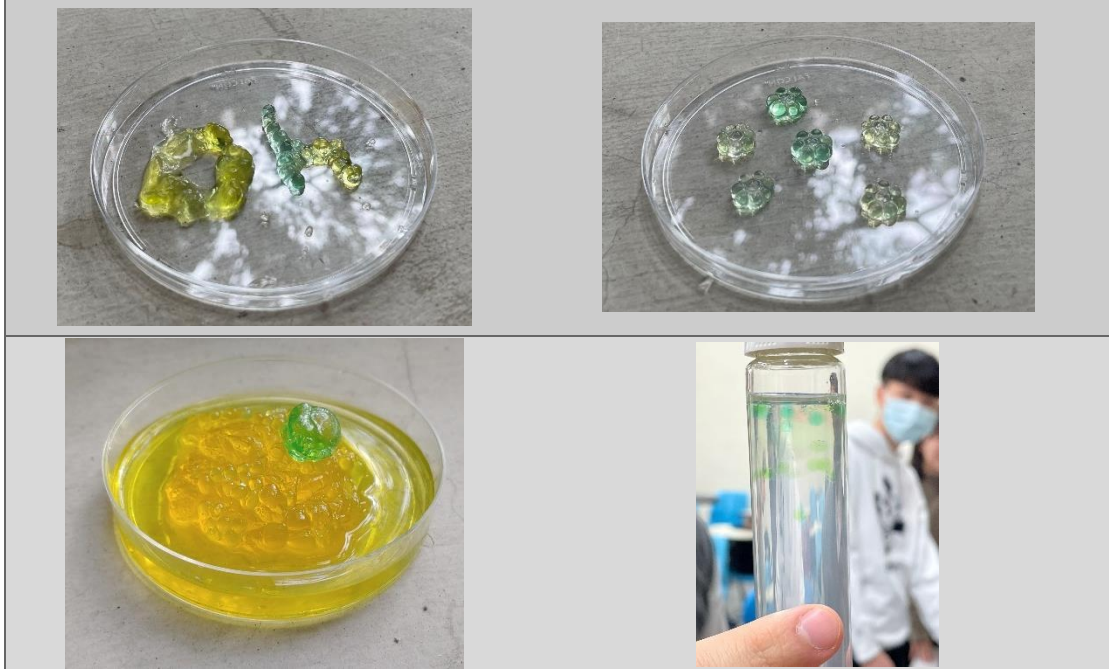
海藻酸鈉水膠製備實驗的過程如下：

海藻酸鈉水膠製備實驗過程



學生的作品如下：

海藻酸鈉水膠的製備



其他作品和實驗過程繁不及備載，所以並未一一列出。

七、教師教學反思與建議

學生普遍覺得課程比較有趣，許多學生給予非常正面之評價，當然也有少數學生只想要在課堂上睡覺，修涼課湊學分，而不喜歡真正學習。所以本人覺得整體而言本計畫對於學習成效大有提升。在建議部分，本人認為學校空間不足，缺乏真正的學生共用實驗室，經費也不足，無法參與成本較高的實驗。最後希望教育部與學校能給予多點資源，提升學習的品質，並且能夠提升畢業生的素質，並

且組隊參與各種競賽，最終能與國際競爭。

八、參考文獻

1. Hendel, S. J. & Young, E. R. Introduction to Electrochemistry and the Use of Electrochemistry to Synthesize and Evaluate Catalysts for Water Oxidation and Reduction. *J. Chem. Educ.* **93**, 1951–1956 (2016).
2. Yong, F., Zhu, Q., Zhang, G., Tao, G. & Qin, S. Simple and Economical Procedure to Assemble pH Glass Membrane Electrodes Used in Chemical Education. *J. Chem. Educ.* **96**, 1773–1777 (2019).
3. Weng, G. M., Li, C. Y. V. & Chan, K. Y. An Acid-Base Battery with Oxygen Electrodes: A Laboratory Demonstration of Electrochemical Power Sources. *J. Chem. Educ.* **96**, 1701–1706 (2019).
4. Cortés, M. T. *et al.* Bioinspired Polydopamine Synthesis and Its Electrochemical Characterization. *J. Chem. Educ.* **96**, 1250–1255 (2019).
5. Soong, R. *et al.* Rethinking a Timeless Titration Experimental Setup through Automation and Open-Source Robotic Technology: Making Titration Accessible for Students of All Abilities. *J. Chem. Educ.* **96**, 1497–1501 (2019).
6. Tan, S. Y., Hölttä-Otto, K. & Anariba, F. Development and Implementation of Design-Based Learning Opportunities for Students to Apply Electrochemical Principles in a Designette. *J. Chem. Educ.* **96**, 256–266 (2019).
7. Saxena, S. & Satsangee, S. P. Offering remotely triggered, real-time experiments in electrochemistry for distance learners. *J. Chem. Educ.* **91**, 368–373 (2014).