

**【附件三】 成果報告(系統端上傳 PDF 檔)**

**封面 Cover Page**

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：PEE1101123

學門專案分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

從自主學習，反向議題思考到奈米生醫材料實作訓練之翻轉材料工程科學教室  
(材料科學導論)

計畫主持人(Principal Investigator)：李宇翔

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中央大學

/生醫科學與工程學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：09/12/2022

從自主學習，反向議題思考到奈米生醫材料實作訓練之翻轉材料工程科學教室

## 一. 本文 Content (3-15 頁)

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

#### (1) 教學實踐研究計畫動機

材料為科技發展之本體。隨著科技發展日新月異，材料科學教育亦應隨之推廣與重視。材料的發展在我們日常生活周遭隨處可見，而在生醫領域方面，耳熟能詳的包含各式醫材，如人工關節，人工血管、支架、眼水晶體等，或是藥物如癌症標靶藥物載體，傷口敷料等，都在近年蓬勃發展，顯示材料相關商業價值與市場規模持續且快速成長中，相關人才需求亦逐年增加。然而，傳統材料科學課程內含複雜之理論，同時由於材料種類不同，各類物理化學性質以至於應用層面差異相當大，因此常造成學生因為學習不易而導致動機低落，學習成效不彰。本課程自 2017 年起於本系(生醫科學與工程系)開設，在過去 3 年(2017-2019)的經驗中，學生期中(64±2)與期末(56±2.7)平均考試成績均在及格邊緣。經由問卷與學生訪談意見中得知，學習上困難主要由於教科書/學科本身艱深不易理解，過去課堂講學方式亦無法對抽象的材料理論產生學習動機。基於材料本身是看得見，摸得著的物體，又與每個人生活息息相關，計畫主持人思考理當給予學生具體而又直觀的學習，才能使學生對於材料科學產生學習興趣。有鑑於此，本計畫設計開發一能提供有效師生互動，結合動靜態教學，以學生角度出發之創新教學方式預期能提升學生的學習成效。

#### (2) 教學實踐研究計畫主題及研究目的

基於之前問卷及訪談的結果得知，整體學生對於「材料科學與工程」一課主要學習障礙在於 3 大類：

- 1). 材料科學理論艱深不易理解。
- 2). 材料應用範圍極大，因此對於現階段材料科技發展雖然資訊多，但不易聚焦，導致學習記憶不深，不易引起持續學習之熱忱。
- 3). 對於高階材料，如奈米醫材，的實際製程及應用實務非常抽象，因此對於材料科技的發展沒有概念，間接影響學習興趣。

然而，當我們歸納釐清出學習困境之餘，對於教學方式的改變策略仍不甚明確，主要是因為不同學生對於該課程之學習心得不同，另外，學習是一個動態的過程，學習的動能亦會隨著過程中的知識交流回饋或成就感的累積而發生變化。因此，為幫助學生達成高效率材料科學學習的目的，本教學實踐計畫主題即針對上述現階段學生學習之困境提出具體改善之策略，並同時透過適當的方式，階段性的方法對同學學習能量進行逐步調查與分析，以具體量化研究以上三種困境對同學學習障的影響程度，以及困境造成後續不利影響的機轉。本計畫的研究結果將作為後續該課程設計的重要依據。本計畫的最終研究目的是設計規劃出最適合的教學策略，以達成持續推動材料科學教育之目標。

### 2. 研究問題 Research Question

#### ■ 學生在創新教學過程中學習能量的變化

- 當我們歸納釐清出學習困境之餘，對於教學方式的改變策略仍不甚明確，主要是因為不同學生對於該課程之學習心得不同。
- 學習是一個動態的過程，學習的動能亦會隨著過程中的知識交流回饋或成就感的累積而發生變化。

實踐創新教學 + 新教學法中研究探討學習能量變化:本計畫的最終研究目的是設計規劃出最適合的教學方式，針對學生學習之困境提出具體改善之策略以達成持續推動材料科學教育之

目標。研究結果將作為後續該課程設計的重要依據。

### 3. 研究設計與方法 Research Methodology

#### (1) 教學設計與規劃說明

本次教學實踐計畫 18 週課程設計分為 3 個階段：

**階段 1. 課堂講授：**第 1-8 週。此一階段由教師講授材料科學之基礎原理引領學生進入材料科學與工程學之殿堂。在這一階段改善教學成效將著重於自編講義之品質與加強課堂間師生之間之互動程度。有別於傳統生硬之理論講解，本階段將以漸進問題啟發式教學以帶領學生進入下一階段自主學習與議題探討。學生在第一周即得分組開始自學指定材料發展的現況與潛在發展困境以為下一階段學習做準備。**第 1-2 週完成第 1 次學生學習能量調查，第 8-9 週完成第 2 次學生學習能量調查**

週次	課程主題	內容【說明】
1	課程介紹 材料基礎結構與性質	期初課程說明 從原子與鍵結角度說明材料成型原理
2	金屬材料/生醫材料 性質與應用	完整介紹金屬材料之特性與其在生醫領域上的應用性。
3	陶瓷材料/生醫材料 性質與應用	完整介紹陶瓷材料之特性與其在生醫領域上的應用性。
4	高分子材料/生醫材料 性質與應用	完整介紹高分子材料之特性與其在生醫領域上的應用性。
5	複合生醫材料/性質與應用	完整介紹複合生醫材料之組成與應用性。
6	原子擴散原理	完整介紹原子於材料間移動之原理與型態。
7	相圖	完整介紹合金相圖之判讀與應用。
8	相變化	完整介紹合金相變化圖之判讀與應用。
9	期中考	----

**階段 2. 自主學習與分組議題討論：**第 10-13 週。此一階段規劃學生依之前分組就金屬，陶瓷，高分子與複合材料等 4 大類生醫材料，對“發展現況以及在發展困境”所自學結果作一小專題報告。本計畫在此階段進行翻轉教室教學，教師聆聽學生報告新知，並同時盡可能以學理解釋所提出之疑問，希望以此方式強化第一階段的基礎理論學習成效。**第 13-14 週完成第 3 次學生學習能量調查**

週次	課程主題	內容【說明】
10	金屬生醫材料 問題探討	分組學生就金屬生醫材料進行問題探討。
11	陶瓷生醫材料 問題探討	分組學生就陶瓷生醫材料進行問題探討。
12	高分子生醫材料 問題探討	分組學生就高分子生醫材料作問題探討。
13	複合生醫材料 問題探討	分組學生就複合生醫材料作問題探討。

**階段 3. 實作練習：**第 14-17 週。此一階段以奈米藥物載體與水凝膠生醫材料為標的，規劃學生以從見習實驗操作以致親自動手實作。對於認識該類奈米材料，我們分別以 4 周時間分別帶領學生就 1) 製作與保存，2) 性質測量與分析以及 3) 材料應用等三方面進行學習探討。希望以此方式強化第一階段的基礎理論學習並深化學生對奈米材料的基本認識。

週次	課程主題	內容【說明】
14	實驗見習/奈米粒子製備與保存	助教於實驗室示範並講解奈米粒子之製作，保存，性質測量與應用。
15	實驗課/奈米粒子性質測量與分析	學生於實驗室測量第 14 周製作出的奈米粒子物理化學性質。

16	實驗見習/水凝膠傷口敷材製備與保存	助教於實驗室示範並講解醫用水凝膠之製作，保存，性質測量與應用。
17	實驗課/水凝膠傷口敷材性質測量與分析	學生於實驗室測量第 16 周製作出的水凝膠物理化學性質。

第 17-18 週完成第 4 次學生學習能量調查。

第 18 週進行期末考最為評估學生學習成效之依據之一。

➤ 整體課程與研究規劃表：

週次	課程主題	內容【說明】
1	階段 1. 課堂講授	第 1-2 週完成第 1 次學生學習能量調查 (訪談回饋/0-100 分)
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9	期中考	第 8-9 週完成第 2 次學生學習能量調查 (訪談回饋/0-100 分)
10	階段 2. 自主學習與分組議題討論 分組學生就金屬(10)/陶瓷(11)/高分子(12)/複合(13)生醫材料進行問題探討。	第 13-14 週完成第 3 次學生學習能量調查 (訪談回饋/0-100 分)
11		
12		
13		
14	階段 3. 實作練習 分組學生就奈米藥物載體/水凝膠生醫材料進行實作練習。	第 17-18 週完成第 4 次學生學習能量調查 (訪談回饋/0-100 分)
15		
16		
17		
18	期末報告	

學生成績將以 4 個方面進行評分：

(1)分組問題報告 15%，(2)期中考: 15%，(3)實驗成果書面報告: 30%，(4)期末考: 30%，(5)出席率/學習態度: 10%。

## (2) 研究方法與實施步驟說明

為研究學生於材料科學課堂學習動能的變化，本計畫於學期中各階段共安排 4 次對全部修課學生，進行訪談如圖 2，並於訪談後填寫該階段之問卷並給予分數(0-100 分)。我們設定 60 分



為及格、即學生對該階段學習成效滿意之分數，而根據比較：

- 第 1 次學生學習能量調查：分數 A
- 第 2 次學生學習能量調查：分數 B
- 第 3 次學生學習能量調查：分數 C
- 第 4 次學生學習能量調查：分數 D

➤ 針對每一位學生，我們將針對 A-D 製作並分析個人之學習能量曲線：

- A vs. B: 課堂教授之學習能量變化
- B vs. C: 自主學習課程之學習能量變化
- C vs. D: 實作學習之學習能量變化

- 除 A-D 分析分數變化外，我們亦考量期絕對分數(即是否有超過 60 分)來評估各階段課程設計之絕對成效。
- 個人 A-D 分數與期末考成績將透過邏輯分析進行詮釋。
- 整體 A-D 變化將作為後續各階段課程設計之比例調整之依據。
- 與之前期末考(106, 107, 108 年度)平均成績比較可作為本次課程設計優劣之參考，但不會作為絕對指標。分數比較將利用 Student's *t*-test 分析以  $P < 0.05$  作為顯著差異指標。
- 最終本次教學實踐研究成果將合併群體學習能量曲線變化與期末考平均成績作一邏輯分析以評估創新研究教學之成效。

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

##### (1) 2 部教學影片(實作預習影片)

## 奈米藥物載體之製作：



## 水凝膠生醫材料之製作：

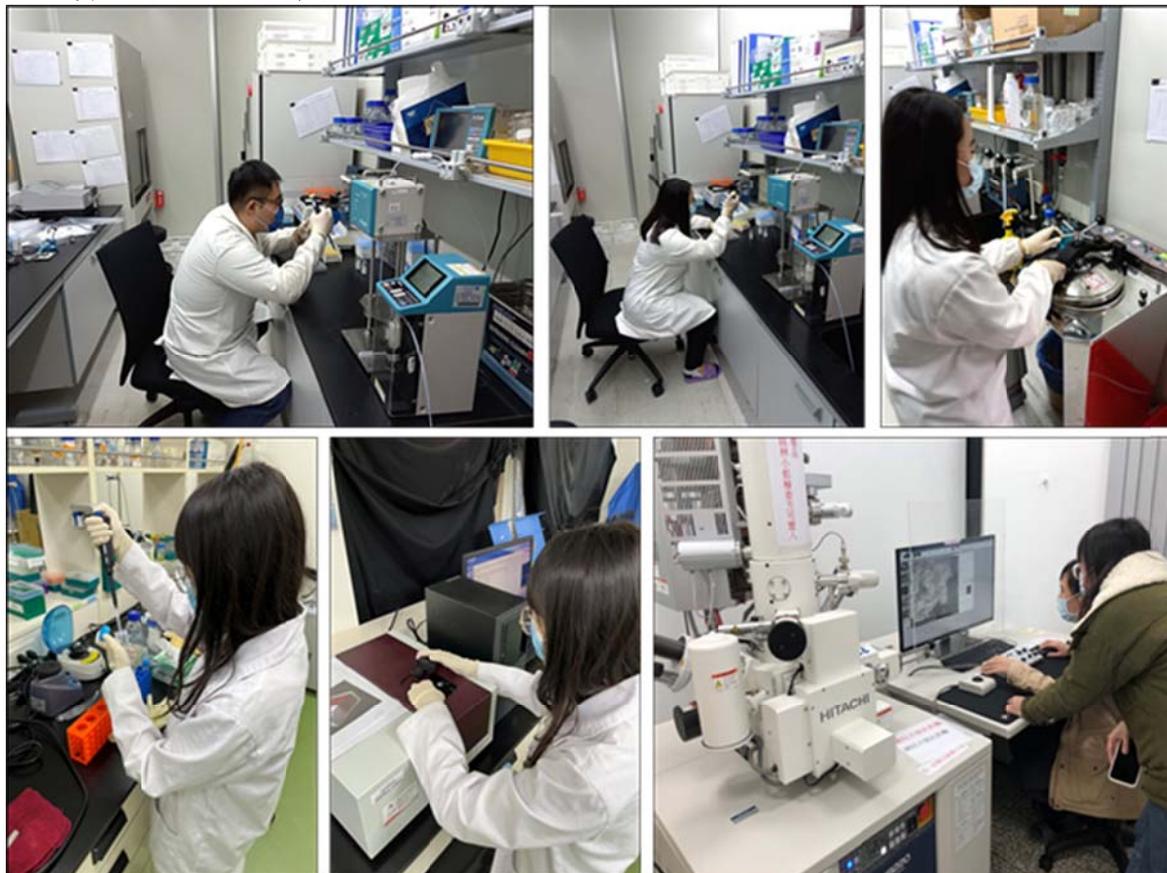


## (2) 教學過程與成果

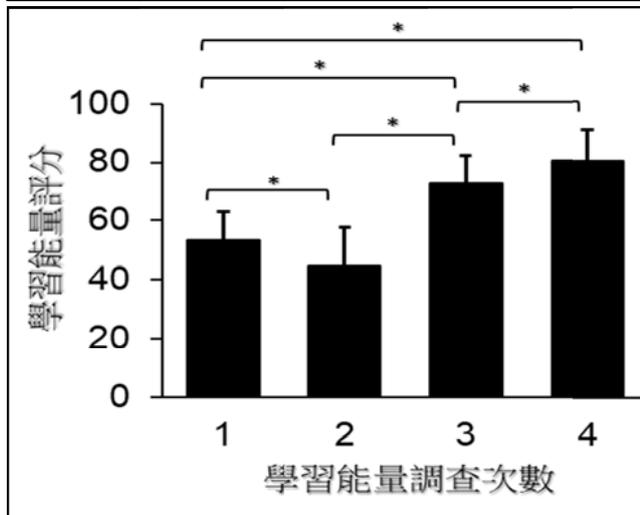
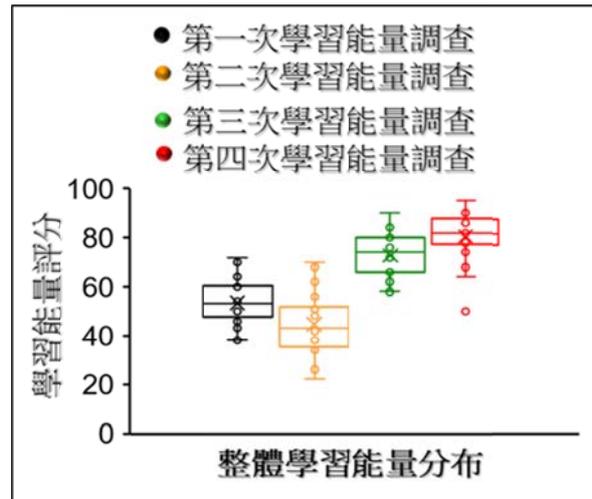
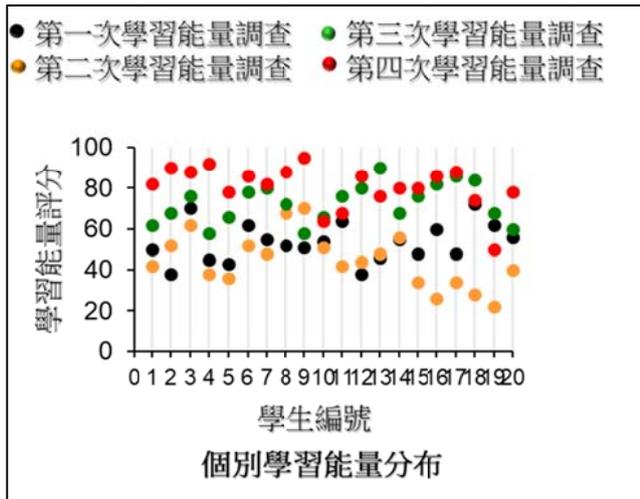
### ■ 自主學習與分組議題討論 課程剪影



### ■ 實作練習 課程剪影



## ■ 學習能量分析



從學習動能量化數據分析中我們可以歸納出：

- [1] 傳統授課方式確實讓 70% 學生學習能量下降(● < ●)
- [2] 95% 學生對於翻轉教學能提升學習能量(● > ●)
- [3] 75% 學生對於實作教學能再次提升學習能量(● > ●)
- [4] 各階段的平均學習能量分數均呈現顯著性差異( $P < 0.05$ )。
- [5] 翻轉教學與實作教學提升了整體學生學習能量。

### (3) 教師教學反思

本計畫實施課程「材料科學導論」本就是一門生硬的課程，學生在抽象的理論中往往容易失去學習專注力而導致最後學習成效不彰。本計畫中我們運用不同的教學方式，確實達成提升學生學習動能的效果，全班學習期末成績平均分數 $>80$ 分，明顯的較往年來的高，也直接反映了教學成效。由此，非常感謝教育部支持本次「教學實踐研究計畫」以使相對生硬枯燥的「材料科學導論」課程能獲得翻轉教學與實作練習的機會。本次計畫之研究結果將會作為未來該課程設計的重要依據。本人非常肯定教育部「教學實踐研究計畫」對於提升教學效能的功能與貢獻。

### (4) 學生學習回饋

經由 4 次訪談結果，我們得到超過 8 成的學生對於分組討論與實作授課的肯定，有將近 4 成學生希望能擴大實作授課的週數與議題。未來我們將視助教人力與經費資源的數量適當調整授課方式以提升本課程的教學成效。

## 5. 建議與省思 Recommendations and Reflections

- [1] 自評：本期計畫適逢新冠肺炎全球肆虐，然本計畫執行單位仍不畏困難，勉與達成創新教學之原訂計畫，實屬不易。
- [2] 建議：
  1. 建議提高計畫經費以更利於豐富計畫執行的內容。
  2. 建議計畫審核/控管單位能安排計畫內「課程屬性類似」的主持人能交流分享之機會，以教學/互相觀摩相長。

## 二. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

### [1] 本研究參與者招募方式及告知同意書

**國立中央大學研究參與者招募方式及告知同意書**

研究計畫名稱：本專校院教學實踐研究計畫  
 中文：從自主學習、反向議題思考到奈米生醫材料實作訓練之翻轉材料工程科學教室  
 英文：The Flipped Classroom of Materials Science & Engineering: Education from the Self Learning, Reverse Issue Discussion to Practical Fabrication of Nano-Biomedical Materials  
 研究計畫執行機構：生醫科學與工程學系  
 研究主持人：李宇翔 職稱：教授  
 研究計畫聯絡人：李宇翔 E-mail：yuhsian@ncu.edu.tw 電話：#27755  
 研究經費補助/贊助單位：教習部

**■研究目的：**  
 材料為科技發展之本體，隨著科技發展日新月異，材料科學教育亦應隨之推廣與重視。材料的發展在我們日常生活週遭隨處可見，而在生醫領域方面，耳熟能詳的包含各式醫材，如人工關節，人工血管、支架、眼水晶體等，或是藥物如癌症標靶藥物載體，傷口敷料等，都在近年蓬勃發展，顯示材料相關商業價值與市場規模持續且快速成長中，相關人才需求亦逐年增加。然而，傳統材料科學課程內含複雜之理論，同時由於材料種類不同，各類物理化學性質以至於應用層面差異相當大，因此造成學生因為學習不易而導致動機低落，學習成效不彰。經由問卷與學生訪談意見中得知，學習上困難主要由於教科書/學科本身艱深不易理解，過去課堂講學方式亦無法對抽象的材料理論產生學習動機。為了提升學生對於「材料科學導論」課程學習的成效，設計結合了理論教學、學生翻轉教學以及實驗教學之創新教學方法，並探索學生在課程各個階段的學習動機變化與成效。

**■為何邀請您參與？**  
 在此計畫中，我們將結合理論與實務二面向進行教學，理論課程介紹材料的基本物、化學性質、材料分析方法、儀器原理，以至於到生醫應用等，再以學生自主問題發覺進行翻轉教學來強化學生對材料知識的理解。而在實作課程上，我們將以奈米藥物載體材料作為體驗標的，安排實作課程，帶領學生從材料合成、性質分析，以至於應用，讓學生具體認識一種奈米材料，並以此激發學生對材料科學之學習興趣。為了解學生學習成效，我們將需要學生對教學內容之反饋以進行該翻轉教學法之分析探討。

**■研究活動**  
 學生學習動機變化調查  
 (一) 時間及地點：  
 第 1 週 / 研究中心二期 R3-112  
 第 8 週 / 研究中心二期 R3-112  
 第 12 週 / 研究中心二期 R3-112  
 第 17 週 / 研究中心二期 R3-112

(二) 參與方式：  
 訪談及問卷填寫

**■研究參與者招募方式**  
 研究參與者：參與者為本課程(材料科學導論 / BM3006)修課之所有學生。  
 招募方式：期初課堂詢問意願。

**■可能承受的風險及因應的措施**  
 無

**■研究補償**  
 無

**■研究資料之保存期限及運用規劃？**  
 1. 您所提供的個人資料，我們將輸入電腦且編碼後，妥善保存在設有密碼的硬碟或電腦裡，且於本研究計畫執行結束後三年刪除銷毀，並只使用在本研究，絕不另作其他用途。  
 2. 未來研究成果呈現時，您的真實姓名及個人資料將不會出現在報告上；如果您有興趣瞭解研究結果，完成研究後，可提供您摘要報告。

**■您可自由決定參與及退出**  
 過程中，若您感到不舒服，想要暫停或退出研究，我們會完全尊重您的意願。先前已蒐集之資料將無條件銷毀或歸還。即使研究結束，有任何問題，都歡迎聯絡我們。

**■申請專利或商業應用的利益分配**  
 本教學研究計畫無衍生任何商業應用。

**■雙方簽名欄位**  
**研究參與者簽署欄：**  
 錄音 (或錄影)：  同意-錄音 (或錄影)  不同意-錄音 (或錄影)

簽名：\_\_\_\_\_ 日期：110年9月17日

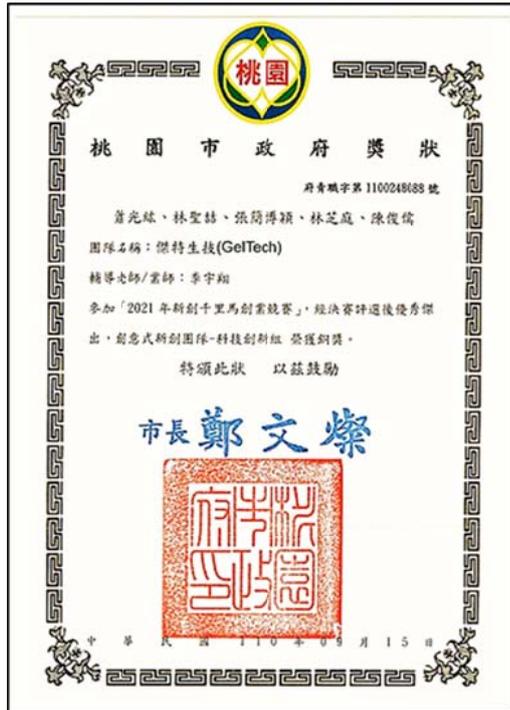
**研究團體簽署欄：**  
**■本同意書一式兩份，將由雙方各自留存，以利日後聯繫**

計畫主持人簽名：李宇翔 日期：110年9月17日

### [2] 2021 台灣醫療科技展見習暨各項企業參訪活動剪影



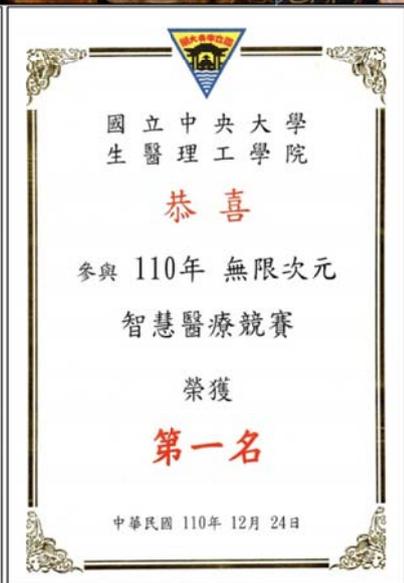
[3] 2021 千里馬創業競賽



- 2021 年新創千里馬創業競賽(09/2021):報名 1 隊，創意式新創團隊-科技創新組，**榮獲銅獎**。

[4] 2021 無限次元醫療器材設計競賽 活動剪影

- 110 年度無限次元智慧醫療競賽(12/2021):報名 1 小隊，**榮獲第 1 名**



[5] 醫材企業實習訪視剪影(03/2022)



**普瑞博生科技股份有限公司**  
實習證明

茲證明 國立中央大學生物醫學與工程學系 曾上昇 同學於111年1月至3月期間至本公司參與「110學年度科學園地人才培育計畫-醫材生醫材料企業實習課程-加強設計與過程測試」實習期間共計240小時，特發給實習證書。

此 證

普瑞博生科技股份有限公司

中華民國111年3月16日

**普瑞博生科技股份有限公司**  
實習證明

茲證明 國立中央大學生物醫學與工程學系 劉明騰 同學於111年1月至3月期間至本公司參與「110學年度科學園地人才培育計畫-醫材生醫材料企業實習課程-加強設計與過程測試」實習期間共計240小時，特發給實習證書。

此 證

普瑞博生科技股份有限公司

中華民國111年3月16日

**普瑞博生科技股份有限公司**  
實習證明

茲證明 國立中央大學生物醫學與工程學系 李奕慶 同學於111年1月至3月期間至本公司參與「110學年度科學園地人才培育計畫-醫材生醫材料企業實習課程-加強設計與過程測試」實習期間共計240小時，特發給實習證書。

此 證

普瑞博生科技股份有限公司

中華民國111年3月16日