

## 【附件三】成果報告

### 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 : PSK1110199

學門專案分類/Division : [專案]技術實作

計畫年度 : 111 年度一年期 110 年度多年期

執行期間/Funding Period : 2022-08-01 ~ 2023-07-31

以協同教學模式讓機械加工融入文化創意跨領域之行動研究-以木雕文創課程為例/  
An Action Research on Integrating Machining into Cross-disciplinary Cultural and Creative Products through a Collaborative Teaching Model - Taking the course of Cultural and Creative Product: Woodcarving as an example

電腦輔助製造與實務/ Computer Aided Manufacturing and Practice

計畫主持人(Principal Investigator) : 湯耀期

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 國立臺灣海洋大學/系統工程暨造船學系

成果報告公開日期 : 立即公開 延後公開 (統一於 2025 年 7 月 31 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date) : 2023 年 09 月 20 日

# 計畫名稱:以協同教學模式讓機械加工融入文化創意跨領域之行動研究-以木雕文創課程為例

## 一. 本文 Content

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

#### (1) 研究動機

電腦輔助製造(CAM)在精密機械的應用上非常廣泛，舉凡最新的五軸加工機、車銑複合機或三軸的綜合加工機等，過去在機械相關科系都是教授以使用在大型與量產型的模具開發為主要。但對於實作課程礙於設備的經費與材料的問題，往往較難達到訓練操作與設計的要求，讓學生在學習上產生較大的產學落差。近年來教授 CNC 加工的課程，已經從大型化機械中發展出許多小型化商品如雕銑機或木雕機等，而且因應這類機器的產生，許多學習的對象就不在侷限在以機械工程背景的學生為主體。因此本計畫希望能讓非科大但為理工程背景的一般大學的學生也能夠學習機械加工的技術，跨入木雕的文創產業，並且透過專題導向的學習模式，引導其對實作課程的興趣與創意的靈感。一般大學背景的學生相較於其他科大學生的缺點，就是對於機械的操作相對較為陌生，因此讓其學習實作型機械工具來製作產品，就必須提起學習興趣，但創作的思考面相不應被侷限，降低了創作與設計的能力，甚為可惜。

實作型的課程最大的問題在於制式化的學習與教授，本人過去的教學模式也是以固定的操作型題目，讓學生一個階段接續一個階段完成作品，這樣的學習過程容易產生以下三種教學現場須面對的課題，第一、學生缺少自我思考的機會，第二、教學的過程容易產生枯燥感與降低教學熱誠，第三、局限了部分學生的學習興趣。因此想藉由這樣的行動研究來嘗試跳脫這樣的教學模式，所以本計畫希望將機械操作課程融入文化創意的學習圖像，不在只以傳統式的固定題目來練習，而是以木雕創作為藍本，運用雕銑機的操作學習，在真實情境中，進行專題式導向學習，從主題選定、報告、展演、操作、創作等連結，改變與過去不同的學習模式，使用相同的工具卻能得到跨領域的學習成果，活化學生的學習興趣。

學習場域的實現對於實作課程有著關鍵性的角色，因此除了爭取教學研究計畫經費外，也將適時地將個人的實驗室，做系統性的規劃與資源整合的投入。目前將規劃購入小型的雕銑機械外，也搭配 CAM 軟體的建置，以及實驗室的部分空間場域作為教學使用。結合業師的資源與協同教學，配合課程與地方產業連結，並逐步實踐學生對學習的興趣。

#### (2) 研究目的

機械為工業之母，代表著國家的競爭力，而精密機械為其領頭羊，最主要的代表為工具機產業。舉凡傳統的汽車、航太業、交通運輸業、生醫、光電半導體業、及國防工業等都需要以精密機械做為發展的基石。其中台灣的大台中地區為工具機業的重要產業聚落，上、中、下游整合完整，近年來木工業也成為另一新興的次產業，因此帶動了許多精密機械積極的投入木雕的文創產業，開啟另一種的應用層次。國立臺北科技大學於 2014 年在豐原成立「豐園北科大木創中心」(簡稱木創中心)，北科大也成立相關的家具木工的產學課程，藉由成熟的木工機設備，針對設計、機械或木工背景的學生，系統化培養，著重木工機械具使用、操作與設計，讓學生具有投入木工機產業的環境，這意味著當相關木工設備的量產後，且購入成本較為合理時，也能讓學生有機

會接觸這樣實作練習的機會，而不在只是聚焦於金屬的高成本機械加工，因此在可預見的未來，對這樣的人才需求將是與日俱增。所以本計畫想導入目前小型的木雕加工機，讓具工程背景的本校學生，能跨領域的學習到木藝產業。綜合以上所述，希望透過專題式導向與跨領域的學習方法，讓學生在小型木雕課程中，達到自我創作的目的，藉由作技能的操作完成作品的行動研究。其次，針對課程的內容讓具有實務經驗的業師扮演另一種協同教學的角色，讓這種跨領域學習課程之實施，能與在地的文創產業結合。而本研究的主要目分述如下：

- A. 期望讓學生以精密機械的專業知識當作工具，融入木雕的文創思維，提升學生的學習興趣，進而完成創意設計作品的能力。
- B. 利用專題導向學習的方法，引導以木雕為主題的課程設計之教學活動，呈現出不同以往的成果作品。
- C. 藉由校外參觀活動，了解木雕產業聚落，激發學生創作靈感，讓課程走出校外。
- D. 透過業師參與行動研究，教導產業應用的廣度，並同時進行成績評量，從過程平分到成果展現，以不同角度，達到多元的學習成就與評量。
- E. 讓教學的過程中，能夠讓學生與教師都能同時成長，增進教學動能，提升教學成效。

## 2. 研究問題 Research Question

過去這幾年來的教學過程中，發現學用落差與實作應用在教學場域中，是操作型課程面臨的最大挑戰。學生最常發問的問題就是『我面對機械操作沒興趣』、『學會這些加工技術以後能做甚麼？』、『金屬加工都是冷冰冰的，而且都是要求直直角角的？』、『公差要多少，直角度要多少，精度要多少，一點誤差都不行？』。這些聲音常常在耳邊圍繞著，而一層不變的答案就是以後從事機械業你一定會用的到，是你未來賺錢的好幫手。但這幾年來卻漸漸思考出這樣的答案確實制式也太八股的想法，因此本計畫想試著將課程做跨領域的延伸。在教學上就有了新的發想，也就是將生硬的機械操作，轉化到文創產業上的創作學習，以木頭為素材，作品都是生活上常用的小東西。不僅擺脫過去金屬的東西，更激起學生的學習興趣，一樣可以達到對於機械加工技術概念的傳遞。

當然為了增強對於木刻作品的靈感，課程的安排上將參觀相關的木雕創作如豐原的木雕博物館等。除此之外，也尋找相關專業的業師扮演協同教學的角色，強化課程融入課堂與場域的教學。一般大學無法像科技大學的學生一樣能有較多機會接觸實作的課程，因此除了課程的設計外，也將利用計畫添購相關的操作設備，讓學生能『學』也能『用』。而課程中的評量方面，將採用重視創作的思維為出發點，結合老師與業師對學生的『過程』評分而不是『結果』評分，也就是將作品的成果透過課餘與業師的視訊，或老師的討論，決定學生的部份成績，最後也以成果發表的方式進行總結，在加上同學互評達到多元成績評量的目的。

本教學實踐研究計畫主要在於實作課程的技能教學，將使用專題導向學習的教學方法，讓機械工程背景的學生對於實務操作的課程引發學習興趣。目前學生對於「電腦輔助製造與實務」這門課程，最缺乏學習動機的原因歸納以下幾點：(1)學用落差，對於學習成果局限於較生硬之金屬成品、(2)制式化的學習，給予傳統的固定式加工成品，缺乏學生的自主性與創作性、(3)學習靈感不足，缺乏外界刺激與引導，導致學習意願不高、(4)操作空間與場域不足，造成學習空窗、(5)缺乏跨領域的學習視野，導致學習動能不足。基於綜合以上所述，本教學研究計畫的研究問題，將以木雕課程為主題，讓學生應用機械加工的操作基礎能力，設計出木作的相關作品，並結合業師的協同教學與產業聚落的參觀，提高學生的學習興趣，讓學生做跨領域的學習且可以增加實作課程的廣度。實作性的課程，著重在動手做的要素，如果能讓學生能夠從設計到成品輸出，也就是從

無到有的歷程，並試圖的解決過程的難題，將學習將充滿著許多學習的樂趣。

### 3. 文獻探討 Literature Review

#### (1) CAM 實務探討

在探討 CAM 之前必須先就電腦輔助設計(CAD)進行瞭解，CAD(Computer Aided Design) 誕生於二十世紀 60 年代，是美國麻省理工學院提出的交互式圖形學的研究計劃，而當時主要應用於美國通用汽車公司和美國波音航空公司使用自行開發的交互式繪圖系統(<https://kknews.cc/zh-tw/tech/ljo4v2e.html>)，後來隨著 PC 的快速發展，電腦計算速度加快對於繪圖軟體的演進亦產生極大助益，因此有了成熟的電腦輔助設計的工具，進一步催生了 CAM 的技術價值。CAM( Computer Aided Manufacturing ) 的核心是計算機數值控制(簡稱數控)的加工程式，經過一系列的程序編輯成程式碼，對素材進行一系列的加工，完成所需之加工品的過程。所使用的加工機械稱為工具機，目前台灣工具機產值全球占比，已由目前的 4.7% 拉升至 8% 以上，(台灣工具機暨零組件公會，2021 工具機產業白皮書)，代表著台灣對於工具機產業的完整且具有競爭力。因此 CAM 的應用更勝以往舉凡飛機、汽車、機械製造業、家用電器和電子產品製造業及木工業等都已大量使用，CAD/CAM 技術是改造傳統模具生產方式的關鍵技術，讓工程技術人員能藉由這樣的技術對產品、模具結構、成型工藝、數控加工及成本進行設計和優化。所以 CAM 的加工技術對於學生的技能學習有其重要性與未來性。

#### (2) CAM 的教學成效

電腦輔助製造的實作技能養成，大概可以分成兩個階段，第一階段為設計階段：對於開發產品的認知與觀察，進而利用繪圖工具達到設計的目的。第二階段為產品產出階段：有了設計的發想後，如何做出來，是非常關鍵的一部分，此階段即需要輔助製造系統與工具機械的介入，強調技能實作與學習的重要性。在一份針對技術型高中機械科學生學習電腦輔助製造實習課程的學習研究中發現(卓佑霖,2020)，學生對於學習電腦輔助製造實習課程的學習動機與學習滿意度會呈高度正相關的發展，因此提升學生的學習動機，也就能提升學習的滿意度，所以動機的引發就格外重要。而實作課程的評量方式對於學習成效也需要進一步的探討，曾經以技職校院學生對電腦輔助製造的課程學習成效研究發現，在使用不同評量方式的研究中(柯明家,2007)，以一般測驗評量與漸進提示評量的方式分組評量，發現漸進提示評量組的受試學生，顯著高於一般測驗評量組的受試學生，另外在學習態度上，以漸進提示的學習態度往正面增長，而一般測驗評量組受試學生的學習態度反而往負面增長。這代表著多元評量的方式相較於傳統的測驗方式，能夠讓學生在學習的態度上能夠更為積極。

#### (3) 木工雕刻之跨領域學習

科技的發達造就許多工具發展的進步，雖然學習的領域有所不同，但是應用的領域卻變得更加多元。站在產業的角度，相對地對人才的需求也變得要更為多元。因此如果能在具有某方面的知識背景下，能夠做到跨領域的學習，不僅僅能厚植自己的實力亦能增加自己學習的廣度。因此跨領域的教學則日漸受到重視，過去對於跨領域的實踐教學與研究，實已進行許多的研究與探討，也提出相當多的論述如美國率先提出以 STEM 教育對科學、技術、工程及數學跨領域整合的教育學習研究 (Margot, K. C., and Kettler, T., 2019)；另外陳美如、雷嗣汶(2019)在跨領域學習:創新課程發展關鍵元素文章中，認為跨領域的學習，並非原領域的專業知識不重要，而是將本身的專業做為跨領域學習的基礎，透過實作，應用在不同領域，在該過程中，可以達到各領域知識的統整為精神。另外鍾秋嬌(2017) 提出將課程教學與學習的對象延伸至校外場域並連結外部的資源，並透過專題導向學習(Project-Based Learning)的方式，讓學習工藝搭配地方產業特色達到跨領域的

學習。若以機械工程背景的學生，能夠進入工業設計修習設計專長，非常適合在跨領域的學習過程達到整合(柯明家,2007)，機械工程背景的學生具有高度的實作技能但對於跨設計領域則明顯不足，因此如果可以發揮機械工程之專業，藉其過程將設計與機械兩領域整合，則可達到跨領域的學習目的。過去機械領域的學生，曾以雕刻機的智能系統，研製開發專屬 CAD/CAM 轉換之加工軟體，將雕刻蘆工藝品製造出來(李大瑞,2018)，從金屬的加工跨到工藝品的產生；也有利用 CAM 的 3D 雕刻及平面浮雕機械加工技術及搭配 3D 雷射雕刻機，應用在工藝品、生活用品及工業用品的咬花技術上(李偉誠,2019)。綜合以上的探討，本研究將讓機械工程背景的學生，利用 CAM 的實作技術，跨領域到木工的銑削，創作出木工雕刻的作品，除了增加學生的學習廣度外，也能達到跨領域的學習。

#### 4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

##### (1) 教學目標

- A. 培養學生對於電腦輔助設計(CAD)與製造(CAM)的具體概念；
- B. CNC 加工方法與操作技能觀念的建立與學習；
- C. 訓練學生對於 CAM 軟體的操作能力；
- D. 具備電腦輔助製造的實務能力，可應用於專題製作課程；
- E. 以分組方式，教導學生建立模組概念，透過業師協同教學，使學生了解產業需求；
- F. 讓機械背景學生，能夠跨領域學習，利用機械工具，應用到木雕產業，激起學習興趣。

##### (2) 教學方法

課堂上以實際案例教授 CAM 軟體的學習，並以教授之案例，實際以機械加工出來，熟悉操作技能。學生分組選定則以木雕作品為主題，從構思到實作到最後成果的展現，能以小組合作與展現與教師討論的方式進行。強調自我學習，結合外在場域，以校外參觀與業師的經驗分享，達到啟發作品的靈感。

##### (3) 成績考核方式

將分構思、設計、實作及成果發表四個階段，每個階段的分數採需有教師、業師、互評及自評等多元評量方式進行，每項成績的評分以四級分的方式評量，且須記錄優缺點之項目。

##### (4) 各週課程進度

本計畫將結合目前開設之電腦輔助製造與實務的課程，其教學進度將分為五大部份，依序為第 1~3 週以「CAM 軟體基礎教學」、第 4~6 週以熟悉「木雕機之技能操作」、第 7~9 週以「跟著業師學習與木雕文創靈感之校外參觀」為主、第 10~16 週以「主題選定、設計、實作與作品完成」為主題、第 17~18 週「成果發表與展示」之最後完成階段。五個部份在教學上進度的時間上，將以滾動式調整，依學生之學習成效與進度進行分配。各週之詳細執行內容與每週課程主題請參閱「授課計畫書」。

##### (5) 學習成效評量工具

配合各階段的課程進度，使用不同的教學評量工具，首先課程開始前，以問卷的方式瞭解學生對這門課程的印象作為調查，同樣的方式在課程結束後，在以問卷的方式做結尾，得知學生對於這門的學習成效。教學過程中前面的兩部分以個人操作成效為主，將以對話或口試的方式進行學習評估。作品完成前將以小組課堂報告的方式進行評量，其中包括執行過程的紀錄、同儕的互評紀錄、與教師級業師的互動紀錄等，主要以問卷與各階段的專題實作歷程，當作評量的工具。學生實作成果為所有各階段課程之成果之展現，最後安排以技術實作之成果展示並製作海報，安排於課程的最後兩週，進行成果發

表與講評。

#### (6) 實作場域與成果

課程教授共分課堂講授、實作現場、業師至校協同教學及校外體驗課程等四大場域，不在只有教師的傳統課堂講解，還有在校的實作場域及校外參觀的體驗課程，讓學校除了坐著學，也能做中學。前期課程與講師協同教學將以學校教室課堂為主題，中期將以操作課程為主將以實作之實習課程場域為主，此場域為校內實習場所，提供學生練習與產品製作基地，另外業界之參訪為校外參觀之學習場域，結合中部豐原木雕特色聚落，激發學生創作靈感。最後讓學生選定木雕作品主題進行成果產生，製作過程可與業師與教師互動討論，教師與業師除了技能之傳授外，也提供相關諮詢與啟發的角色，最後進行作品介紹其中包括特色、功能、巧思及創作過程中問題之解決等。

### 5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

#### (1) 研究設計說明

透過授課初期的相關問卷評量，瞭解學生對於本課程的瞭解、期待及基礎能力的背景狀況為起始行為，搭配課程結束後的相關問卷評量，檢視經過學習後，比較專業能力、學習興趣及產業的瞭解是否提升。資料收集的內容包含學生專題製作的過程紀錄、學習的問卷調查、各階段的評分紀錄、課程滿意度調查及成果作品的展示等。

將收集到相關問卷、專題過程中的評分紀錄等，進行統計分析與量化，找出相關重要的影響因子，瞭解學生的學習成效，作為提升實作課程的學習興趣，達到學生學用整合之教學目標。

#### (2) 執行方法與步驟

##### A. 研究架構

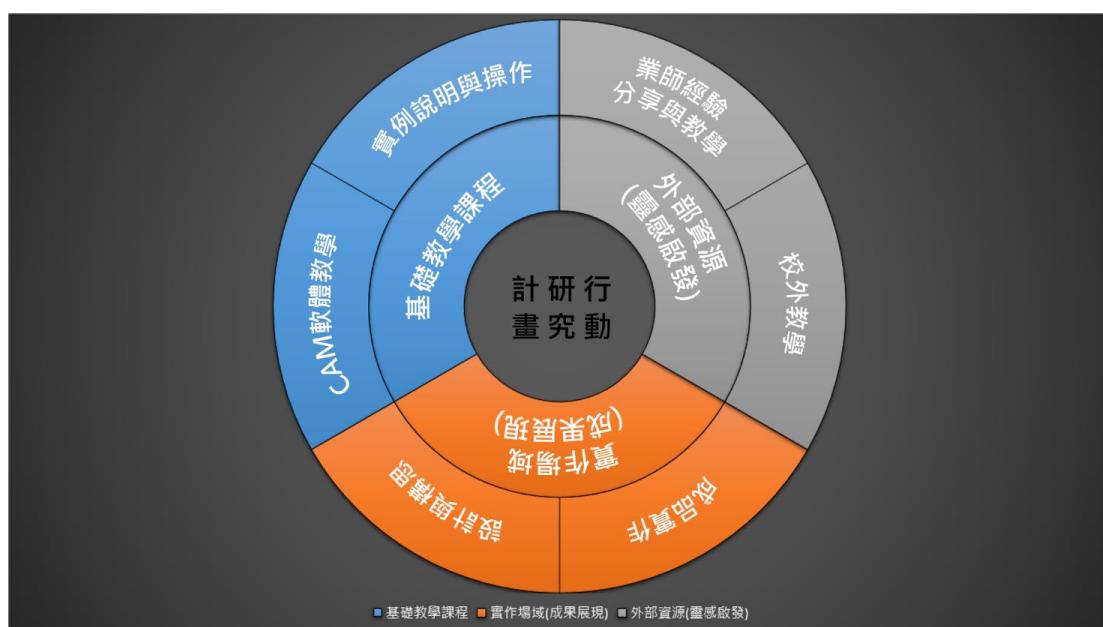


圖 1 研究架構圖

##### B. 研究對象與場域

參與本教學實驗研究的學生以系統工程暨造船學系四年級及碩士班的學生為主，每週 3 小時之系上選修課程，且具有平面繪圖、立體繪圖及工程視圖等相關基礎訓練的學生，將以課程初期與後期之評量與回饋，檢視學生之學習成效與學習興趣。資料收集之場域共分

三大部分：前期課程與講師協同教學將以學校教室課堂為主題，操作課程將部分將以實作之實習課程場域為主，另外業界之參訪為校外參觀之學習場域。

#### C. 研究範圍

本研究計畫之主要課程範疇為電腦輔助製造與實務，課程範圍主要分成兩個部份，由CAM基本加工軟體的操作與雕銑機的使用介紹開始、第二部分為作品的設計與製作為主，結合校外業師與產業參觀為輔。課程教材有則有自編教材、網路資料的收集及市售的參考書籍。教學資源教材整理與評量方式，則採用線上學習管理系統(TronClass)，方便同學取得相關實例作業、參考資料與課程安排，同時所有評量亦採用此系統進行。業師將安排至校協同教學課程，亦有產業的校外參觀課程。

#### D. 執行步驟

##### 針對課程與場域制訂四大實施計畫

###### 1. 傳統教室內之課程訓練：

基礎課程的訓練與準備，其內容包括CAM軟體教學、實例練習與模擬。

###### 2. 外部資源之應用：

業師協同教學及業師本身文創經驗傳承，產業參觀啟發創作與設計靈感。

###### 3. 實作場域：

專題製作歷程，從產品構思、設計、試作，至作品完成。

###### 4. 教室與實作場域：

成果發表與海報製作，學習將成果予以介紹與說明，以及創作的理念與價值。

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

### (1) 教學過程與成果

#### (A) 教學過程安排

本教學實踐研究計畫搭配111學年度第1學期所開設之【電腦輔助製造與實務】課程共18週之課程設計，課程進度表如附件一所示。課程內容包含學生對於CAD/CAM軟體的熟悉、木雕機械的瞭解與操作、校外參觀課程、業師協同教學、成品製作與發表等，並結合以分組討論與合作的模式完成作品，教學主要為本系的大四與研究所學生為實施對象，教學場域將以校內課堂、實習場所及校外場域為主題，以讓學生產生學習興趣。為了讓學生明確瞭解本計畫的目的與動機，於第一週上課時說明教學方式、多元評量方法及學期結束時所需呈現之專題作品。另外18週之課程需撰寫專題歷程記錄簿如附件二，藉由歷程的撰寫，可以詳實的記錄在執行技術實作過程所遭遇的問題、如何解決問題以及從規劃、構思到成果發表的歷程，作為學生針對此課程的學習歷程記錄。同時，也請學生填寫「以協同教學模式讓機械加工融入文化創意跨領域之行動研究-以木雕文創課程為例」研究參與者同意書以確認同學是否願意參與此教學實踐研究計畫。

教學成效方面將透過學期初課程問卷調查(如附件三)與學期末課程問卷調查(如附件四)，透過期初與期末的調查統計，針對學習此課程的內容進行統計，以瞭解與認知是否有進步，作為後續教師教學反思的參考。學期評量部分則採歷程紀錄簿之撰寫及作品發表時業師評量(如附件五)、老師評量及學生互評等多元評量方式，讓學生的成績是由平時慢慢累積方式達成，而非單一測驗所決定。

#### (B) 問卷調查分析

針對本教學實踐研究計畫設計出【電腦輔助製造與實務】的課程問卷調查表，本份

問卷共區分為五大部分進行整理，其中包含學生組成、修課原因調查、學習前後有關電腦輔助製造的基礎問題比較、木雕機實作課程的學習效果及專題實作的概念調查等，以下就五大部分之間卷結果進行分析與整理。

#### a. 學生組成與修習課程原因分析

本課程在學生組成方面，本系共分成四組不同專長的學生分別為造船組、結構組、流力組及機電組等，由圖 2 所示，可以明顯看出系上每個專長組別的學生都有參與此課程，這與當初課程的設計上有極高符合。因為這樣的實作課程當作一種建立論文研究時所需實驗元件的學習，可以視為一種運用的工具，也就是在碩士班實驗研究過程中若有需要時，可以藉由已學習之實做課程自行加工所需之小部品。適用於各領域的學生學習，同時可在加入自己專長的元素，激盪出許多不同有趣的作品。

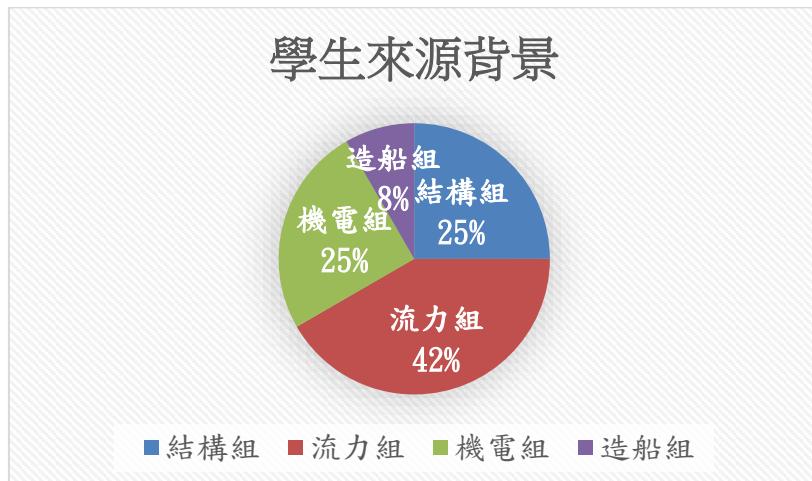


圖 2 本課程學生來源調查

本課程搭配教學研究計畫及電腦輔助製造與實務課程，因此首先藉由問卷瞭解對於這個課程的學習動機如何，做為未來課程進行的參考。由圖 3 的分析結果，可以發現有興趣的同學約佔 50%，這樣的結果對於課程的設計將更為重要，讓這群有所期待的同學，更能有所收穫。

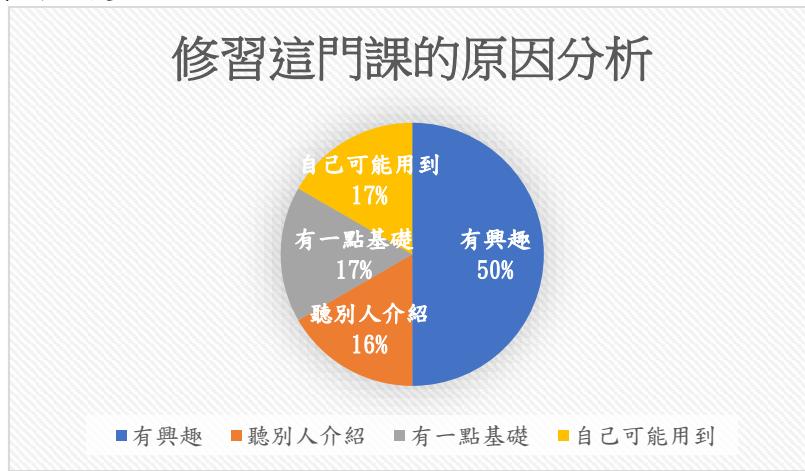


圖 3 修習課程原因分析

#### b. 電腦輔助製造基礎問題調查結果

本計畫為瞭解本課程學生在學習前與學習後，對於相關實作課程的學習效果，因此將問卷分成期初學習前的認知，與學習後的瞭解進行比較。本問卷採取 5 等級的問卷勾選，分為非常不瞭解(非常不熟悉)、不瞭解(不熟悉)、普通、瞭解(熟悉)及非常瞭解(非

常熟悉)等。為了讓問卷結果較為容易解讀與比較，因此將結果量化如表 1 所示，並以中位數代表該等級的量化分數，分數越高表示學生對該問卷的題目理解或熟悉度愈高。

如圖 4 所示，附件三及附件四中有詳列問卷設計的試題內容。其中將調查內容分作幾個部分進行問卷，在有關「電腦輔助製造與實習」課程內容熟悉度的提升部分，進行平均分析。由圖中可以觀察出，學生的學習成效與成果明顯的提升不少，在進一步分析發現尤其在對於 CAM 的熟悉程度差異最大。而差異相對較小的部分是對於機械製圖與 3D 繪圖軟體的提升，這表示在於當初修課的說明上，希望具有繪圖的基本能力。另一方面也可以觀察，雖然學生有此基礎，但學習後卻可又更明顯的提升其原本的技能，表示讓這群有此基礎的學生，能夠充分知道，這些知識如何應用到實作上，這樣的結果也達成教學實踐研究計畫在教學與學習上能夠有所提升之目的。

表 1 問卷等級量化指標

	非常不瞭解	不瞭解	普通	瞭解	非常瞭解
百分比	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
中位數	10	30	50	70	90

### 電腦輔助製造課程基礎問卷調查結果

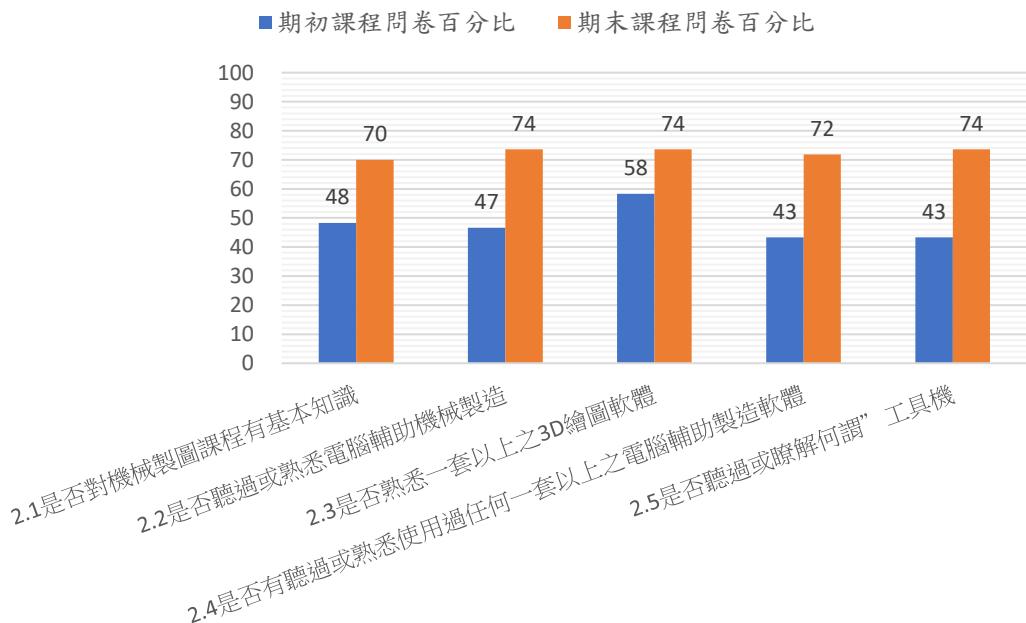


圖 4 學習前後有關電腦輔助製造的基礎問題調查結果

### c. 木雕課程基礎問題調查結果

「電腦輔助製造與實務」課程共分兩個部分，第一個部分為電腦輔助製造(CAM)的應用，第二部分是將設計與轉化的程式，利用木雕機進行加工與製作的實習過程。因此本小節針對木雕機的實機操作課程進行問卷調查。其結果如圖 5 所示，由圖中可以觀察出對於機器的操作、熟悉與瞭解都有很明顯的提升，尤其對於所謂指令式的操作機械提升的百分比更高，這表示透過課程可以將 CAM 的設計製造功能，充分的傳達到加工面的應用與結合，也就是可以將這過程中兩大主軸課程給予完整的學習。

## 木雕機課程基礎問卷調查結果

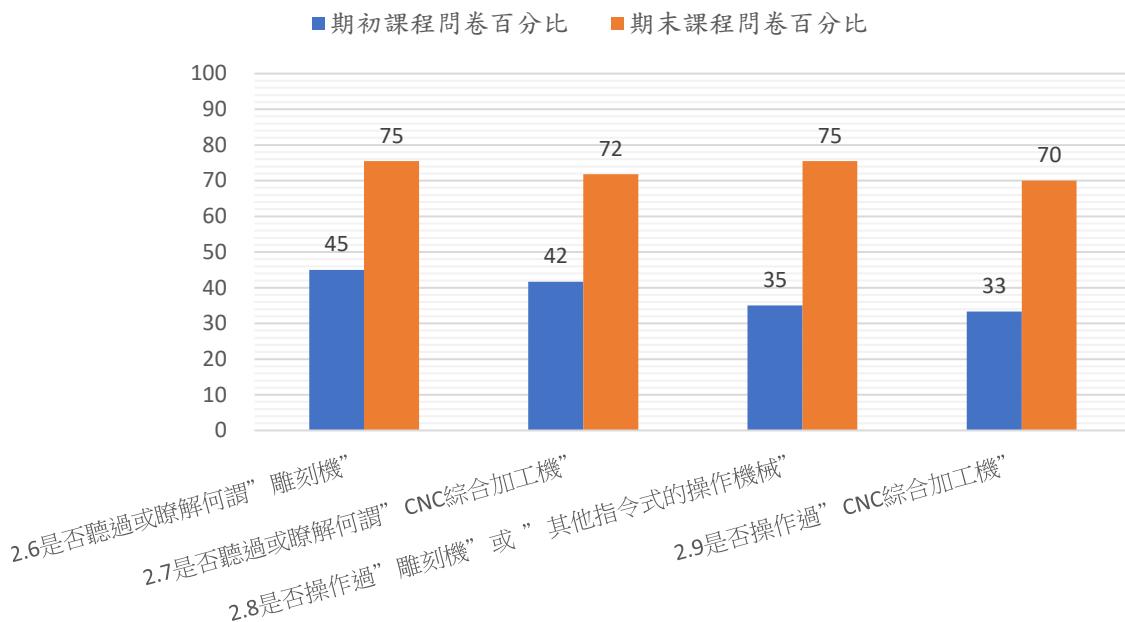


圖 5 木雕機實作課程的學習效果調查結果

### d. 實作專題製作概念

本小節在探討學生對於「專題製作課程」的瞭解與學習狀況，這課程最主要是希望透過分組學習與積極參與課程為主軸，讓學生能夠發揮團結的力量，在專題課程中扮演好自己的角色，讓團隊的戰力得以發揮。由圖 6 的問卷調查中可以發現，這樣的專題課程並無大幅度的提升其效果，究其原因主要有兩個部分：第一、學生的組成分子都來自於研究生，因此對於所謂的專題製作的概念往往優於一般的大學生，因此在成效上較無明顯的提升。第二：因課程校內實習課程場域與設備的限制，無法讓大量的學生修習此課程，並須在人數上作限制，因而有修課人數上限的規定。因此當分組製作時，每組人數都落在 1-3 人之間，所以對於學習分工合作的氛圍，較無法有明顯的感受。

### 專題實作課程概念問卷統計

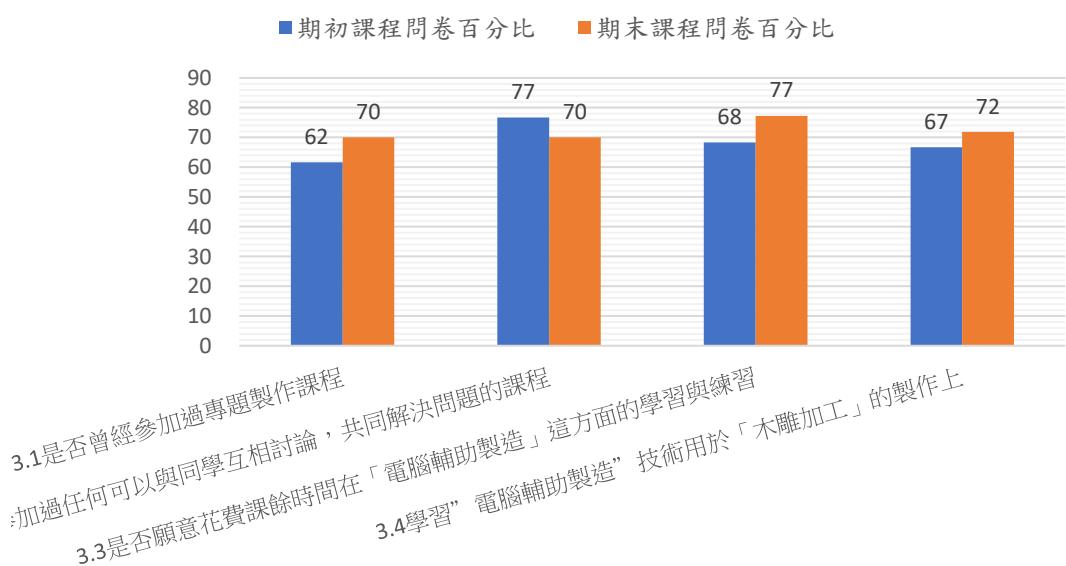


圖 6 專題實作的概念調查

### (C) 課程活動集錦

本課程主要在於學生的創作與思考為主，CAM 的工具教授，只占課程的一部分。在期中考後的課程規劃中，主要著重在產品構思、設計、試作，以及作品的完成為主體，在這個階段中有安排參訪行程、業師講座、及構思說明會等。最後除了善用現有課程學習外，實作課程自行使用機台的時間明顯不足，因此又多開放課後時段採預約的方式進行，並安排助教協助作品的製作，以提升實作的專業技術。如圖 7 為學生於課後進行專題製作討論與實作的練習過程。



圖 7 學生於校內實習場域實作活動集錦

### (D) 業師協同教學

為強化學生的學習效果，搭配業師的協同教學活動如圖 8 所示，業師除了技能的教授外，在整學期的活動中亦包含了，與學生的製作過程討論、評量的參與、參觀活動的協助等，讓學生能夠充分的與業界的結合學習，以提升學習效果。





圖 8 業師協同教學活動

#### (E) 戶外教學活動

為提升學生創作的靈感，特別安排至具有豐富木雕文創的豐原地區進行參訪課程，如圖 9 所示，藉由任陽公司安排並提供文創的基地與該公司的作品陳列區，同時更與該公司的同仁進行互動學習，讓這群學生在創作上能夠激發更多不同面向的作品，參觀行程中學生對於木雕的作品所瞭解的層次能夠在提升，有利於其成品的創作。



圖 9 學生校外教學參觀活動-豐原任陽公司參觀

## (F) 期末成果發表與評分

期末的成果發表為本課程非常重要的部分，各組學生將完成的作品，上台進行簡報如圖 10 所示，簡報的內容須含有製作的發想、問題的解決、實務上製作的修正、成品功能的介紹、工作的分工以及最後欲表達的意念等。透過以成果發表會的方式進行，學生將其創作的作品，能夠樂在其中的侃侃而談與分享，且能夠非常鉅細靡遺的說明自己的成果，從中可看出學生創作的樂趣。而評分的部分也有業師評分的加入，如圖 11 所示，其中亦有同學互評等多元的評量方式，期望透過業師的角度觀察，能夠給予學生相關創作上的建議、鼓勵與講評。



<b>圖 11 業師期末於學生期末成果發表之評分表</b>	

### (G) 專題歷程記錄

專題歷程紀錄是以組為單位，如附件二所示。透過歷程的紀錄，可以清楚的看到學生在學習過程中所遭遇的問題、解決問題的能力、創作發想的過程等，而記錄本也可以讓學生瞭解到紀錄創作過程的價值。作品的呈現是最終的結果，但果實的甜美，最重要的是過程中經驗的累積與紀錄最為可貴。

### (2) 教師教學反思

本教學實踐計畫依據先前探討所面臨的問題為制式化的學習與教授，固定的操作型題目，這樣的學習過程容易產生以下三種教學現場須面對的課題，第一、學生缺少自我思考的機會，第二、教學的過程容易產生枯燥感與降低教學熱誠，第三、局限了部分學生的學習興趣。因此本計畫的目的希望讓一般大學有工程背景的學生，透過有趣的機械加工課程規劃與跨領域的實作練習，減少實用落差。課程設計不以較為不易入門的金屬模具製成切入，而另以生活化的木雕文創領域作為入門的學習，最終讓學生能夠將技能應用到生活創意的產品上，經由本課程實作教學方式的改變，經由上述問卷的調查結果比較，很明顯的發現對於電腦輔助製造課程的概念與成果展現，在透過實作課程的有趣的實習中，都能有大幅度的提升，故可證明此種專題式的教學方式，能讓學生做中學，學中做且更樂意學習，能夠獲得學習的成就感，有助於改善學生的學習現況。當然教學課程，安排上只有 3 節課，但實際上因操作型實習課的時間需求量往往超過此安排時間的投入。因此需透過課後的安排，讓學生利用課餘時間預約實習場域的使用，由登記時的熱絡程度，以及須加開夜間場次來滿足學生練習的需求，不難看出學生喜歡實作的興趣。從另一個面向觀察到，當學生進入實習場域練習時，一待就是 3 個小時以上的時間，常常可以聽到小組的討論聲、機器運轉的切削聲、試做不良的求救聲、還有時間很快就到的惋惜聲，聲聲入耳，這可明顯感受到這群學生願意花加倍以上的時間來完成作品，也不覺得累，反而樂在其中，令人感到滿足也滿意。

### (3) 學生學習回饋

本研究之學生學習回饋可分成兩大部份，第一部分為期末課程學習後的問卷回饋，如圖 12 所示。從圖中可以看出對於這門課學生的學習興趣明顯提升，且對於操作技能的熟悉、樂於與朋友分享、還有未來加深增廣課程的興趣，都有超過百分 75 以上的高度肯定，這表

示這群學生在學習這門課程上都有高度的學習興趣，才能有這樣的反饋分數。尤其在未來是否願意在推薦給其他同學修習，及研習此課程後是否樂與跟別人分享這兩個題目上，更高達八成以上的認同。這樣教學方法的過程中受到高度的肯定，而心底有著很高的學習興趣且願意發自內心的推薦給人且願與別人分享課程的點滴，能夠將學習深植在心中，埋下一顆樂趣的學習種子，甚感欣慰。

第二個部分為學生歷程記錄本中的心得與感想，如圖 13 所示。由學生的回饋當中，發現學生學習技能後能夠自由地發揮與創作，是一件非常快樂的事情，代表本計畫所要實現提升學生的學習興趣及讓明顯提高學習效能的想法，已經有高度的落實與肯定。

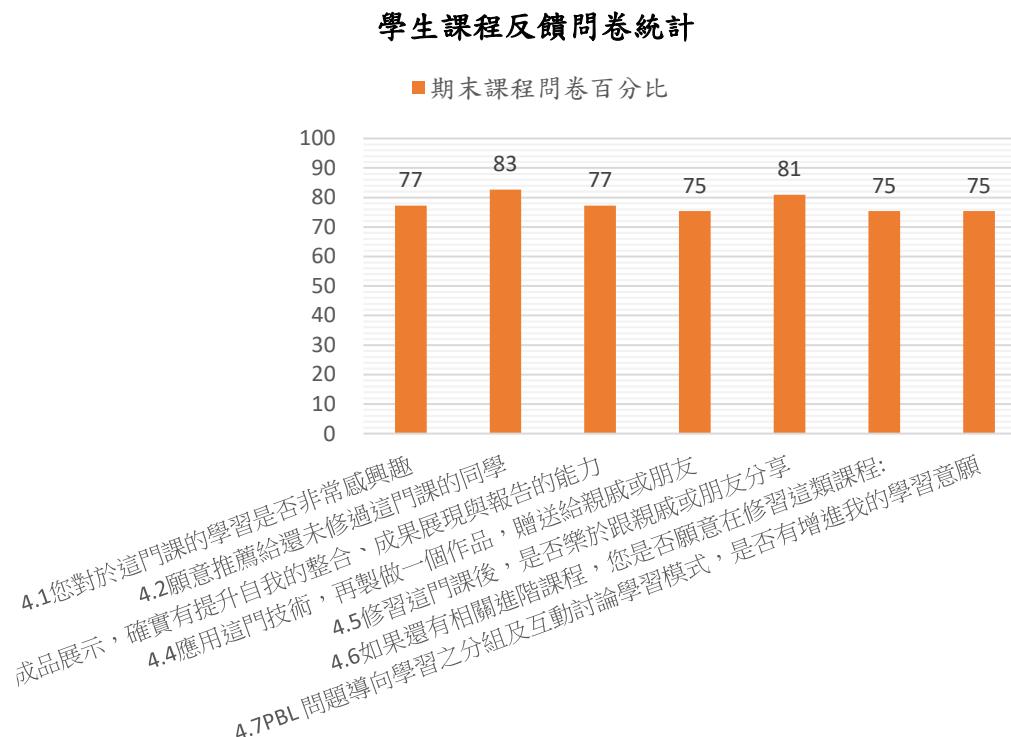


圖 12 學生課程反饋調查結果

五、心得與感想						
執行時間	112 年 1 月 11 日	組別	8			
感想評論	這堂課真的非常棒，有更五節還可以實際運用，而且雕刻的內容不限，可以發揮自己想像力，而且割加工機的認識不再是只有金屬加工。					
心情抒發	設計真的不是一件簡單的事情，所有的尺寸、空間都要確認好，不然一開始雕刻一切就只能重來。最討厭遇到全部都做完結果中心點沒對好導致偏移太多。					
給自己的具體建議：						
首先是時間規劃，這個如果處理好就不會導致自己的忙亂，再來是在處理刀路時一定要再三確定，才不會的刻完在試驗當時發現有誤，只好重刻一個。然後真的要自己設計出來的成品，但因高木立頭的尺寸及材質，所以影響了成品的美觀，這是一點過來不及不足的一點，雖然這樣，我們還是很努力的把作品給做完～						
感想評論						
很高興在研究所還有這種課程能讓學生自行設計自己的作品，在課堂上還學了兩款軟體，讓自己又學到了不少東西，軟體分別為 MasterCam & V Carve，雖然都是設計軟體，但還是展現了不同的領域，最後很謝謝老師還安排某節來幫我們上課。						
心情抒發						
本來很期待自己設計出來的成品，但因高木立頭的尺寸及材質，所以影響了成品的美觀，這是一點過來不及不足的一點，雖然這樣，我們還是很努力的把作品給做完～						
給自己的具體建議：						
在高中時其實就有接觸過 MasterCam，所以在上這堂課時不會很吃力，也幾乎能完成老師要求的進度，但我既然學過就應該更積極去學習更多的知識。像是曲面的設計，通常都不會用刻方正的東西，我就應該去學如何設計曲面的物件，這樣呈現出來的成品就會變得很不同。						

圖 13 節錄學生歷程檔案中心得與感想

## 7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本教學實踐研究計畫之課程目的，主要在透過結合業界進行協同教學，讓一般大學的學生也能夠強化實作課程的學習，同時改善實作課程教學現場，制式化的學習模式，同時引導同學之學習興趣。透過較為軟性的木雕文創素材創作，以自發性的學習來提升學習成效，強化學習歷程及自我發想的能力。對於整體計畫執行後的建議與反思，可歸納如下：

- (1) 校內實習場域的限制：由於實作場域的主要需求是場地與設備，其中場地的尋覓，有其困難，因此只能盡量以自身的實驗室作改造與規劃，能夠作為兩用的彈性處理方式，但對於不便性確實存在。另外設備的需求面，則需投入需要大筆的經費，因此除教學研究經費的投入外。還有一大部分的經費缺口，因此需要其他經費的補足與支持，否則難以支撐。
- (2) 課程時數：在課程時數方面，實作課程需搭配實習時數較易實現課程的完整性，以目前的課程規劃 3 節課明顯不足。雖學生自願增加學習時數，頗感欣慰，但未來也許可考慮一學年的課程規劃或是以不同的進階課程取代，甚至可開設附加的實習課程。
- (3) 課程人數限制：由於場地與設備需大量經費的挹注，且非一朝一夕所能步到位，因此造成修課人數須有所限制。所以容易造成分組難以進行或代表性不足之問題，甚至無法開設至大學部讓更多學生大量選課。因此將以慢慢擴充設備，增加量能的方式，漸進式開放人數上限之限制，以擴充更精實的教學目標。
- (4) 學習歷程記錄：分組教學之歷程記錄是本課程中另一項課程重點，但因修課人數無法過多的情況下，容易造成分組人數為 1 人的情況。因此對於團隊合作的歷程較無法展現，課程學習容易缺乏這部分之分工與學習，所以學習歷程的紀錄內容，須作部分的調整，以符合不同條件課程的需求。

## 二. 參考文獻 References

1. 台灣工具機暨零組件公會, 2021 工具機產業白皮 (<https://kknews.cc/zh-tw/tech/ljo4v2e.html>).
2. 台灣工具機暨零組件公會, 2021 工具機產業白皮 (<https://udn.com/news/story/7241/5798331>).
3. 卓佑霖(2020)。技術型高中機械科學生電腦輔助製造實習之學習動機與學習滿意度關係研究—以臺中市為例。國立彰化師範大學工業教育與技術學系碩士論文。
4. 柯明家(2007)。不同評量方式對技職校院學生電腦輔助製造課程學習成效與邏輯思考能力之研究。國立彰化師範大學工業教育與技術學系碩士論文。
5. Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. International Journal of STEM education, 6(1), 1-16.
6. 鍾秋嬌(2017)。以服務設計思考為基礎的跨領域教學設計與評估。南開科技大學數位生活創意系。南開學報, 14(1), P11-20。
7. 陳美如、雷嗣汶(2019)。跨領域學習：創新課程發展關鍵元素。, 領域創新與教學, 教育研究月刊第 300 期, P18-35。
8. 李韋毅(2013)。跨領域人才培育之學習模式研究-以機械工程專業背景跨領域學習工業設計為例。國立雲林科技大學工業設計系碩士論文。
9. 李大瑞(2018)。應用機械視覺技術於葫蘆藝品智能雕刻機之開發。國立屏東科技大學機械工程系碩士論文
10. 李偉誠(2019)。整合 3D 雷射雕刻機與四軸加工機於模具咬花之應用。國立勤益科技大學資訊工程系碩士論文。

### 三、附件 Appendix

#### 附件一 教學進度表

#### 國立臺灣海洋大學 111 學年第 1 學期電腦輔助製造進度

週次	日期	科目	電腦輔助製造 與實務	班級	碩一	教師 簽章	備註		
		每週時數	3	地點	NVA301				
		預定教學進度	星期(一)6-8						
		章節課	實習內容						
1	09/12	課程規劃	課程規劃與計畫說明(分組與主題)						
2	09/19	CAD/CAM 工具介紹	Mastercam 軟體 2D 繪圖與加工						
3	09/26	CAD/CAM 工具介紹	Mastercam 軟體 2D 繪圖與加工						
4	10/03	CAD/CAM 工具介紹	Mastercam 軟體 2D 繪圖與加工						
5	10/10	<b>國慶日</b>							
6	10/17	CAD/CAM 工具介紹	Mastercam 軟體 3D 繪圖與加工						
7	10/24	CAD/CAM	CNC 雕刻機浮雕設計與操作						
8	10/31		期中考						
9	11/07	CAD/CAM 工具介紹	VCarve 軟體 繪圖與加工				業師		
10	11/14	CAD/CAM 工具介紹	VCarve 軟體 繪圖與加工				業師		
11	11/21	木雕創意	木雕成品分組製作與討論				老師		
12	11/28	木雕創意	木雕成品分組製作與討論				主題構思與報告		
13	12/05	木雕創意	木雕成品分組製作與討論				業師+老師		
14	12/12	靈感啟發	中部木雕文創之旅				業師+老師		
15	12/19	木雕創意	木雕成品分組製作與討論				業師+老師		
16	12/26	木雕創意	木雕成品分組製作與討論						
17	01/02	<b>開國紀念日補假</b>							
18	01/09	作品發表與海報製作(每人/組 15 分鐘)					業師+老師+同學		
學習歷程元素		小組討論	小組合作與分工+製作紀錄本						
		構想發表	說明創作理論與構思(第 12 週)						
		作品報告	成品發表說明與海報製作(第 18 週)						

附件二 創作歷程紀錄本

以協同教學模式讓機械加工融入文化創意跨領域之行動研究

-以木雕文創課程為例-

# 歷程記錄本

# 目錄

## Contents

- 一、小組資料暨工作分配 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 二、木雕文創題目選擇 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 三、執行製作進度表 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 四、製作過程記錄表 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 五、心得與感想 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 六、PowerPoint 製作檢視 ..... 錯誤！尚未定義書籤。
- 七、成果發表 ..... 錯誤！尚未定義書籤。

附件三 期初課程問卷調查表

**111 學年度教學實踐研究計畫**  
**期初課程問卷調查表**

各位同學好：

首先感謝您撥空填寫此問卷，為了確保能提升教學之成效與品質，非常需要您的寶貴意見，以作為未來課程改進之參考。本問卷中的答案無所謂對錯，資料僅針對整體分析之用，不進行個別探討，亦不會影響您的實習成績，您的資料將採匿名處理並絕對保密。您的寶貴意見將對本課程學習成效上將有莫大的助益。最後，再次對您的協助與參與致上無限的謝意。

說明：在以下勾選出符合您真實感受的情況（5 非常同意~1 非常不同意），分數愈高表示您認為這個項目愈讓您感到同意。

**第一部分：基本資料**

1.1 請問您是幾年級學生？  大四  碩一  碩二  博班

1.2 請問您的性別？  男生  女生

1.3 請問您是屬於那一組的學生？  結構  流力  造船  機電

1.4 請問您會修這門課的原因？  有興趣  聽別人介紹  曾經有這方面的基礎  自己可能會用到

**第二部分：電腦輔助製造與雕刻課程基礎問題**

2.1 請問您過去是否對機械製圖課程有基本知識：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.2 請問您過去是否聽過或熟悉電腦輔助機械製造：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.3 請問您過去是否熟悉一套以上之3D繪圖軟體：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.4 請問您過去是否有聽過或熟悉使用過任何一套以上之電腦輔助製造軟體：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.5 請問您過去是否聽過或瞭解何謂”工具機”：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.6 請問您過去是否聽過或瞭解何謂”雕刻機”：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.7 請問您過去是否聽過或瞭解何謂”CNC綜合加工機”：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

2.8 請問您過去是否操作過”雕刻機”或 ”其他指令式的操作機械”：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

2.9 請問您過去是否操作過”CNC綜合加工機”：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

### 第三部分：專題製作

3.1 請問您過去是否曾經參加過專題製作課程：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

3.2 請問您過去是否曾經參加過任何可以與同學互相討論，共同解決問題的課程：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

3.3 請問您是否願意花費課餘時間在「電腦輔助製造」這方面的學習與練習：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

3.4 請問您是否願意學習”電腦輔助製造”技術用於「木雕加工」的製作上：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

附件四 期末課程問卷調查表

**111 學年度教學實踐研究計畫**  
**期末課程(修習完電腦輔助製造)問卷調查表**

各位同學好：

首先感謝您撥空填寫此問卷，為了確保能提升教學之成效與品質，非常需要您的寶貴意見，以作為未來課程改進之參考。本問卷中的答案無所謂對錯，資料僅針對整體分析之用，不進行個別探討，亦不會影響您的實習成績，您的資料將採匿名處理並絕對保密。您的寶貴意見將對本課程學習成效上將有莫大的助益。最後，再次對您的協助與參與致上無限的謝意。

說明：在以下勾選出符合您真實感受的情況 (5 非常同意~1 非常不同意)，分數愈高表示您認為這個項目愈讓您感到同意。

**第一部分：基本資料**

1.1 請問您是幾年級學生？  大四  碩一  碩二  博班

1.2 請問您的性別？  男生  女生

1.3 請問您是屬於那一組的學生？  結構  流力  造船  機電

1.4 請問您會修這門課的原因？  有興趣  聽別人介紹  曾經有這方面的基礎  自己可能會用到

**第二部分：電腦輔助製造與雕刻課程基礎問題**

2.1 請問您是否已經瞭解機械製圖課程在機械加工跨領域的學習：

非常不瞭解  不瞭解  普通  瞭解  非常瞭解

2.2 請問您是否已經瞭解”電腦輔助機械製造”在木雕應用上的跨領域學習：

非常不瞭解  不瞭解  普通  瞭解  非常瞭解

2.3 請請問您是否已經熟悉且會使用一套以上3D繪圖軟體：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.4 請問您是否已經熟悉且會使用一套以上之電腦輔助製造軟體：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.5 請問您是否對於”工具機”的使用更加熟悉：

非常不熟悉  不熟悉  普通  熟悉  非常熟悉

2.6 請問您是否已經瞭解”雕刻機”的使用與應用：

非常不瞭解  不瞭解  普通  瞭解  非常瞭解

2.7 請問您是否已經瞭解”CNC綜合加工機”的意義與使用：

非常不瞭解  不瞭解  普通  瞭解  非常瞭解

2.8 請問您是否已經對”雕刻機”的操作是否熟悉：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

2.9 請問您對於將”CNC綜合加工機”應用到木雕上更為熟悉：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

### 第三部分：專題製作

3.1 請問您未來對於專題製作的課程與運作是否更為熟悉：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

3.2 請問您對於曾經參加此課程而樂於與同學互相討論，共同解決問題：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

3.3 請問您是否非常願意多花費課餘時間在「電腦輔助製造」這方面的學習與練習：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

3.4 請問您是否已熟識如何活用”電腦輔助製造”技術用於「木雕加工」的製作上：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

### 第四部分：其它

4.1 請問您對於這門課的學習是否非常感興趣：

非常沒興趣 沒興趣 普通 有興趣 非常有興趣

4.2 請問您如果有機會願意推薦給還未修過這門課的同學：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

4.3 請問您經由這門課的最後成品展示，確實有提升自我的整合、成果展現與報告的能力：

非常有幫助 沒幫助 普通 有幫助 非常有幫助

4.4 請問您是否願意應用這門技術，再製做一個作品，贈送給親戚或朋友：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

4.5 請問您修習這門課後，是否樂於跟親戚或朋友分享：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

4.6 請問如果還有相關進階課程，您是否願意在修習這類課程：

非常不願意 不願意 普通 願意 非常願意

4.7 請問經由 PBL 問題導向學習之分組及互動討論學習模式，是否有增進我的學習意願：

非常沒幫助 沒幫助 普通 有幫助 非常有幫助

附件五 評分表

**教學實踐-以協同教學模式讓機械加工融入文化創意跨領域之行動研究-以木雕為例**

**業師評分表**

作品主題	多功能鉛筆盒		
組別:1	范耘頡、張君義		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	多功能收納燈座		
組別:2	廖士盛、高子傑		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	萬年曆收納櫃		
組別:3	吳沛宜		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	模型工具盒		
組別:4	許文杰		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	俄羅斯方塊架		
組別:5	林敬展		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	可動式相框		
組別:6	曾昱勛、林羿綸		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	旋轉分類存錢筒		
組別:7	鄭浩東		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	CD 收藏盒		
組別:8	邱振綸		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

作品主題	門牌		
組別:9	杉田典霞		
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	創意(100%)
各項成績			
綜合評語			

