

【附件三】成果報告（此為格式範例，詳情請見格式說明；請於系統端上傳 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：PSK1135957

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

計畫年度：113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2024.08.01 – 2025.07.31

**以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術
之整合學習**

The Application of Computer-Aided Manufacturing Courses in the Integrated Learning of
Different Machining Processes Based on the Mastery Learning Method

計畫主持人(Principal Investigator)：湯耀期 副教授

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

繳交報告日期(Report Submission Date)：2025 年 09 月 19 日

本文與附件 Content & Appendix

計畫名稱：以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習

一、本文 (Content)

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

(1) 研究動機

本計畫將搭配電腦輔助製造與實務的課程來進行教學，其中電腦輔助製造實為目前機械加工的核心技術，尤其是不同的加工機械有著不同的學習技能與重點。在一般大學與科技大學對於學習實作技能的環境與場域有所不同，也相對受限。因此如何在一般大學的教育現場及有限的資源與課程配比下，能夠讓學生學習多種加工技能則格外重要。過去的技能學習所採取的教學方式，都以一種技能一個學期的教授方式進行。本研究希望能夠以一個學期融和多個技能的整合式學習，能在有效率的教學設計與步驟下，將不同單元的課程讓學生一個階段接著一個階段，利用有統整性的主題一步一步的完成，最後在以整合性的作品出現，展現出學習的最後成效。要達到此目標必須做完整的教學規劃，其中最為核心的部分，就是業師協同教學的融入。利用專業的教授做最有效的學習，每一階段都有主題設定，加入適當的教學方法輔助如精熟教學法及協同教學混成的使用，最後就是教學生活化，讓學生產生學習的興趣。

技術實作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，這樣的學習過程對於一般大學的學生在學習上容易產生一些教學現場產生的問題，整理如下：第一、實作課程開設時數不足，學生缺少學習的機會。這不代表實作課程的不重要，而是這種課程需花大量的經費還有場地不足的困境，造成此類課程不易開設成功。第二、課程時數少，因此如何有效率的規畫，讓學生能夠在有限的時間，學習多種技能，就格外重要。因此教學的過程必須提升學習興趣，避免產生枯燥感與老師的教學熱誠降低；第三、站在老師的教學立場，就必須藉由這樣的行動研究來嘗試跳脫傳統的教學模式，所以本計畫希望將機械操作課程融入不同的教學方法，以精熟學習法規劃不同單元的實作設計，不再只以傳統式的固定題目來練習，而是以有趣的生活小物為主題作品。學期課程規劃分為學習木雕機的技術操作、雷射雕刻機的技術養成、振動模組的金屬加工學習單元，分三階段的關卡，設計出有趣的單項技能作品。最後將三種課程實作單元，做整合性的大型作品。學生必須融入三種機械加工技術的元素，最後選定主題、並上台講述作品的發想過程、到成品的創作成果，改變與過去不同的學習模式，使用不同的加工機械工具功能，得到不同技術整合的學習效果，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。因應不同技術硬體的需求，除規劃購入小型的木雕機械外，也購入雷射雕刻機及振動加工模組的建置，有效運用實驗室的部分空間場域作為實作教學場域使用。結合業師的資源做協同教學，配

合課程，並逐步實踐學生對學習興趣的提升。

(2) 研究目的

工具機產業的活絡，代表國家工業發展的實力展現，其中又以精密機械具有領頭羊的角色，其中最主要的聚落與產業鏈，以臺灣的中部地區為主體。而工具母機在實務應用範圍非常廣泛，舉凡航太、國防、汽機車、生醫或電子等，臺灣工具母機的產能在世界上亦占有重要角色。生長在臺灣對於機械的取得相當便利而技術的學習也有占有一定的資源，生活或工作上也時常需要接觸與使用。對於一般大學的學生而言，機械相關領域的實作技能接觸的機會相對較少，但是不管工作或求學的過程卻常需要使用，因此如何利用有限的課程，引導學生接觸與學習不同機械加工技術的基礎能力，就顯得的格外重要。所以本計畫想利用「電腦輔助製造與實務」的課程導入目前學生最常使用的三種機械實作模組做為學習的主軸，分別為「三軸雕刻機」、「雷射雕刻機」及「振動雕刻模組」。讓機械工程背景的本系學生，能同時學習與整合應用三種不同的加工技能，對其日後的技能學習將有所精進。綜合以上所述，如何在一個學期的課程中，建立與熟悉這樣的技術能力，學習方法與學習成效就變得相當重要。故希望透過業師的協同教學、精熟學習等學習方法建構學生有效率的學習以及靈活運用各項技能，達到整合各項領域技能，最後能夠呈現出創作的思維，藉由實作技能的操作完成各階段作品的行動研究。其次，不同技能有著不同的專業領域，因此針對課程的內容則讓具有實務經驗的業師扮演另一種協同教學的角色，所謂術業有專攻，與生活中文創作品結合，提升學習的興趣。而本研究的主要目的分述如下：

- A. 各分項課程設計之精熟教學活動，引導以生活文創小品為主題，提升學生的學習興趣。
- B. 透過業師參與行動研究，教導產業應用的廣度，與不同專業的學習，以業界角度，達到多元的學習成就與評量。
- C. 在教學的過程中，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。
- D. 精熟學習各項技能過程中，將不以評分為評量標準而以通過與否為評定準則，建立回饋系統與補救學習，改善學習成效之影響，達到分項技術精熟化。
- E. 評估綜合跨技能教學，是否能有效提升學生邏輯與橫向連結的能力，達成技術的統合能力於期末作品的呈現。
- F. 評估教學方法的應用是否能縮短學生技能學習的成效差距。

2. 研究問題 (Research Question)

過去許多教授學生的方式都以傳統教學方式，其中則以教師教學為主要型態，但若以實作課程的技能教學而言，這種以單向的講授方式傳遞知識，雖然可達成部分的教學成效，但容易有師生互動不足，及無法顧及學生的個別學習差異。另外學生則不具有主動學習、欠缺邏輯思考的能力，尤其當多項技能需做橫向整合時，將面臨想法過度僵化，無法靈活運用的困境等問題。本教學實踐研究計畫主要是以實作課程的技能教學為主題的研究，希望能夠讓學生在學期的學習課程中能夠得到多項技能的學習，而非只有單一技能的學習。因此學習效率與學習興趣，將是學習成效的重要關鍵，最終目的希望學生能夠靈活運用各項技能，作整合性主題的成果展現，並思考如何融會貫通。過去實作課程在學習過程中，較無法獲得較佳的學習成效的原因有：學用落差、制式化的學習，缺乏學生的自主性與創作性、無雙向的互動與外部的資源、實作空間與時間不足，

及學習效能低落等。基於綜合以上所述，本教學研究計畫主要之研究問題，將提出改善並挑戰以下幾個不同面向：(1) 將各項技能分段學習，及階段評估，達到技術精熟之目的；(2)整合性作品展現，透過思考與整合達到橫向連結之目的；(3)藉由各階段的評估與技能整合，增進學生邏輯思辨的能力與技能的靈活運作；(4)改變評量方式，讓評量成為輔助學習的利器，前段以通過制達到技能精熟，最後階段在加入多元評分如學生互評與建議等；(5)業師的專業授課，增進學習成效，瞭解業界需求與脈動等。也就是從無到有的歷程，並試圖解決過程的難題，讓學習能夠充滿著樂趣。

3. 文獻探討 (Literature Review)

(1)電腦輔助製造(CAM)之應用與教學探討

利用電腦控制機械進行加工，以達到模具製造，能夠大量生產方法的技術稱為電腦輔助製造，簡稱 CAM。電腦輔助製造首先必須先以電腦輔助設計(簡稱為 CAD)為基礎進行產品設計，經由 CAD 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。接下來則須考慮如何將設計落實到產品的開發，則需藉由不同工具的機械模組進行切削加工。然而這些切削的路徑規劃，自然無法使用手寫邏輯程式加以完成。因此將所輸出的產品資料，可以利用輔助編寫生產程式的方式，便可以立刻進行測試和生產，所以能夠簡化從產品設計到製造的過程。

在進行電腦輔助製造介紹前，必須就電腦輔助設計(CAD)進行認識，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。其中所使用的加工機械稱為工具機。而工具機械是一種統稱之用語，亦即代表多種機械之組成，從車、銑、磨、鉋、剪斷、到雷射加工等設備都屬於工具機。不同工具機械有著不同的加工目的，也就是利用不同的切削功能達成所需不同的加工成品，過程中有時候需整合使用，來完成特殊模具的功能，如多軸銑削、放電加工及雷射加工的組成等。依據臺灣海關出口統計資料與臺灣機械同業公會的參考資料，2023 年 1~8 月台灣工具機總出口值達 17 億 4,897 萬美元，其中切削工具機為 14 億 9,089 萬美元。而成型工具機出口額為 2 億 5,808 萬美元，代表著台灣對於工具機產業鏈的完整、具有競爭力與產業鏈的完整性

(https://www.tami.org.tw/market/taiwan_mt_2023_08.html)。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業及木工業等都已大量使用，CAD/CAM 技術是以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)協同教學法之探討

電腦輔助製造的實作技能養成，因不同的工具機械而有不同的加工技術，雖屬同一個名詞，但應用在不同的技術則有不同的養成方式。有道是：術業有專攻，每種加工技術則有

不同的專業人才技術，本研究是希望透過課程讓學生學習不同的 CAM 製造技術，然後最後作整合性的技能作品，加以發揮，因此尋找專業人才一同教學則成為此課程學習成效的關鍵。其中應用協同教學法將有助於電腦輔助製造課程的教學活進行，而所謂協同教學法，則是由二位（含）以上教師或專業的技術人員，共同進行教學活動，利用每位講師的個人專長，藉由制定教學計畫，分工合作，共同指導學生學習。Bess, James. L. and Associates 在 Teaching Alone, Teaching Together 這本書中提到一門課程如果皆由一位教師教授，缺點是在講述內容、評分方式、輔助學習上都過於單一互動而無法多元，且學生都只能與同一位教師接觸，因此藉由團隊合作與互助的方式，老師可以相互學習教學優點外，也能進化自我的教學方法，跳脫傳統閉門造車的研究與教學方式 (Bess, James. L. and Associates,2000)。協同教學著重在教學型態之變化，除了評鑑學生之學習效果之外，對於教師之間協同的情形，也是在觀察成效上的一種關鍵影響。在許多研究結果中顯示學生對於教師協同教學於課程及教材設計方面對於學生學習知識成長最多，透過參與備課過程和課堂觀察，可瞭解協同教師在教學上的優勢和弱點(陳心彤,2012)。另外探討教學卓越獲獎公幼教師之協同教學實施成效中發現實施協同教學為班級教學、幼兒、教師及家長帶來不同層面的多元效益(黃雅惠,2023)。還有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。而對於瞭解學生在傳統課堂教學方式進行探討，發現使用數位化教學輔具之學習成效明顯優於傳統課堂教學方式，受測學生普遍認為使用數位化教學設備輔助教學方式，較能提高學生學習興趣與學習成效(羅逸文,2012)。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)精熟教學與合作教學於不同機械加工技術之實作機能整合

科技的發達造就許多工具機械的發展，相對的學習的技術領域有所不同而各有專精，因此可讓應用的領域變得更加多元，從產業的角度來看，相對的人才的需求也將變得更為多元。所以本研究希望透過精熟教學法能讓學生有效率的學習不同技術，而精熟學習法非常適合應用到實作課程上，不僅僅能厚植自己的實力亦能增加自己學習的廣度。其主要內涵在於教師將要學習的不同技術與技能，能有效率的進行分類成較小的單元，學生必須精熟這個單元後才能進行下個單元，最後將各個精熟單元整合成一個具有系統的成果加以實現，而在每個小單元中將設定一個小作品進行實作學習，取代測驗並檢視其成果加以輔導改進值得精熟之目的。

精熟學習理論從華虛本(C.W. Washburne)與莫禮生(H.C. Morrison)時期，開始認為希望教學結果能達到精熟要求反應，而非短暫記憶的背誦，因此教師在課程規劃上讓學生對於

各小單元都達到熟練程度才算完成目標。到布魯姆(Benjamin S. Bloom, 1956)時期提出精熟學習的策略方法，其中認為每個小的學習單元，都能進行精熟的測驗，且從測驗中給予學習的回饋與建議。教師應提供的測驗方式可以是作品，技術養成過程的歷程，多元評量方式以利學習。最後以合作學習的方式，相互幫忙去克服由測驗所發現之困難，完成最後整合型技術的大作品，以提高學習的成效(張添洲, 2000)。精熟教學將教材被分成若干細小單元為階段教學目標時，當進行至整合題組時，無法完全代表所有小單元的整體合成之整合運用的成果，因此需輔以合作學習之混成教學，可將各小單元教材合成至大單元時的橫向連結思考。

本研究將於各小單元精熟後，必須進入整合性主題的作品完成，此時須採取合作學習的互動學習方式進行，以利創作成果的完成。而合作學習最重要的內涵是一種將不同的學生組成小組或團隊，然後藉由團隊的組員中的合作，來達成特定目的的教學方法 (Ellis, 2001)。合作學習法的教學模式相當多元，舉凡團體調查法、拼圖法、及共同學習法 (Learning Together Model)等，對於不同情境與目的，將有不同對應的實施方式與結果。其中共同學習法曾由 David W. Johnson 與 Roger T. Johnson 教授所提出之發展策略，其中指出共同之意義必須由兩位以上的學生所組成的學習活動，必須一起完成同一目標與成果的教學方法 (Johnson & Johnson, 1989)，此教學方法適合本計劃之最終作品創作目的來配合使用。很多研究結果發現應用合作學習的教學模式，皆有助於提升學習者學習興趣，提供教學者與學習者可使用合作學習互動之相關研究領域，以利學習動機的激發(陳薇婷,2023)。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

(1) 教學目標:本計畫期望以電腦輔助製造與實務的課程建立熟悉雕刻機的三軸加工、雷射雕刻技術及振動刻印技術等三種不同機械加工技術的學習，最後能夠做技術的橫向連結，作到統整性的技術學習，以整合性的大作品呈現具體學習成果。各分項教學目標如下:

- A. 培養學生熟悉電腦輔助設計(CAD)與製造(CAM)的使用。
- B. 對於三軸加工機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 技術在雷射雕刻機的熟悉度與操作能力。
- D. 建立學生應用 CAM 在振動加工技能的實務能力。
- E. 完成各小單元技術的精熟學習，並給予各個小單元的學習成果作品，當作目標。
- F. 匯集各項技能，由學生自行創作整合性成果，輔以合作學習概念，教導學生建立團隊合作與橫向技能的連結能力。
- G. 結合業師協同教學，提供不同技能之專業學習，提升學習興趣。

(2) 教學方法: 採用協同教學法及精熟學習法之混成教學模式，提供完善的學習讓「教」和「學」的都能兼顧的方式。業師的協同教學部分，提供不同技術的專業人士來教學，提高學習效率與學習興趣，同時讓教師有教學相長之學習機會，也讓同學了解業界的技術脈動而不脫節。精熟學習法將透過小單元的教學、讓學生有足夠的練習機會、充裕的學習時間及補救教學，讓學生精熟各項學習技能。各小單元都有不同的小作品產出，做為各階段的成果驗收依據，達到精熟的目標。當學生熟悉各種機械加工技術後，最後將以實際機械加工技術出發來熟悉操作技能。作品選定則以生活實用

或布置需求為主題，從構思、實作到最後成果的展現，同時與教師討論的方式進行。強調自我學習，強調各項技術連結。

- (3)成績考核方式:首先將課程規劃成 3 個小單元，也就是 3 種不同技術。每個小單元都有自行創作的小作品完成，將由單元授課的業師或教師進行評比，此階段將沒有分數高低，只有通過與否。目的在於考核是否有達到小單元精熟的程度，若無法達成，則需進行補救教學及練習到合於精熟標準之情況，才能進入下一階段的成品製作，完成三階段的成果拼圖後，方能進入整合型技術成果的應用。最後的大作品需有前三階段的技術基礎，進行分組合作並融合三項技能，最後成果將分構思、設計、實作及成果發表四個階段，每個階段的分數採有教師、業師及同學互評等多元評量方式進行，且須記錄優缺點之項目。最後進行成果發表總評分，須上台分享作品功能與巧思、執行過程中之困難與解決方法及過程反思等當作期末作品的總成績。
- (4)各週的課程進度: 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如下圖 1 所示，依序為第 1~2 週以「木雕機之技能操作與 CAM 軟體教學」、第 3~5 週完成「第一小單元作品」、第 6~7 週以「雷射雕刻機之技能操作與 CAM 軟體教學」為主、第 8~10 週完成「第二小單元作品」、第 11~12 週以「振動雕刻模組之技能操作與 CAM 軟體教學」為主、第 13~14 週完成「第三小單元作品」、第 15~17 週以「主題選定、設計、實作與大作品完成」為主題、第 18 週「成果發表與展示」與網路評分之最後完成階段。各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」。

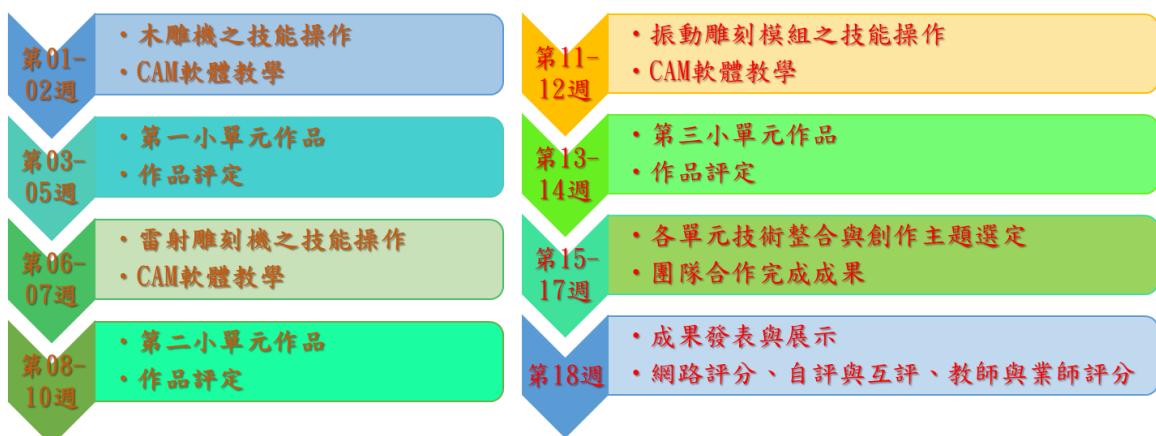


圖 1 課程規劃進度表

- (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，再以問卷的方式做結尾，得知學生對於這門的學習成效。教學過程中三種技術單元部分以個人操作成效為主，將以個人小作品之技術養成為主，這三項技術評量不以分數評分，而是以通過與不通過為考核標準，若不通過則給予建議及修正方向與教授，再做二次評定，目的在於精熟學習，以利最終技術整合之需求為教學目的。最終學期作品將進行分組完成大作品，其中期末總成績將分成兩大項目進行評分，第一部分為執行過程的紀錄、同儕的互評紀錄、與教師級業師的互動紀錄等；第二部分為學生實作最終成果之展現，安排以技術實作之成果發表，進行評分。而學習成效上將以學習前後問卷之結果進行成效評估。

(6) 教學場域:課程教授共分課堂講授、實作現場、業師至校協同教學等三大場域，不以教師的傳統課堂講解方式進行。另有在校的實作場域進行教學，設定不同階段有不同產出，各種技術須達到精熟程度，才能進入下一個階段，所以實作場域中動手做的部分就格外重要。業師協同教學的部分，主要是專業分工，除讓學生了解業界技術專業外，讓不同的技術領域給予不同的專業領域教授，除可提升學習效率與學習興趣，也讓學生坐著學，也能做中學。

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

(1) 研究設計架構

本研究之主要設計架構如下圖 2 所示



圖 2. 研究架構圖

(2) 研究範圍

本研究計畫之主要課程將以電腦輔助製造與實務為基礎，課程範圍主要分成三個部份，第一個部份：分項技能的精熟與學習，藉由階段考核評定各項技能的能力。本研究將學習的主要技能分成三項分別為三軸加工技術、雷射雕刻機之加工及振動雕刻加工技能等、第二部分：為作品的設計與製作為主，須具備三項技能後做整合性創作，達到學生思考與應用的能力。第三部份則結合校外業師至校協同教學課程，提高授課效率與專業性，亦能有教學相長之功效。

(3) 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，課程初期的階段評定，沒有分數的評量只有通過與不通過的評定，將評定不通過的同學，在給與修正與建議的回饋，達到通過的精熟要求。後期之評量與回饋，將以技術整合為主題，以學習過的技術，能夠以單一作品呈現所有元素，檢視學生對統整

後技能的學習成效與學習興趣。將學習場域共分成以下幾個部分：前期課程與講師協同教學將以實作之實習課程場域為主，學校教室課堂學習為輔。後期課程強調創作能力，檢視學習對接、技能運作活化與分工為主體之學習場域。

(4) 研究方法與工具

本研究主要是希望透過精熟學習法達到差異化教學、利用各階段的教學評估回饋以達成跨技術實作能力的教學學習成效；跨技術的學習上將以業師的協同教學進行，以專業分工與業師業界經驗分享，達到有效率的學習。最後強調以合作學習的模式，進行分組統合性主題的作品創作，希望達到創作能力培養與整合應用不同技術能力為主體。本課程將以不同技術領域學習為核心，受測者於學期初進行學習前的前測問卷，於學期末進行問卷的後測，測試結果將進行量化分析，5分表示非常熟悉，4分表示熟悉，3分表示尚可，2分表示不熟悉，1分表示非常不熟悉。以檢視本課程對於跨技能學習之整合成效。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、各階段的評定紀錄、課程滿意度調查及成果作品的展示等。當中精熟學習的評估將以小單元作品呈現，不以分數為標準，而以通過與不通過為評定標準，進行補救教學，直到通過在進行下一階段課程為教學目標。期末完成之整合性作品，由教師、業師及同學互評與建議的回饋，達到多元評量目的，也能讓學生瞭解自我創作方向建議與省思。

(5) 執行步驟

針對本課程執行的流程與步驟如圖3所示，課程訓練包含基礎課程的訓練與準備，其內容包括CAM軟體教學、各階段小單元的實例練習與模擬。外部資源之應用如業師協同教學及業師本身的專業經驗傳承與啟發創作與設計靈感。實作場域的建置能讓各單元的小作品與專題製作歷程，從產品構思、設計、試作，得以完成。成果發表可將學習的成果予以介紹與說明，以及創作的理念與價值。

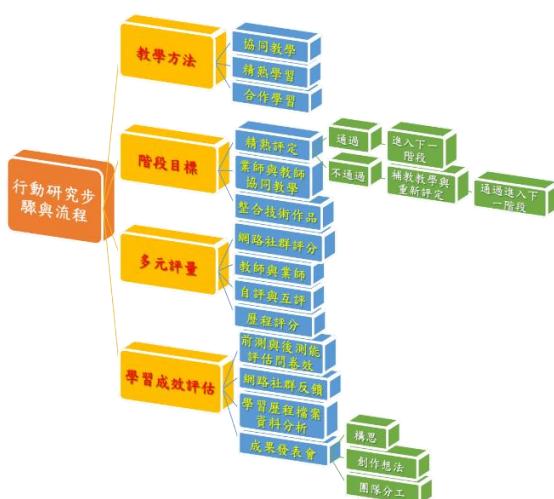


圖 3 研究執行的流程與步驟

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 113 學年度第 2 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。課程規劃內容首先熟悉 Vcarve 的 CAD/CAM 軟體，以便應用於不同機械加工的操作。緊接著以精熟學習法熟悉三大加工機械，分別為 3D 木雕機、振動機工技術及雷射雕刻技術的瞭解與操作，最後學生整合三大應用技術，製作期末作品與進行期末發表會等。教學的教師由本課程的授課教師與業師協同教學，並於成品製作階段由兩位老師共同提供學生諮詢與討論。期末作品採取各人或分組討論與合作的模式完成作品。教學對象主要為本系的大四與研究所學生為實施對象，教學場域將提供電腦教室及機器實習場所等，以達到教學成效。為了讓學生明確瞭解本計畫的目的與動機，於第一週時說明教學方式、多元評量方法及學期結束時所呈現之專題作品。另外 18 週之課程依本計畫應對於各加工技能達到精熟學習階段，精熟技術檢核表，如附件二所示，以評估各階段的精熟目標。並於構思期末作品時，需撰寫專題歷程記錄本。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，作為學生課程學習歷程記錄。同時，也請學生填寫「以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習」研究參與者同意書(如附件三)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(如附件四)與學期末課程問卷調查(如附件五)，經由期初及期末表單的設計，得到學生學習此課程時的學習興趣與對課程的了解，並進行調查統計分析，作為後續教師教學反思的參考。學期評量的部分採以歷程紀錄簿之記錄、各階段精熟的評量、作品發表時業師評量、老師評量及學生互評等，多元評量方式，讓學生的成績來自各個面向，進而從平常的累積，慢慢精熟的方式達成，而非單一測驗所決定，更不是只有教師決定學生的成績，達到多元與適性的評量。

(B) 問卷調查分析

針對本教學實踐研究計畫有關整合型加工技術應用設計出【電腦輔助製造與實務】的課程問卷調查表，分成課程學期初期與程結束後的期末兩種調查。問卷內容共區分為五大部分進行，包含學生來源組成、針對此課程修課動機進行調查、學習前後有關電腦輔助製造的基礎課程、不同機械加工技術實作課程的學習成果、整合性實作課程調查等進行統整與分析，以下就問卷的五個方向進行分析與整理。

a. 學生組成與修習課程原因分析

本課程在學生組成方面，大學部四年級的修課人數 7 人、碩士班人數 7 人及博士班的學生 1 人。本系所的學制將研究生與準研究生共可分成四組，分別為造船組、結構組、流力組及機電組等，由圖 4 所示。由問卷統計可以明顯看出系上各組學生都有修習此課程，代表此課程可應用於不同領域，這與當初課程的設計上，希望將不同的加工技術讓學生融入自己的研究領域，具有極高的延伸價值。因為這樣的實作課程可當作一種運用與應用的工具，也就是在碩士班實驗研究過程中若有需要可以自行加工實驗所需的零件，而不需仰賴外部廠商的協助，提高效率及縮短製造時程。適用於各領域的學生學習，在加入自己專長的元素，甚至可激發出許多不同的學生學習靈感。

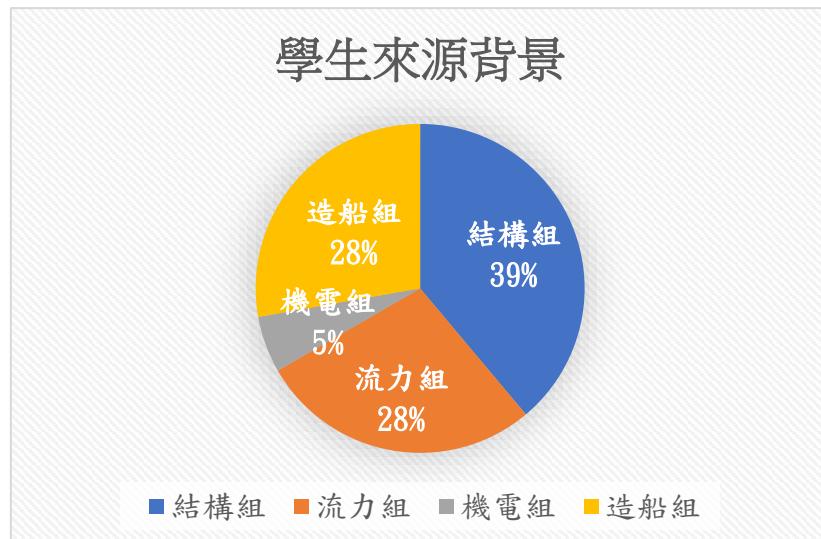


圖 4 本課程學生來源調查

本課程搭配本年度的教學研究計畫及電腦輔助製造與實務課程，因此想藉由瞭解學生對於課程的學習動機與想法，做為未來課程進行過程中的參考。由圖 5 的分析結果顯示，對於此課程有興趣的同學佔比約 42%，過去曾參加過此課程的學長姐推薦而修課者佔 23%，所以參與者都抱持者高度的期待與想學習的心態。因此對於課程的設計需更加用心，讓所有參與的同學，更能有所收穫。

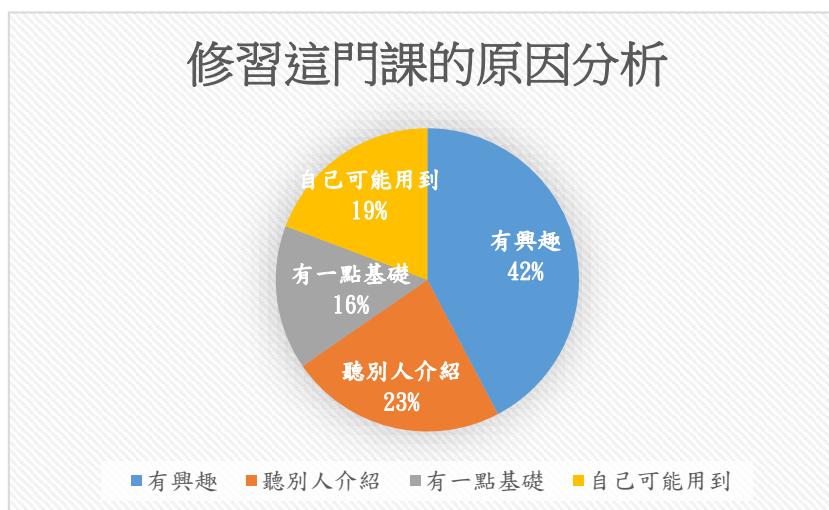


圖 5 修習課程原因分析

b. 電腦輔助製造的基礎課程

本教學研究計劃為了能將學生在學習前與學習後對於相關實作的課程的學習效果充分了解，以問卷調查的方式分成期初學習前的前測，與學習後的學習效果後測進行比較。本問卷採取 5 等級的問卷勾選，分為非常不熟悉、不熟悉、普通、熟悉及非常熟悉來表示不同程度的展現。為了讓問卷結果容易解讀與比較。因此將結果量化如表 1 所示，並以最高 100 分區分為 5 等級，並取每一個等級的最高百分比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。

分析如圖 6 所示，其中附件四及附件五中有詳細的問卷設計內容。其中將調查內容分作幾個部分進行問卷，首先比較有關於「電腦輔助製造與實習」的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，學生的學習成效部分在初期約莫為 60 分左右，經過一學期的學習後，在期末的統計調查可達 90 分左右，對於此學習成果有顯著的提升。在進一步分析發現，對於電腦輔助製造軟體 Vcarve 的熟悉提升最多，原因在於一般大學的學生對於電腦輔助設計的軟體較有機會接觸，但 CAM 軟體較無接觸的機會。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應具有繪圖的基本能力有關。另一方面也可以觀察出雖然學生有此基礎，但在學習過程中亦能夠充分的應用在實際作品的加工上，也能夠再次提升學生的設計能力。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展現出學習的樂趣與興趣。

表 1 問卷等級量化指標

	非常不熟悉	不熟悉	普通	熟悉	非常熟悉
百分比	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
最高百分比	20	40	60	80	100

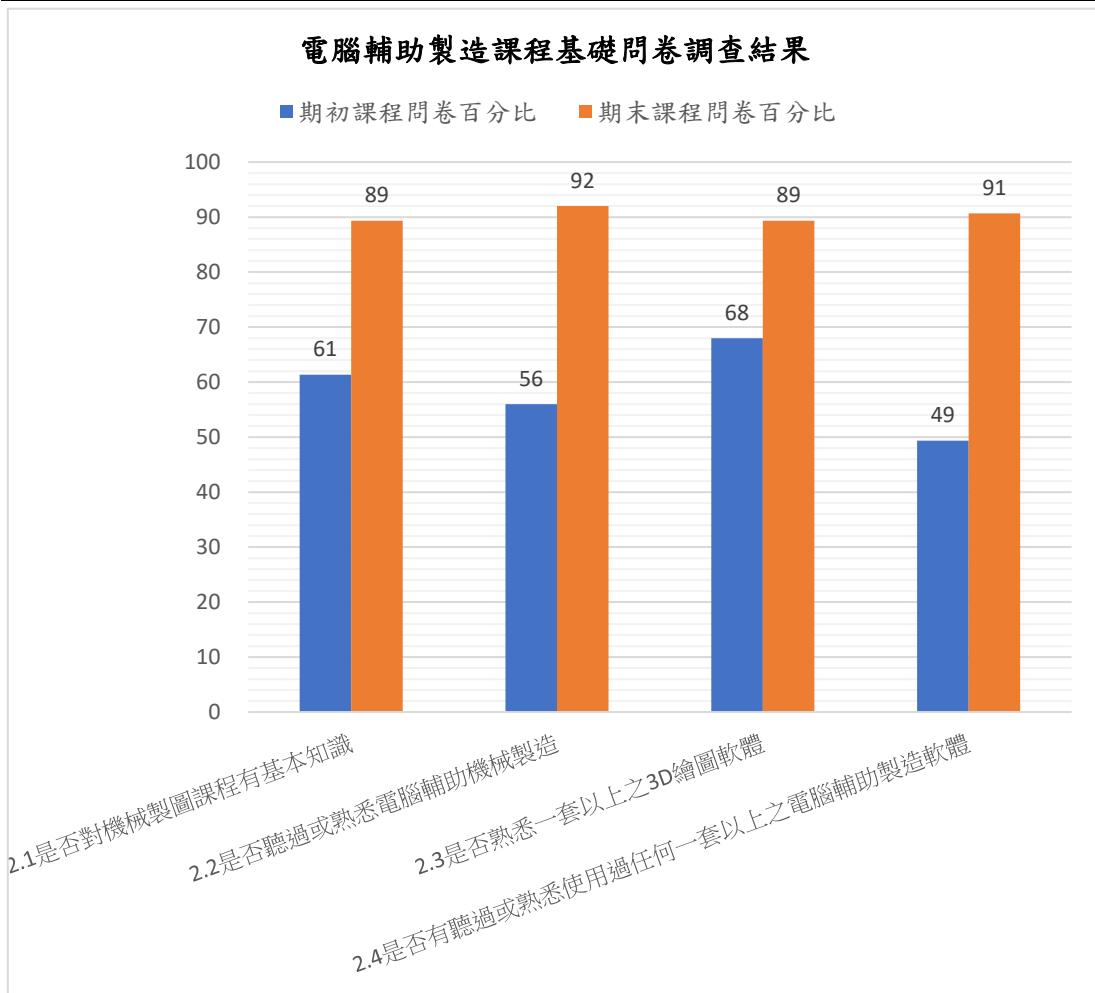


圖 6 學習前後有關電腦輔助製造的基礎問卷調查結果

c. 不同機械加工技術實作課程

「電腦輔助製造與實務」課程與教學研究計畫的重要部分在於不同機械加工技術的精熟學習。藉由 3D 木雕機、振動加工技術及雷射雕刻技術等三項實作課程進行加工技術的精熟實習課程。因此本小節針對不同機械的實機操作課程進行問卷調查，其結果如圖 7 所示。由圖中可以觀察出對於不同機械的加工技術，由初期調達結果皆處於 60 分以下，也就是對於機械不熟悉的狀態。透過各階段的精熟學習後，熟悉與瞭解都有明顯的提升，學習成效也幾乎都達到 90 分左右的水準，尤其對於所謂指令式的操作機械能夠更加了解。表示透過課程可以將 CAM 的設計製造功能，充分的傳達到不同加工面的技術應用與結合，也就是可以整合各技術主軸課程並給予完整的學習。

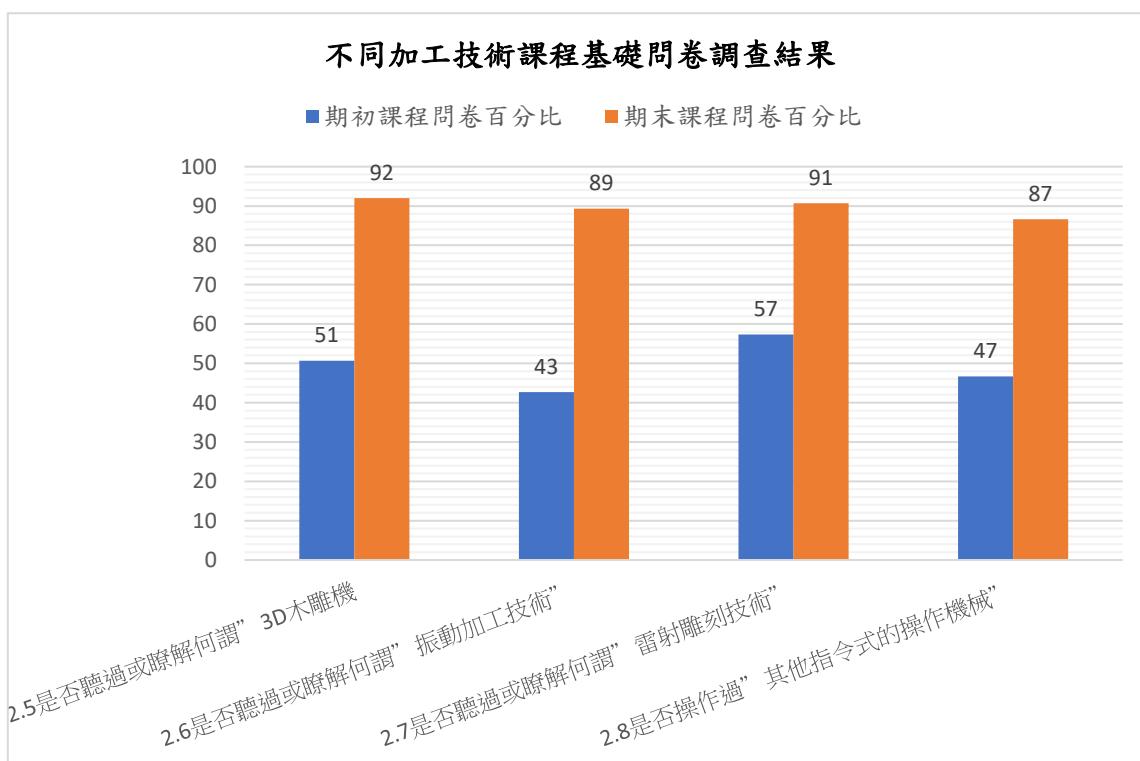


圖 7 不同加工技術課程調查結果

d. 整合性實作課程

本小節在探討學生對於「d. 整合性實作課程」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，讓學生能夠發揮創作的思維，在整合性課程中將技術做橫向的連結，讓應用技術得以發揮。由圖 8 的問卷調查中可以發現，由於學生的來源大都是以準研究生與研究生為主，因此對於實作分組的合作模式並不陌生，甚至非常駕輕就熟。再者讓學生選擇分組時，大都希望能夠自己獨力完成作品，因此較少有多人一組的情況發生。由於本系較無實作課程的規劃，所以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，並須在選課人數上加以管控，設定選課人數上限。因此當分組製作時，每組人數都落在 1-2 人之間，所以對於學習分工合作的氛圍教無法明顯的感受。最後進一步觀察問題 3 與 4 中可以看出應用不同技術的結合，創作出一項成果作品的問卷上，學生的學習成效有著大幅的提升，成果著實可貴。

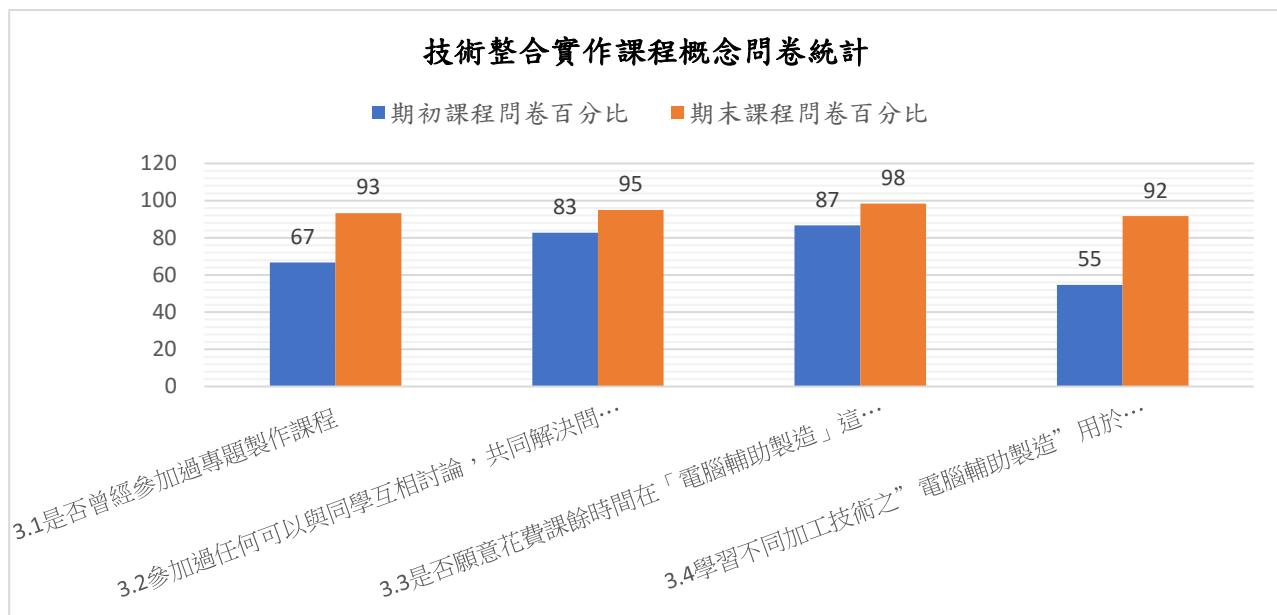
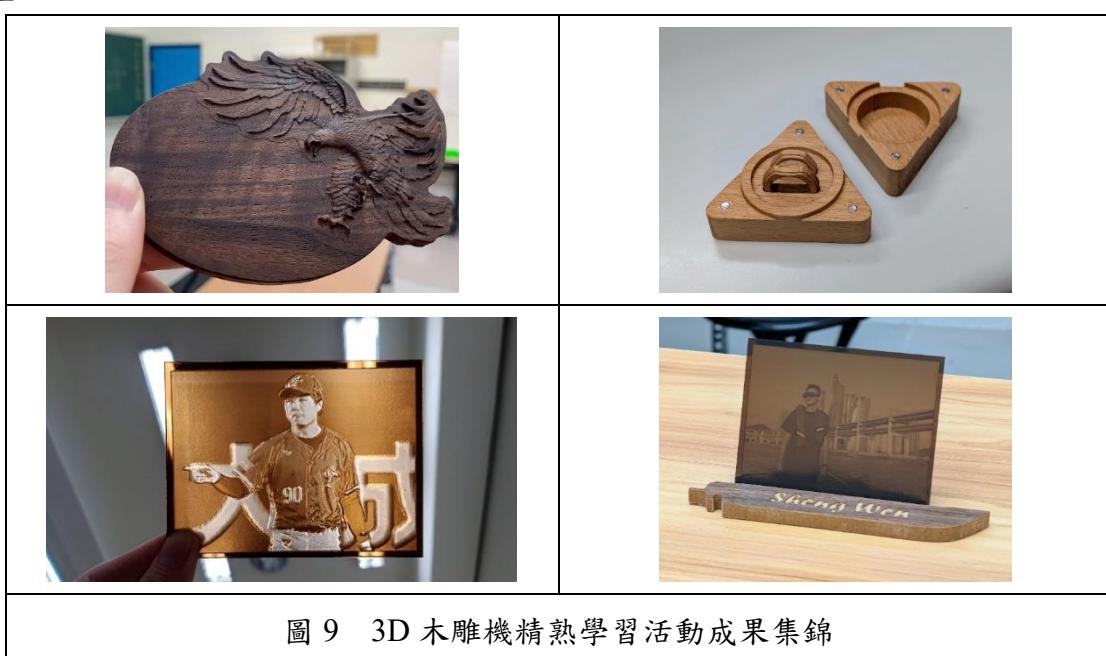


圖 8 技術整合實作課程概念問卷

(C) 課程活動集錦

本課程主要分成兩大部分，首先讓學生了解 CAD/CAM 在於加工上的應用並同時需精熟 3D 木雕機、振動加工技術及雷射雕刻機等在實作上的技術養成。第二部分以學生的創作與思考為主，主要著重在產品構思、設計、試作，以及將三種加工技術進行整合，應用於期末作品的完成與成果展現。在這兩階段除了教師的教學，亦有業師的協同教學講座、以及各階段的精熟考核等。最後除了善用現有課程學習外，實作課程練習時間明顯不足的問題，因此開放課後時段採預約的方式，安排助教協助作品的製作，以提升實作的專業技術。如圖 9、圖 10 及圖 11 為學生於課後進行三種加工技術精熟學習練習過程剪輯及成品展示，同時須完成每個精熟技術的要求與評鑑後，方可進入下一個階段，否則須由教師加以輔導精進直到通過為止。





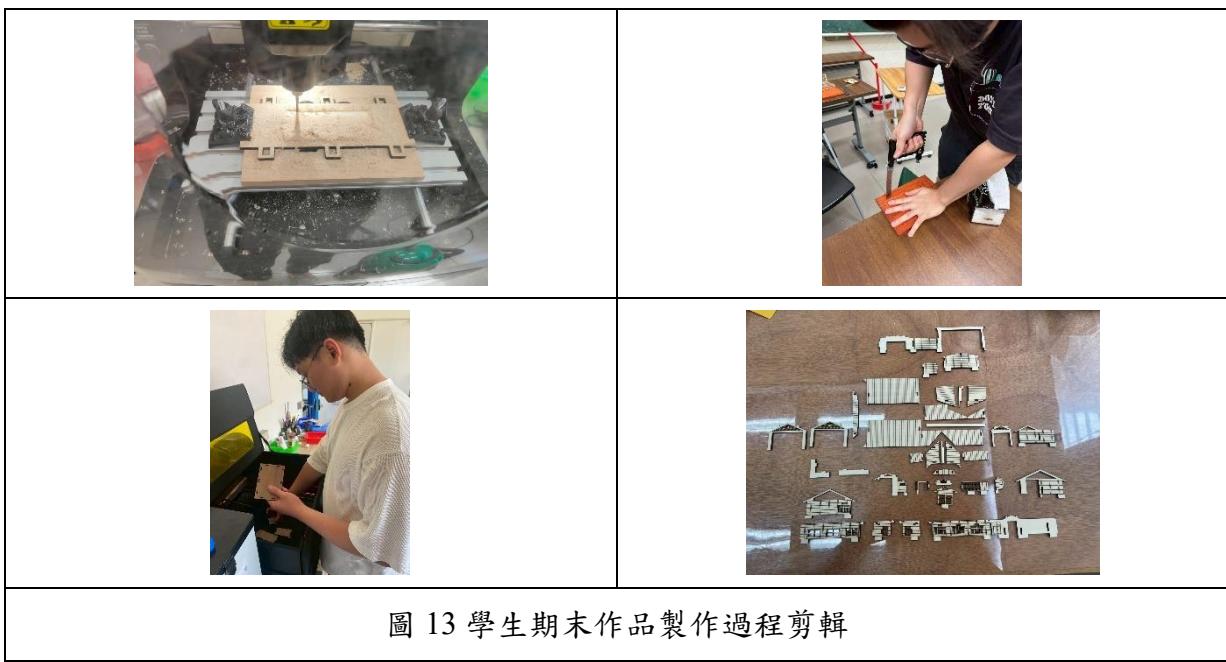
(D) 業師協同教學紀錄

本學期課程涵蓋了 3D 木雕機、振動加工技術、雷射雕刻機及技術整合時作課程，所謂術業有專攻，為提升學生的學習效果與學習效果，本課程亦邀請在此領域耕耘許久的業師一起協同教學，活動如圖 12 所示，業師除了技能的教授外，在整學期的授課課程中，包含雷射雕刻機的親授、學生作品的討論、各階段精熟技術的評量及最後階段成果的評分等，讓學生能夠充分的與業界的結合學習，以提升學習助益。



(E) 期末作品的製作過程

整合性作品困難與挑戰之處在於須將不同機器的加工技術融合在同一成品之中，考驗了學生的操作技術外，更重要的是必須有功能性及主題性等。因此從構思、材料選擇、產品繪圖、試誤修正到成品完成，學生除上課時間外，需另外預約至實驗室(加工場域)進行實作練習。本次修課學生每週上課時間 3 小時，但需額外再投入 3 小時至實習工場練習，最後在成品階段更需每週增加約 6 小時的時間。但過程中看到學生樂於學習並在製作過程中展現出高度的興趣，著實令人欣慰。如圖 13 所示，可藉由期末成果的創作，看出學習的效果。



(F) 期末成果發表與評分

期末的成果發表為本課程重要的部分，各組學生將完成的作品，上台進行簡報如圖 14 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，還有作品的亮點與創意之處。透過以成果發表會的方式進行，學生都能將其創作的作品進行展示，同時把自己完成的作品讓現場有興趣的同學提問與互動，也有同學進行不同成品的現場體驗，介紹自己成果的學生也能夠非常詳細的說明自己的作品，從中可看出創作的樂趣。評分的部分也有業師評分及同學互評等機制，如圖 15 所示，最後透過業師的觀察角度，能夠給予學生相關創作上的建議、鼓勵與講評。

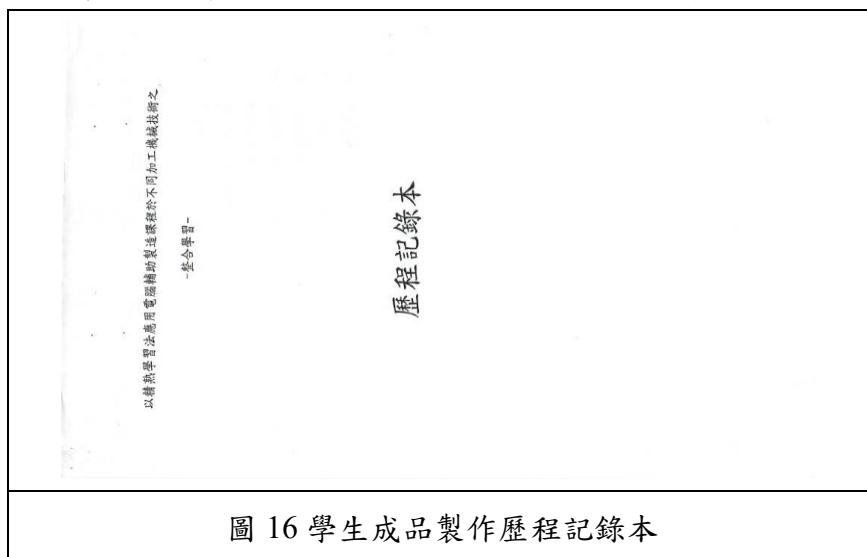


<p align="center">113 年度教學實踐研究計畫-以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習</p> <p align="center">業師評分表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:1 吳承恩、唐芷馨</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>90</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">功能性強，首度嘗試加工細節，圖樣清楚。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:2 陳品潔</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>90</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">劇照選角恰合角色，完全展現 maker 精神，作品有用心，易整性。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:3 江韋樺、江承哲</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>90</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">挑戰複雜程度，需不斷修正調整，並克服公差問題，達到設計效果。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:4 蔣紹廷</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>90</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">雖然純粹個人創作，但細節完整，作品精美，成熟度高。</td> </tr> </table>	作品主題			組別:1 吳承恩、唐芷馨			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	90	85	綜合評語	功能性強，首度嘗試加工細節，圖樣清楚。		作品主題			組別:2 陳品潔			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	90	95	綜合評語	劇照選角恰合角色，完全展現 maker 精神，作品有用心，易整性。		作品主題			組別:3 江韋樺、江承哲			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	90	85	綜合評語	挑戰複雜程度，需不斷修正調整，並克服公差問題，達到設計效果。		作品主題			組別:4 蔣紹廷			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	90	98	綜合評語	雖然純粹個人創作，但細節完整，作品精美，成熟度高。		<p align="center">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</p> <p align="center">同學互評評分表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:1 吳承恩、唐芷馨</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>94</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">很不錯且實用。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:2 陳品潔</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>95</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">猶如人母養且很有創意。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:3 江韋樺、江承哲</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>87</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">硬幣分類機成功率可再提高。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">作品主題</td> </tr> <tr> <td colspan="3">組別:4 蔣紹廷</td> </tr> <tr> <td>評分項目</td> <td>簡報(100%)</td> <td>成品(100%)</td> </tr> <tr> <td>各項成績</td> <td>90</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>綜合評語</td> <td colspan="2">達成率高，但需花更多時間。</td> </tr> </table>	作品主題			組別:1 吳承恩、唐芷馨			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	94	91	綜合評語	很不錯且實用。		作品主題			組別:2 陳品潔			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	95	93	綜合評語	猶如人母養且很有創意。		作品主題			組別:3 江韋樺、江承哲			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	87	93	綜合評語	硬幣分類機成功率可再提高。		作品主題			組別:4 蔣紹廷			評分項目	簡報(100%)	成品(100%)	各項成績	90	91	綜合評語	達成率高，但需花更多時間。	
作品主題																																																																																																																									
組別:1 吳承恩、唐芷馨																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	90	85																																																																																																																							
綜合評語	功能性強，首度嘗試加工細節，圖樣清楚。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:2 陳品潔																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	90	95																																																																																																																							
綜合評語	劇照選角恰合角色，完全展現 maker 精神，作品有用心，易整性。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:3 江韋樺、江承哲																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	90	85																																																																																																																							
綜合評語	挑戰複雜程度，需不斷修正調整，並克服公差問題，達到設計效果。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:4 蔣紹廷																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	90	98																																																																																																																							
綜合評語	雖然純粹個人創作，但細節完整，作品精美，成熟度高。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:1 吳承恩、唐芷馨																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	94	91																																																																																																																							
綜合評語	很不錯且實用。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:2 陳品潔																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	95	93																																																																																																																							
綜合評語	猶如人母養且很有創意。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:3 江韋樺、江承哲																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	87	93																																																																																																																							
綜合評語	硬幣分類機成功率可再提高。																																																																																																																								
作品主題																																																																																																																									
組別:4 蔣紹廷																																																																																																																									
評分項目	簡報(100%)	成品(100%)																																																																																																																							
各項成績	90	91																																																																																																																							
綜合評語	達成率高，但需花更多時間。																																																																																																																								

圖 15 業師與同學互評於期末成果發表之評分表

(G) 成果製作專題歷程記錄

歷程紀錄本是以組為單位如圖 16 所示，本次分組大多數的學生都選擇以個人為一組，修課人數 15 人，共分 12 組可發現，究其原因主要是學生對於自己學會的技術充滿自信，希望能獨立完成。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、發想的過程等，透過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，果實的甜美，最重要的是過程中經驗的累積與紀錄。因此歷程紀錄表可以讓學生紀錄作品開發過程的點點滴滴，更可作為未來開發新作品的經驗累積與創作的基石，這是本課程與計畫中非常重視的一環，也是重要評分的依據之一。



(2) 教師教學反思

過去實作課程的教授會以制式化的方式給予學生教學，本教學實踐計畫的目的希望學生透過精熟學習後能夠加以整合與應用，擺脫過去學生只會各個單項的技能卻無法同時應用在同一作品上。透過教學研究計畫的支持與課程的安排，經過整個學期課程的體驗後，可以在教學方面歸納出以下幾種教學現場的感受與體會。第一、學生的創意是無限的，只是缺少自我創作的舞台，雖然期初的課程設計比較屬於傳統精熟技術的安排，但過程中學生了解到如何將學會的技術，應用於期末完成整合技術的作品展現。因此在每一項技術的學習過程中，學生都在思考自己的創意，第二、透過這樣的課程安排，對於教師於教學的過程中較不容易產生枯燥與教學熱誠的減少現象，而學生面不只有專注，更希望能夠做出自己心中想要呈現的作品，充滿靈感與想像。第三、過去一般大學的學生對於動手做這件事，似乎感到遙不可，也沒有這樣的實習場域及課程可以提供選擇。因此在學習的過程，可以很明顯感受到學生專注的眼神與渴望，令教學者感到興奮。如果從由上述的問卷調查結果看來，很明顯發現對於電腦輔助製造課程如何應用在不同機械加工技術上與期末成果透過整合性的技術實現在實作課程中，對於學生學習的興趣都有大幅度的提升，證明經由本教學實踐研究計畫所體現教學方式有明顯的教學成果。另外從學生實際的課後參與度也能證明出這樣的教學成效，本課程的正規課程為每週 3 堂課，在前 10 週課程中，幾乎每個學生得另外再投入 3 個小時以上的額外時間，進行實作練習，才能滿足課程的需求。而後面 1/3 的課程，進入成品製作階段，每週的課餘時間，至少要在另安排 6 小時以上的時間，才足以完成期末的作品。但這過程中能明顯的感受到學生做中學，學中做且樂於學習，從不抱怨的精神，能夠來的時間都希望充分利用，就算三更半夜也都願意付出。從中能夠發現學生們獲得學習的成就感，有助於改善學生的學習現況。

(3) 學生學習回饋

本研究之學生學習回饋可分成兩大部份來進行明，第一部分為對期末課程學習後的問卷回饋，如圖 17 所示。從圖中可以看出整體對於這門課的學習興趣、能力的提升、樂於與朋友分享、還有未來加深增廣的課程，都有超過百分比 88 以上的滿意度。這表示這群學生在學習這門課程上都有高度的學習興趣，才有這樣的反饋。尤其在未來是否願意在推薦給其他同學修習更高達 97% 以上的學生願意推薦。這代表著這門課的設計與學習效果都讓學生感到滿意，也因此願意發自內心的推薦給人與別人分享課程的點滴。另外在是否願意再製作一個作品贈送給親朋好友的統計分析為 85%，雖然是這些問卷題目中相對較低的，主要原因在於創作實屬不易，需給予大量的時間與設備才能完成，及相對應的實作環境，不易達成等因素。另外對於學習是否感興趣達到 93% 的認同，亦充分表現出學生於回饋中有著高度的評價。

第二部分，為學生歷程記錄本中的心得與感想，如圖 18 所示。由學生的回饋當中，發現學生最後於不同學習技能的整合作品上，充滿挑戰與創作過程中的樂趣並行，令人感動與震撼。同時學生於成品完成後，也會進行省思不足或可以更好之處，表示除了技術的學習之外，也能謙虛的檢討不足之處，甚至思考如何讓自己更好。代表本計畫在實施的過程中除讓學生的學習成效上有所提升外，也同時能讓學生了解學無止盡的道理。

學生課程反饋問卷統計

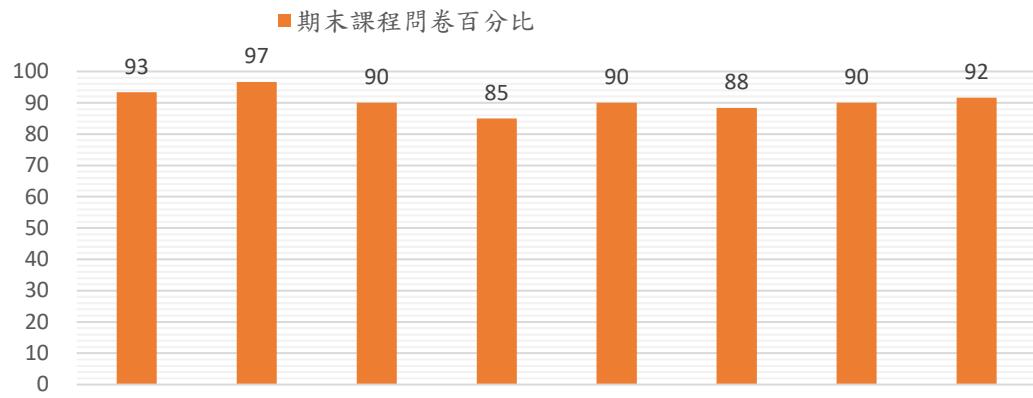


圖 17 學生課程反饋調查結果

五、心得與感想

執行時間	114 年 6 月 15 日	組 別	2.
感想評論	能秀過這次課程做出真的能遊玩的模，覺得很有成就感。雖然真的一花了很多時間，但做出來的成果我覺得很棒，製作過程雖然很累但滿開心的。學到了很多工具的使用。		
心情抒發	我算是最先開始製作的，5月底就把部份給完成，但是有些零件發狀況使得後續的製作間隔較久，有的部份也比我預期的更耗時間，使得我即使提早開始，也還是拖到最後才完成。總限。		

給自己的具體建議：

更詳細細的規劃作業流程與時間、選用更省時的工具、時間很寶貴，不要讓別人左右你的时间、不要以為剩 2 天就可以有餘裕的做完。

五、心得與感想

執行時間	年 6 月 14 日	組 別	12
感想評論	在先前或者製作過程中，很多的問題（例如公差、刀具）老師都線上課程提到過，但即使已有防範、規劃，在真實操作下還是難免遇到情況發生，有些事情真的要實際摸擬、操作、錯過後，才能讓自己更加進步。		
心情抒發	這次實作結合了先前的所有上課內容，我認為是一次很好的機會。其實出品的筆桿要比我想像的還要更完整一點，但在吸收了問題後，我相信下次有機會的話，一定可以做的更好。		

給自己的具體建議：

下次可以考慮更多可動加結構，或希望可以在設計上發揮更多想像力。目前自己能想像得到的器械結構還太少，也需要看過更多別人的設計和成品，嘗試各種不同的 CNC 使用方式，才能完成更優美的作品。

我個人本身也有一個耐不住性子的老毛病，讓我在磨木頭的時候，脖子上的木頭都耐膩，所以會瘦到生氣，不小心傷到作品，古蹟要注意。

圖 18 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執行此課程的主要精神，是希望透過精熟學習方法讓學生能夠在一個學期的課程中精熟不同機械的加工技術，最後整合應用在一個成果作品上。同時結合業界專家進行協同教學，激發出不同的學習靈感與學習成效，進一步利用整合性的成果作品，培養學生的創造力與創作力。同時可以改善實作課程教學現場較為枯燥的學習模式，最後讓學生能夠由被動學習轉換角色變成主動學習，不管學生或老師都能得滿滿且豐碩的成果。最後對於整體計畫執行過程中，提出一些建議與反思說明如下：

- (1) 計畫支持下的成長與不足之處：實作課程所需的經費支持是非常可觀的，實作設備、使用的材料、還有場地問題等。同一種設備需要足夠的數量才能滿足修課人數的需求，若不同種類的機械當然經費的增加就可想而知。同理若要讓學生充分的練習，材料更是一大挑戰，即便這些都滿足了也需要足夠的場地在擺放這些設備又是一大難題。今年執行此計畫時，經費還是須要由主持人自身的其他經費才能夠勉強支應來完成。當然也因為有這樣的計畫開始，才能有機會開始進一步的投入經費經營，另外由於教學研究計畫的深根，也讓師生都能夠成長與享受教學的樂趣。
- (2) 課程時數：在課程的時數方面，由於本年度的課程採用的是不同機械加工的精熟學習實作課程，因此除了原課程設計的時數外，需搭配課後的學習課程至少要 5 至 8 小時的實習時數，才能較易實現課程的完整性。因此這樣的實習課程可以考慮除了課程的學分外，可以再加上實習學分。
- (3) 課程人數限制：由於場地與設備需大量經費的協助，非一朝一夕所能步到位，因此造成修課人數須有所限制。容易造成分組難以進行或代表性不足之問題，甚至無法開設給學生大量選課。但藉由每次申請教學實踐計畫的支持，採取漸進式的方式擴充設備增加量能，以達到漸進式開放人數上限之限制，也希望未來這樣的計劃能夠持續獲得支持。
- (4) 成果的展現方式：最後是以整合性的作品展現，透過成果發表會讓學生說明自己成果的巧思、發想、建構、創作及困難突破的過程。也許未來可以嘗試辦理，線上的成果發表會，透過同學的群組放送，將參與發表會的人數擴大與多元，讓更多人看見，給學生更多的回饋，精進發表會的呈現方式，也給學生更多更廣的舞台。

三、附件 (Appendix)

附件一、教學進度表

國立臺灣海洋大學 113 學年第 2 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					
		每週時數	3	地點	NVA301						
		預定教學進度		星期(一)2-4							
		章節課	實習內容				備註				
1	02/17	課程規劃	課程規劃與計畫說明(分組與主題) 1.相關文件 2.課程規劃 3.問卷調查								
2	02/24	CAD/CAM 工具介紹	相片浮雕製作與三軸木雕機操作								
3	03/03	CAD/CAM 工具介紹	Vcarve 軟體 2D 繪圖與加工		實習作品 1						
4	03/10	CAD/CAM 工具介紹	Vcarve 軟體 2D 繪圖與組合件加工								
5	03/17	第一階段作品	作品試作、精熟評估與補救教學		實習作品 2						
6	03/24	第一階段作品	作品完成與評定通過								
7	03/31	學校彈性休假									
8	04/07	CAD/CAM 工具介紹	VCarve 軟體 3D 浮雕繪圖與加工(期中考)		實習作品 3						
9	04/14	機械實機操作/第二階段作品	振動加工技術學習與操作								
10	04/21	第二階段作品	作品試作、精熟評估與補救教學		實習作品 4						
11	04/28	第二階段作品	作品完成與評定通過								
12	05/05	機械實機操作	雷射雕刻機學習與操作		業師+老師						
13	05/12	第三階段作品	作品試作、精熟評估與補救教學		實習作品 5						
14	05/19	第三階段作品	作品完成與評定通過		業師+老師						
15	05/26	整合性主題創作	應用各技能進行分組成品構思與創作		業師+教師+學生						
16	06/02	整合性主題創作	應用各技能進行成品加工		業師+教師+學生						
17	06/09	整合性主題創作	完成創作成品		業師+教師+學生						
18	06/16	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								
		精熟學習	各單元技術精熟評估								
		作品報告	成品發表說明與海報製作(第 18 週)								

附件二、精熟學習技術檢合表

教學實踐研究計畫：「以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習」

各單元階段考核表

單元名稱: 木雕機實習 振動筆實習 雷雕機實習 班級: 1A 姓名: 蔣松庭

一、上機實作技術檢核

1. 實作前準備作業
優 良 普通 加油

2. 機器操作熟練度
優 良 普通 加油

3. 加工結束收整
優 良 普通 加油

二、CAD/CAM 製作技術檢核

1. 繪圖與設計能力評量
優 良 普通 加油

2. 加工程序邏輯
優 良 普通 加油

3. 加工程式輸出邏輯
優 良 普通 加油

三、加工成品檢核

1. 成品外觀檢視
 優 良 普通 加油
 2. 成品細部觀察
 優 良 普通 加油
 3. 組合件配合或單件成品精度
 優 良 普通 加油

四、综合評量

1. 整體技術考核
通過 不通過

2. 單項技能建議
A. 通過: a. 優良評語: 具結構修圖基本能力，作品具一貫風格，並做微調
b. 良評語: _____

B. 不通過: 重新製作: _____ (建議改進方向)

C. 重新製作: 通過評語: _____

審查者簽名：張昌甫

附件三、研究參與者同意書

國立臺灣海洋大學研究參與者同意書

「以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習」

研究計畫

研究參與者同意書

一、前言

您好，非常感謝您願意參與「以精熟學習法應用電腦輔助製造課程於不同加工機械技術之整合學習」之研究(以下簡稱本研究)，這份研究參與者同意書(以下簡稱本同意書)主要是要向您充分的說明有關本研究的相關資訊，以便於您決定是否要參加本研究。若您在閱讀本同意書或參與本研究的過程中，對於本研究仍有任何的疑問，歡迎您隨時向計畫主持人或相關研究人員提出來，我們將為您做詳細的說明和回答。如果您決定參與本研究，請在這一份研究參與者同意書上簽名以代表您同意參與本研究。

若您在這份研究參與者同意書上簽名同意參與研究後，想法有所改變，您仍然可以隨時退出本研究而不需要任何的理由。

二、研究計畫的簡介

有關本研究的計畫內容，在此向您簡要說明如下：

1. 研究機構名稱及經費來源：本研究是由國立臺灣海洋大學所執行；經費來源是由「教育部」所補助。

2. 計畫主持人(共同、協同主持人)之姓名、職稱及職責：本研究計畫的主持人是湯耀期老師，目前是「國立臺灣海洋大學系統工程暨造船學系」的助理教授，負責本計畫的規劃與執行。

3. 研究計畫聯絡人姓名及聯絡方式，若您有關於本計畫的緊急事項要聯絡，請與湯耀期老師聯繫(電話是 0911-140100；E-mail 是 tom@mail.ntou.edu.tw)。

4. 研究的目的及方法：

本研究之目的：

(1)各分項課程設計之精熟教學活動，引導以生活文創小品為主題，提升學生的學習興趣。

(2)透過業師參與行動研究，教導產業應用的廣度，與不同專業的學習，以不同的業界角度，達到多元的學習成就與評量。

(3)在教學的過程中，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。

(4)精熟學習各項技能過程中，將不以評分為評量標準而以通過與否為評定標準，建立回饋系統與補救學習改善學習成效之影響，達到分項技術精熟化。

(5)評估綜合跨技能教學，是否能有效提升學生邏輯與橫向連結的能力，達成統合技能於

附件四、期初課程問卷調查表

113 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：電腦輔助製造與相關課程基礎問題

- 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 請問您過去是否操作過且熟悉何謂”3D木雕機”：
非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉
- 2.6 請問您過去是否操作過且熟悉何謂”振動加工技術”：
非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉
- 2.7 請問您過去是否操作過且熟悉何謂”雷射雕刻機”：
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”指令式的操作機械”：
非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

附件五、期末課程問卷調查表

113 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：電腦輔助製造與相關課程基礎問題

2.1 請問您是否已經瞭解機械製圖課程在不同機械加工技術的學習：

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”在不同加工技術的學習：

非常不瞭解 不瞭解 普通 瞭解 非常瞭解

2.3 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“3D木雕機”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“振動加工技術”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“雷射雕刻機”的使用與應用：

非常不瞭解 不瞭解 普通 瞭解 非常瞭解

2.8 請問您是否已經對“指令式的操作機械”的操作是否熟悉：

非常不熟悉 不熟悉 普通 熟悉 非常熟悉

二、參考文獻 (References)

1. Bess, J. L. (2000). *Teaching alone, teaching together*. San Francisco: Jossey.
2. 陳心彤(2012)。從協同教學中學習：探究以英語為外語教學(TEFL)的學生教師之小組協同教學經驗。國立交通大學英語教學研究所。
3. 黃雅惠(2023)。教學卓越獲獎公幼教師協同教學歷程之研究。國立高雄師範大學教育學系碩士論文。
4. 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。
5. 羅逸文(2012)。不同的輔助教學方式對「電腦輔助設計與製造」課程教學之學習成效探討。國立成功大學工業設計學系碩士論文。
6. 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。
7. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*; pp. 201-207; B. S. Bloom (Ed.) Susan Fauer Company, Inc. 1956.
8. 張添洲, 教材教法-發展與革新, 五南圖書出版有限公司,2000。
9. Ellis, A. K. (2001). *Research on educational innovations*. NY: Eye on Education, Inc.
10. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperative and Competition: Theory and Research*. Edina, MN: Interaction Book Company.
11. 陳薇婷(2023)。不同合作學習模式對於大學生學習之影響。國立嘉義大學數位學習設計與管理學系。