

教育部 109 年度大專校院教學實踐研究計畫

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：PSK1090275

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：2020.08.01 ~ 2021.07.31

電腦輔助製造與應用 技術實作教學研究計畫

Computer-aided manufacturing and application Technology
Practical Teaching Research

課程名稱 /Course Name：電腦輔助製造與應用/
Computer-aided manufacturing and application

計畫主持人(Principal Investigator)：藍翔耀 Lan Hsiang-Yao

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中華科技大學機械工程系/
China University of Science and Technology

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)：2021.08.30

109教學實踐研究計畫成果報告

摘要

近年來國內學校單位，均積極推動創客自造、創客教育等翻轉教學，活絡智慧自造。相關發展也愈來愈多，學生上課理應更有興趣、更加投入才對，然而在教材的不連貫性與欠缺自信心，在實習實作時，同學總是缺乏興趣。

創客教育之內涵包含「電腦繪圖、3D 列印、逆向掃描工程、CNC 加工」等，因此本研究計畫延續 108 年 3D 列印技術教學創新計劃，以大學部「電腦輔助製造與應用」課程為研究主題，課程內容涵蓋「電腦繪圖」與「CNC 加工」，是一門整合型的應用課程。如何經由翻轉教學，教材、教具的研發與課程的設計，以提高學生的學習效率。

本計畫採用「做中學」配合「專題導向學習」的教學策略，分組共同學習。為了達到更好的學習成效，沿用大一時學過的電腦繪圖軟體 Catia 作為 CNC 加工教學時之軟體，其優點有(1)讓「設計與製造」課程產生連貫性。(2)「設計與製造」選用同一教學軟體，可以免除「不斷更換繪圖軟體」的疑慮，減少重新教導繪圖的時間，有更多的時間投注於實際加工的練習。

為了提高學生上機實作的意願，採購零組件「自組 CNC 機台」，其優點有(1)可自行維修，排除師生「擔心撞刀」與維修費的問題。(2)由淺而深實施二階段上機實作：先在自組的 CNC 機台上，實際上機操作，程式確認無撞刀問題，再進一步到商用 CNC 機台操作，實際體驗業界機台與產業連結。(3)可學習 CNC 機台關鍵技術，進階學習發揮技職學生實作的特色。

關鍵詞：電腦繪圖、數控工具機、創客教育、專題導向學習、做中學

Abstract

In recent years, maker education is very popular. Related development is also more and more. Students should be more interested in class. However, in the teaching materials inconsistency and lack of self-confidence, in the practice, students always lack of interest.

The content of the maker education includes "computer graphics, 3D printing, reverse engineering, CNC machining" and so on. So this research program continues the 108-year 3D printing technology teaching innovation program. With the University Department's "Computer-aided Manufacturing and Application" course as the research topic, which covers "computer graphics" and "CNC machining". It is an integrated application course. How to improve students' learning efficiency by flipping teaching, teaching materials and teaching aids.

This research uses "learning by doing" and "project-based learning" in teaching strategies, study in groups. In order to achieve better learning results, using the freshman computer graphics software Catia as CNC machining teaching software. Its advantages are (1) to "design and manufacturing" courses to produce consistency. (2) "Design and manufacture" the choice of the same teaching software, can eliminate "keep changing of drawing software" doubts, reduce the time to re-teach drawing, more time to bet on the actual processing exercises.

In order to improve the practices intention of students, Buy parts to assembly CNC machine, its advantages are (1) can be self-repaired, to eliminate teachers and students "worried about the machine collision" and maintenance costs. (2) By the shallow and deep implementation of the second stage practice: first in the assembly CNC machine operation. Confirmed the programing no

problem with the machine collision, and then further to the commercial CNC machine platform operation. (3)Can learn the key technology of CNC machine, advanced learning to play the characteristics of vocational students.

Keywords: Computer Graphics 、 CNC Machining 、 Maker Education 、 Project-Based Learning 、 Learning by doing

目 錄

摘要.....	II
Abstract	II
一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)	1
二、文獻探討 (Literature Review).....	2
三、研究問題 (Research Question).....	2
四、研究設計與方法 (Research Methodology).....	3
(一) 研究架構.....	3
(二) 研究設計	4
(三) 研究範圍	6
(四) 研究對象.....	6
(五) 研究方法	6
(六) 實作場域與模式	7
五、教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes).....	10
(一) 自行組裝 CNC 機台	10
(二) CNC 銑床乙級檢定通過證照 10 張 (另有 1 人術科通過，學科未過).....	11
(三) 校外參訪	12
(四) 研究成果	12
六、建議與省思 (Recommendations and Reflections)	19
(一)教學省思	19
(二)教學建議.....	19
參考文獻 (References)	19
附件 (Appendix)	20
1. 課程學習成效與滿意度評量表.....	20
2. 前後測學習成效評量表.....	21
3. 課程實作學習 動態評量表.....	22
4. Google 表單線上評量問卷.....	23

一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

1. 研究動機

現今各國從政府與學校單位，均積極推動創客自造、創客教育等翻轉教學，讓創意可視化，並發展文化創意、創意設計等激發年輕學子的創意，活絡智慧自造，促使產業加值，增加經濟效益。

坊間創客教育之內涵包含「電腦繪圖、3D 列印、逆向掃描工程、CNC 加工」等，系上對應於與本計畫相關的課程有「電腦繪圖、CNC 數控控制、電腦整合製造」等，在前述各項優越條件下，學生上課理應更有興趣、更加投入才對，然而在基礎原理課程講授時有聽的同學已經不多，**於機台實作時**，同學都停留在課桌上，機器也都孤獨的荒廢在那，**學生學習意願低落。探究學生學習意願低落可能的原因有：**

- (a)「電腦繪圖」與「CNC 數值加工」軟體無法連貫使用，於「CNC 數值加工」課程時重新學習新繪圖軟體，降低學習意願。
- (b)學生欠缺 CNC 機台實作機會：學校擔心「機台撞車」，無法負擔高昂的維修費或撞機後機台停工影響後續上課進度，因此沒有辦法讓每位學生上線實作。
- (c)學生缺乏自信心，學前就自我設定，擔心「機台撞車」，導致上機學習意願低落。
- (d)對於學習只想愈簡單愈好，學習目標設定為知道就好，不想進一步體驗

技職學生最大的特色就是「具有實作的能力」，而「**電腦繪圖與 CNC 加工**」不但為機械系學生之基礎學科且為創新創客教育之重要一環，只要能善加誘導學習，將可發揮每一個孩子無限的創意，發揮創客自造，人人即工廠，活絡智慧自造，促使產業加值，增加經濟效益。

本研究計畫在如何運用專題導向學習方法(project-based learning, 簡稱 PBL)，輔以自製研發教具及課程的設計，誘發學生的學習動機，由實作中建立基本知識與自信心，主動學習甚或知識回饋、分享學習生果，提高學習的效率與問題解決的能力。

2. 研究目的

本研究計畫在經由教具與課程的設計，強調「動手做、做中學」，配合專題導向學習 project-based learning, PBL)，延續一年級電腦繪圖所使用 Catia 繪圖軟體中 CNC 加工模組來教導學生，讓電腦繪圖與機械加工能連貫，使學習具有連慣性，提高學生學習興趣。上機實作部分，分成二階段上機實作，首先自組 CNC 雕刻機台，**自組機台的好處是技術全程掌握，不用擔心機台撞車時維修費用與維修時程的問題**，學生除了可在軟體中先進行加工電腦模擬外，也可以在自組的 CNC 機台上，先實際上機操作，進而有機會到商用 CNC 機台操作時，就不必擔心機台撞車的問題了。

自組 CNC 機台，也能讓學生從實做中體驗基礎學科的學理，瞭解 CNC 機台的關鍵零組件，學習 CNC 機台的關鍵技術，從「做中學」建立自信心，進而能投入學習發揮技職學生動手做的專長，實現創客精神，促使產業加值，增加經濟效益。

本研究基於上述研究動機，選擇以 **Catia 繪圖軟體為教學工具**，對大學部「**電腦輔助製造與應用**」課程實施教學創新研究計畫，該課程涵蓋「**電腦繪圖**」、「**機械製造**」與「**CNC 加工**」，是一門整合型的應用課程。期盼能透過教材教具的輔助翻轉教學，並了解對大學部「電腦輔助製造與應用」課程學習成效之影響。總合其研究目的如下：

- (1) 探討透過教學軟體的選用：了解「電腦繪圖」與「機械製造」課程連貫性與學習態度的影響。
- (2) 分二階段上機實作：探討透過自組的 CNC 機台，先期提供學生上機實作，第二階段再進入商業機台實作，對於「CNC 數控加工」實作課程學習成就的影響。
- (3) 分析教學軟體整合與自組的 CNC 機台實作，對於「電腦輔助製造與應用」課程，學生實務技能的影响。

二、文獻探討 (Literature Review)

教育部 108 年度施政方針指出「發展多元創新高等教育、優化技職校院實作環境、強化產學鏈結、縮短學用落差、培育產業發展轉型需求的新興數位科技人才」等五大前瞻能力，因此各級學校為了實踐教育部的施政方針，近年來問題導向學習（problem-based learning, PBL）或專題導向學習（project-based learning, PBL），成為許多學者積極投入的研究，PBL也成為當下火紅的教學策略。

學者（計惠卿、張杏妃, 2001）指出PBL教學策略是一種以學生為中心的教學策略和學習過程，教師居於從旁輔導的角色，文中亦提到PBL的理論基礎有建構主義、情境學習以及合作學習。（張民杰, 2003；陳銘偉, 2004；陳毓凱, 2005）在研究中指出PBL教學可以培養學生小組合作與自我導向學習的能力。學者(陳毓凱、洪振方, 2007)指出，在合作學習的過程中學生不再是被動的聆聽者，在學習的過程中學生須主動的參與並與他人溝通交流、討論、分享概念，反思進而修正調整施行方法。

另另外，學者（賴阿福，2004）指出，基於杜威的「做中學」(Learning by doing)理念，應用專題導向學習，讓學生在真實環境下，投入於解決挑戰性問題，可將學習獲得之知識能彈性應用、且熟練流暢地被運用在真實的情境任務中；學者（林俊明，2016）研究發現學生參與分組合作學習後，大多數學生將對該門課程視為有趣的課程，進而提升學習動機；學者(黃敦煌、梁正鐮，2017)運用分組合作學習教學方法在數學補救教學實務上，量化評量結果發現分組合作學習使一般學生的學習成就、學習態度均上升；學生質性問卷的回饋也發現：學生成績提升、不再討厭數學。。

綜合以上學者，本計畫以杜威的「做中學」理念，應用專題導向學習方法，分組合作學習，教師從旁輔導，培養學生CDIO之自學力，使之能夠成為符合企業實際需要的人才。

三、研究問題 (Research Question)

本研究基於上述研究動機，對大學部「電腦輔助製造與應用」課程，實施專題導向學習(project-based learning, 簡稱PBL)之教學實驗策略，想探究的問題有：

1. 專題導向學習對學生**學習態度**有何影響?
2. 專題導向學習與合作學習，對學生**學習態度**有何交互作用的影響?
3. 專題導向學習對學生**學習成效**有何影響?
4. 專題導向學習與合作學習，對學生**學習成效**有何交互作用的影響?
5. 專題導向學習對學生**實務技能**有何影響?
6. 專題導向學習與合作學習，對學生**實務技能**有何交互作用的影響?

四、研究設計與方法 (Research Methodology)

(一) 研究架構

本研究計畫以「電腦輔助製造與應用」為研究主題，該課程涵蓋「電腦繪圖」、「機械製造」與「CNC 加工」，是一門整合型的應用課程。如前所述，目前全國技職大專院校，對於「電腦繪圖與 CNC 教學」軟體，除了少部分的學校，大多使用不同的教學軟體，學生又要重新適應新的軟體，為降低學習意願的一個因素。

本計畫選用 Catia 軟體向下延伸教學，作為 CNC 製造演練時之軟體，希望可以將 CAD 與 CAM 兩項共用一套教學軟體向下延伸，亦可解決現在學生的迷失：

- (a) 學生對於「電腦繪圖」與「機械製造」等課程，總是視為互相獨立的課程，無法互相連結與應用。
- (b) 「電腦繪圖」與「CNC 數值加工」軟體無法連貫使用，於「CNC 數值加工」課程時重新學習新繪圖軟體，降低學習意願。

本計畫課程內涵屬於實務技術型課程，因此採用「做中學」配合「專題導向學習」的教學方法，分組合作學習。課程內容以 CNC 銑床乙級證照考試內容的 6 個題目為範例，共分五個階段教學：

(一) 電腦繪圖階段：以 PBL 教學模式，分組合作學習，教學助理的引導充分討論、發掘問題，老師從旁輔導。因計畫參與學生對於 Catia 繪圖軟體大都具有一定程度的熟悉度，因此 CNC 銑床乙級的 6 個題目應該都不難，可以很快的繪製完成，把多餘的時間留在第二階段介紹 CNC 刀具程式設定與機台實作。

(二) CNC 刀具程式設定與模擬：講授 CNC 銑床乙級證照考試可以攜帶的刀具、加工應注意事項後，以 PBL 教學模式，逐題教導演示，分組合作學習，教學助理充分引導討論、發掘問題，老師從旁輔導。

(三) 自組 CNC 機台：利用前兩階段課餘時間，每組挑選優秀的同學利用課餘時間，採購零組件「自組 CNC 機台」，這些參與學生於上課演練時作為種子教師。自組 CNC 機台，也能讓學生從實作中體驗基礎學科的學理，瞭解 CNC 機台的關鍵零組件，學習 CNC 機台的關鍵技術，從「做中學」建立自信心，因了解進而能投入學習。

(四) 自組 CNC 機台實作(二階段上機實作之一)：經由「自組 CNC 機台」，學生除了學習 CNC 組裝關鍵技術外，因機台是自行組裝，當然亦可自行維修，不用擔心機台撞車維修費用與維修時程的問題；另外「自組 CNC 機台」可以方便實施二階段上機實作，可以先在自組的 CNC 機台上，先實際上機操作，程式確認無撞刀問題，再進一步到商用 CNC 機台操作，實際體驗業界機台，除了與產業連結外，也不用擔心機台撞車的問題了。學生可放心大膽操作，分組合作學習，教學助理協助，老師從旁輔導，當可勝任完成 6 題 CNC 乙級工件。

(五) 商用 CNC 機台實作(二階段上機實作之二)：因 CNC 加工程式已在「自組 CNC 機台」實作過，程式絕無撞刀問題，所以同學依分組合作學習，教學助理引導與協助，老師從旁輔導，當可勝任完成 6 題 CNC 乙級工件。

最後將 PBL 教學過程所紀錄學生實習實作評量表所獲得的資料處理與分析，並比較經由本研究計畫實施與歷年使用傳統教學，同學通過 CNC 銑床乙級證照人數作分析比較，藉以瞭解 PBL 融入教學實習課程上的成效，其整體架構圖如圖 1 所示。

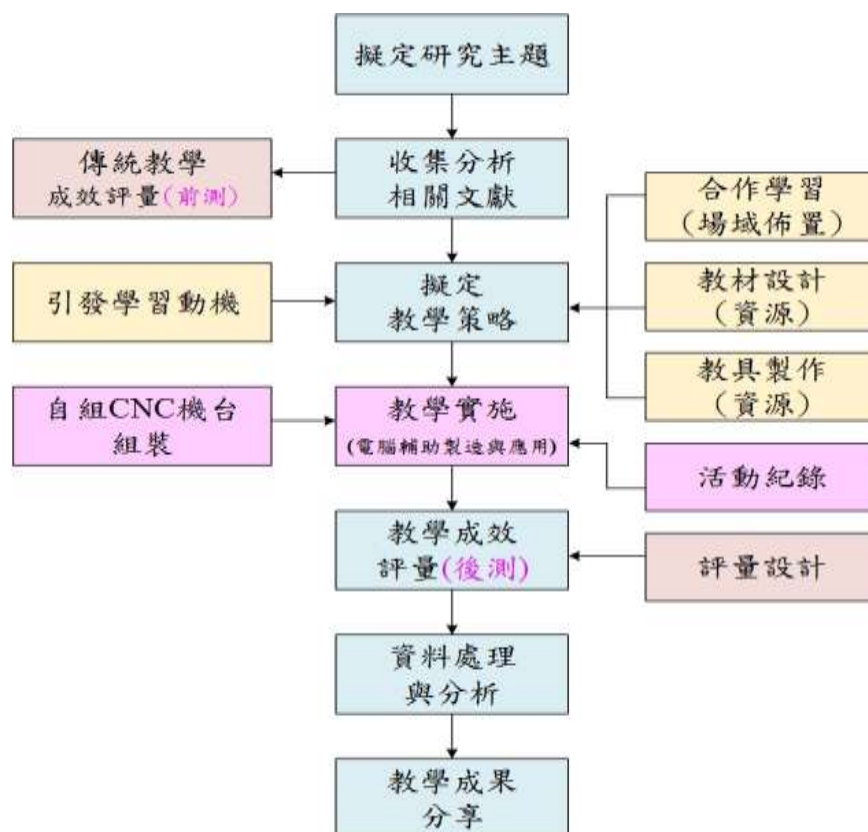


圖 1. 電腦輔助製造與應用 技術教學之架構圖

(二) 研究設計

(1)本研究計畫以大學部「電腦輔助製造與應用」為研究主題，以「做中學」配合實務型的專題導向 PBL 為教學策略。因為本系同年級招收 2 班，「一般機械組與動力機械組」各一班，且動力機械組招收的對象是以高職汽車科學生為主，因此兩班學生基礎知識相差太大，不適宜做為研究計畫之對照組，因此在研究設計上為了能分析比較教學成效，將以 106 學年入學甲班「一班機械組」學生為對象，當計劃實施時該班學生已為大四學生。首先對研究學生背景做一說明：

(a)該班學生電腦繪圖以 ProE 為主、Catia 為輔。

(b)該班已修過「CNC 數值控制」相關課程有「大一下數控實習(一)、大二上數控實習(二)、大二下數控檢定實務」，然後於「大四上參加 CNC 銑床乙級證照」技能檢定，且 CNC 教學軟體改用 MasterCAM 軟體。

(2)研究設計上為了能分析比較教學成效，取樣分析的模式有二種：

(a)第一種取樣模式是計畫實施學前、學後比較：如前學生背景說明，學生於「大一下、大二上、大二下」，已上過「CNC 數值控制」相關課程，學前先調查前 3 個學期學生課堂實際上機實作時數；再比較經由本計畫課程設計實施後，實際上機實作時數。

(b)第二種取樣模式是與前幾年學生比較，大四通過「CNC 銑床乙級證照」檢定通過人數與通過率是否增加。

期盼經由「電腦繪圖與 CNC 教學軟體」的統一與「自組 CNC 機台」二階段上機實作的教學策略，透過「做中學」與 PBL 的教學模式，可以提升學生的學習動機、主動學習，由實作中建立知識與技能，經由合作學習，培養學生溝通表達、解決問題的能力，其整體研究

設計規劃如圖 2 所示，其課程進度概要如表 1 所示。



圖 2. 研究設計循環圖

表 1. 課程進度概要

週次	章節主題	備 註
1-3	1.計畫說明、分組 2.CNC 銑床乙級題目(第 1-6 題電腦繪圖)	
4-6	CNC 銑床乙級題目(第 1-6 題電腦輔助程式設計 CNC 轉檔參數設計)	1.大四上學期第 6 週後，另有安排 CNC 銑床乙級技能檢定練習時間(每週 1-2 天) 2.期末課程結束，針對 CNC 銑床乙級檢定每天集訓練習。
7-8	CNC 銑床乙級題目(第 1-6 題自組機台實作)	
9	期中評量	
10-17	CNC 銑床乙級題目(第 1-6 題實作) 分 2 個場域(自組機台實作、商業機台實作)	
18	期末評量	
其他	CNC 銑床乙級檢定練習	

(三) 研究範圍

- (1)本研究設計以大學部「電腦輔助製造與應用」課程為探討範圍，以「做中學」配合實務型專題導向 PBL 為教學策略。探討如何經由教材教具與課程設計，**試圖將「電腦繪圖」與「CNC 加工」課程作一連貫**，於繪圖中隨時考慮可製造性，讓「電腦繪圖」與「機械製造」不再是互相獨立的，不知學何所用？產生嚴重產學落差。
- (2)藉由自組 CNC 機台教具的製作，讓機台上機實作改以二階段完成，**讓師生免於擔心機台撞車與高昂維修費的問題**，更落實技術實作，縮短產學落差。當同學「有自信、敢實作」後，即使到業界更換不同軟體使用，因為學習踏實熟練有自信心，當可順利將相關知識移轉過去。

(四) 研究對象

現今各國從政府與學校單位，均積極推動創客自造、創客教育等翻轉教學，讓創意可視化，並發展文化創意、創意設計等激發年經學子的創意，活絡智慧自造，促使產業加值，而「電腦繪圖與 CNC 加工」，是創客教育內容不可或缺的重要一環。**因此本研究的研究對象為「機械工系」的大學部學生**，期望藉由翻轉教學，與自行組裝 CNC 機台，完成二階段實作，藉由「做中學」的理論，能誘發學生的學習興趣。

(五) 研究方法

- (1)以準實驗研究法(quasi-experimental research method)。
- (2)對同一授課班級，於「電腦輔助製造與應用」課程，採用教學前、後實作時數分析比較，如表 2 所示。

表 2. CNC 相關課程 實際上機實作評量表 (直接填入概算時數，或看下方填表說明)				
課程名稱	機台基本操作 (三軸定位)	機台基本操作 (刀長設定)	一般工件 銑削實作	CNC 乙級 題目實作
數控工具機及實習(一) (前測)				
數控工具機及實習(二) (前測)				
數控工具機檢定實務 (前測)				
本計畫課程 (後測) (電腦輔助製造與應用)				

說明：(1)沒有； (2) 1 小時以下； (3) 1-2 小時； (4) 2-5 小時； (5) 5-10 小時；
(6) 10-20 小時； (7) 20-30 小時； (8) 30-40 小時； (9) 40-50 小時； (10) 50 小時以上

(3)與前幾年比較，大四參加「CNC 銑床乙級證照」檢定，通過檢定人數與通過率是否增加，如表 3 所示。

表 3. 中華科大機械系 近 4 年 CNC 銑床乙級證照通過人數				
	103 年入學	104 年入學	105 年入學	106 年入學 (本計畫實施)
報名人數				
通過人數				
通過率				

(4)輔以教學過程之**動態評量紀錄**來分析檢視教學成效，如表 4 所示。

表 4. 學習成效動態評量表				
	學習熱誠	相關概念的理解	知識的活用性	作品完成的熟悉度
CNC 銑床乙級 (第 1-6 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 1-6 題程式轉檔)				

(六) 實作場域與模式

本計畫實施，實作場域分成校內及校外。

(1)校內實作：電腦繪圖全班授課練習時於有 A302 電腦教室，如圖 3 所示。

電腦繪圖於課餘時間，開放 B403 教室提供給學生練習，如圖 4 所示。



圖 3. 校內實作 A302 電腦繪圖教室授課



圖 4. 校內實作 B403 課餘時間電腦繪圖自主練習教室

(2)校內實作：分成「自組機台、商業機台」二組。

自組機台：在 B403 教室，提供給第一次實作的同學及未參加 CNC 乙級檢定的同學練習實作，如圖 5 所示。

商業機台：在 CNC 工廠，提供給參加 CNC 乙級檢定的同學練習實作，及寒假期間作為加強 CNC 乙級檢定集訓練，如圖 6-8 所示。



圖 5. 校內實作 B403 自組 CNC 機台實作練習教室



圖 6. 校內實作 CNC 工廠商業機台實作練習

期末至寒假期間 CNC 銑床乙級 檢定加強練習時間 (地點：CNC 工廠)			
日期	星期	機台操作人員名單	電腦繪圖與程式模擬
1月11日	一	劉OO、郭OO、王OO、趙OO	其他 10人
1月13日	三	沈OO、林OO、吉OO、廖OO	其他 10人
1月14日	四	郭OO、翁OO、劉OO、呂OO	其他 10人
1月18日	一	劉OO、郭OO、王OO、趙OO	其他 10人
1月19日	二	沈OO、林OO、吉OO、廖OO	其他 10人
1月20日	三	郭OO、翁OO、劉OO、呂OO	其他 10人
1月21日	四	劉OO、郭OO、王OO、趙OO	其他 10人
1月22日	五	沈OO、林OO、吉OO、廖OO	其他 10人
1月25日	一	郭OO、翁OO、劉OO、呂OO	其他 10人
1月26日	二	劉OO、郭OO、王OO、趙OO	其他 10人
1月27日	三	沈OO、林OO、吉OO、廖OO	其他 10人
1月28日	四	郭OO、翁OO、劉OO、呂OO	其他 10人
1月29日	五	沈OO、林OO、吉OO、廖OO	其他 10人

CNC 銑床術科乙級檢定日期 中華科大 機械系 14 人

1. 2/2(二) 5 人：劉 OO、王 OO、翁 OO、趙 OO、沈 OO

2. 2/3(三) 5 人：郭 OO、劉 OO、郭 OO、吉 OO、林 OO

3. 2/4(四) 3 人：吳 OO、呂 OO、廖 OO、莊 OO (另還會有 1 位外校人士)

1/13(三) 07:30-17:00 全體 14 位同學務必到<瑞工機械科>實際練習機台，不可遲到 !!!!!

圖 7. 校內實作寒假 CNC 銑床乙級檢定 加強練習時間表



圖 8. CNC 銑床乙級檢定 學生練習工件

(3)校外實作：對於有報名參加 CNC 乙級檢定的 14 位同學，與檢定場所「瑞芳高工機械科」協調，檢定前安排 2 天時間，給同學練習以熟悉機台，並邀請有經驗的業師蒞臨指導，如圖 9 所示。





圖 9.校外實作到瑞芳高工 CNC 銑床乙級檢定場 練習（業師指導）

五、教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

本研究計畫以大學部「電腦輔助製造與應用」課程為研究主題，課程涵蓋「電腦繪圖」、「機械製造」與「CNC 加工」，是一門整合型的應用課程。期盼能透過教材教具的輔助與課程的設計來翻轉教學，過程中以「做中學」與 PBL 的教學模式，以提升學生的學習動機、主動學習，由實作中建立知識與技能，經由合作學習，培養學生溝通表達、解決問題的能力，並了解對大學部「電腦輔助製造與應用」課程學習成效之影響。

(一) 自行組裝 CNC 機台

在班上挑選上課認真、學習狀況較好的同學，利用課餘時間協助組裝 CNC 機台，這些同學在進行 PBL 教學時，也可做為分組合作學習的種子教師。圖 10 為組裝機台時重要之零組件模組，圖 11 為自組 CNC 機台完成的照片，因機台是自己組裝，學生不用擔心撞刀與維修的問題。



(a)mach3 控制板零件圖

(b)主軸及冷卻系統模組

(c) mach3 軟體介面

圖 10. 自組 CNC 機台重要之零組件模組

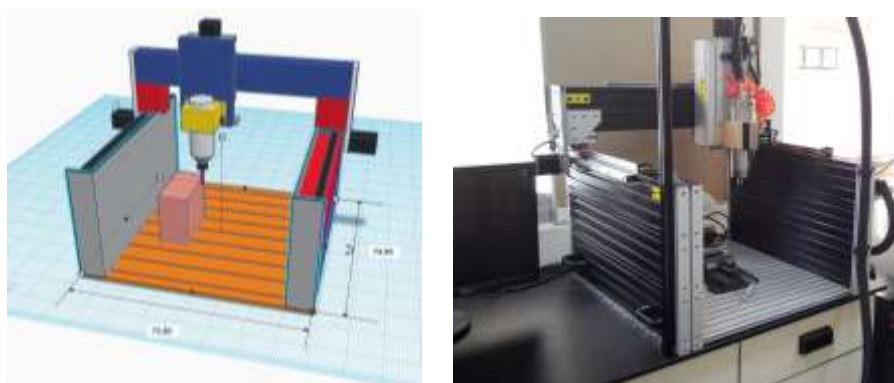


圖 11. 自組 CNC 機台

(二) CNC 銑床乙級 通過證照 11 張

今年 CNC 銑床乙級技能檢定總共有 14 位同學報名，5 月中前有 10 位同學拿到證照，另外有一位同學術科通過但是學科沒有過，本來在 6 月初的時候要補考學科，但因疫情關係，一直暫停辦理，一直到 8/12 開放學科補考，才取得證照。



圖 12. CNC 銑床乙級 證照檢通過證照

(三) 校外參訪

參訪「悅誠興業股份有限公司」，悅誠是以汽車板金製造為主，讓學生了解大型汽車板金模具的加工、組裝，板金的分段沖壓、裁切、到成型，完整的流程，及模具倉儲等。



圖 13. 校外參訪

(四) 研究成果

為了驗證 PBL 教學成效，設計有「學習成效評量表」與「學習滿意度評量表」如附件 1。圖 14 所示為依學生「學習成效評量表」所作的統計分析，依最高分的第 2,3 題可證明「課程設計」，有助於提升學生學習興趣與學習成效。圖 15 為依學生「學習滿意度評量表」所作的統計分析，依最高分的第 5,9 題可證明「合作學習」及「課程總評」，有助於提升學生學習興趣與學習成效。由圖 14、15 可知，每一問卷學生的滿意度都達 90%，可見本研究的教學方法，普遍獲得學生的認可。

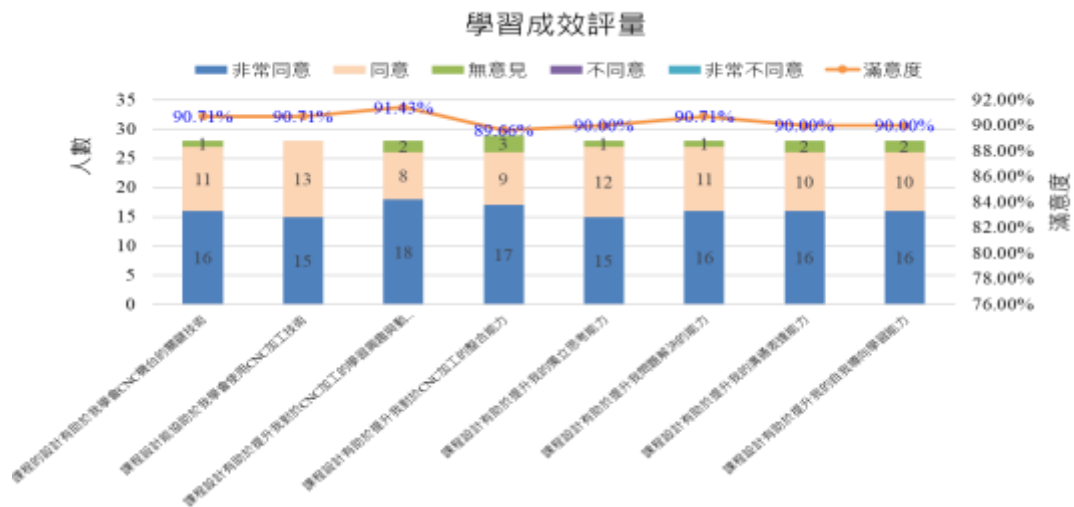


圖 14. 學習成效評量表統計分析

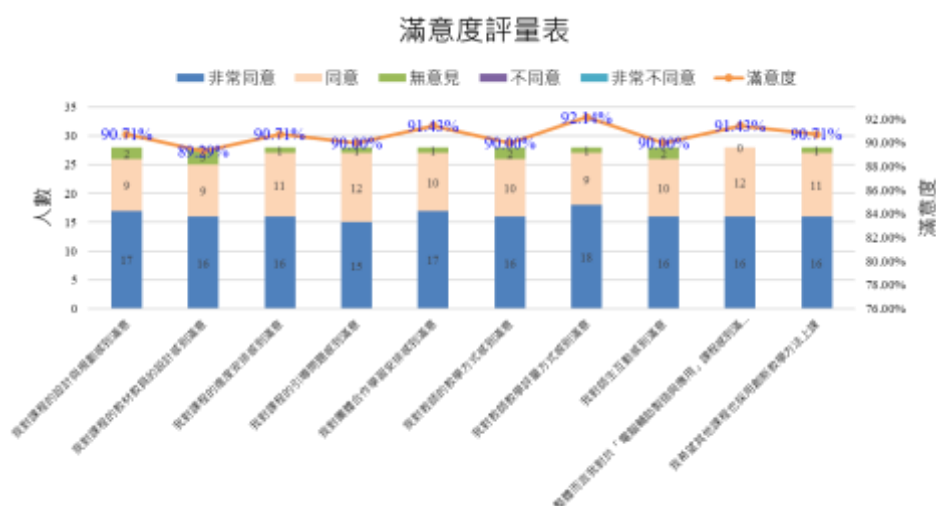


圖 15. 學習滿意度評量表統計分析

圖 16 為依表 2 於「電腦輔助製造與應用」課程實施，教學前、後「實作時數」的分析比較，前測包含 1，2 年級時 CNC 相關的 3 門課「數控 1、數控 2、數控檢定實務」；後測為本計畫課程，而實作的內容包含 CNC 技術實作最重要的四項「三軸定位、刀長設定、一般工件銑削、CNC 乙級題目實作(曲面銑削)」。由圖 16 中看起來實作時數只增加了 2 小時，但 CNC 實作，還是要看「一般工件銑削或乙級題目實作」實際加工，不適宜將四項時數相加，也不應停留於「三軸定位、刀長設定」近似理論式的練習。

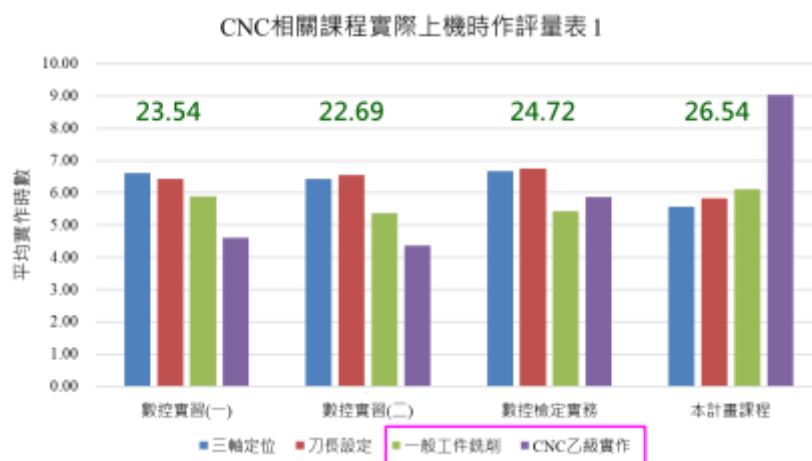


圖 16.教學前後測實作時數分析比較 1

本研究將圖 16 中「一般工件銑削與乙級題目實作」的實際加工時數獨立相加，於圖 17 中，就可明顯的感受到「實作時數」增加了 4 小時，而且「實作愈熟練，定位與刀長設定就會愈快，時間就會愈短」，這是合理的數據。

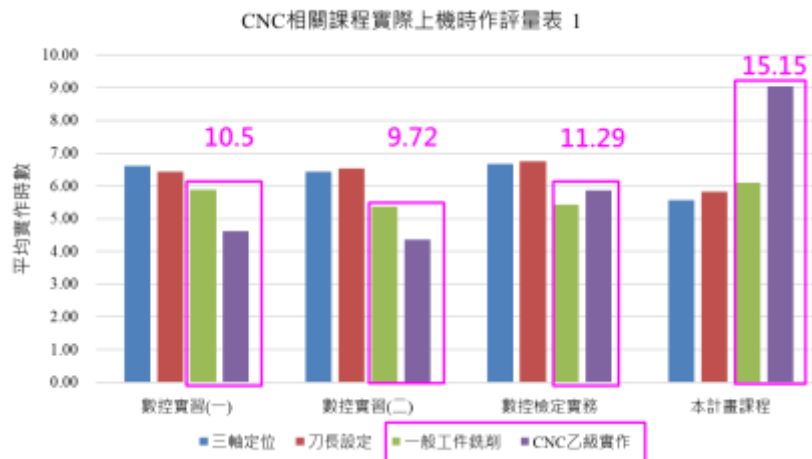


圖 17.教學前後測實作時數分析比較 1(只計算後 2 項實作時數)

圖 18 是由圖 17 的數據，把 X 軸的「課程名稱與實作項目」互換，重新製作圖表，紫色的是本計畫的課程，明顯看到「本計畫實作的時數與難度」都明顯的增加。

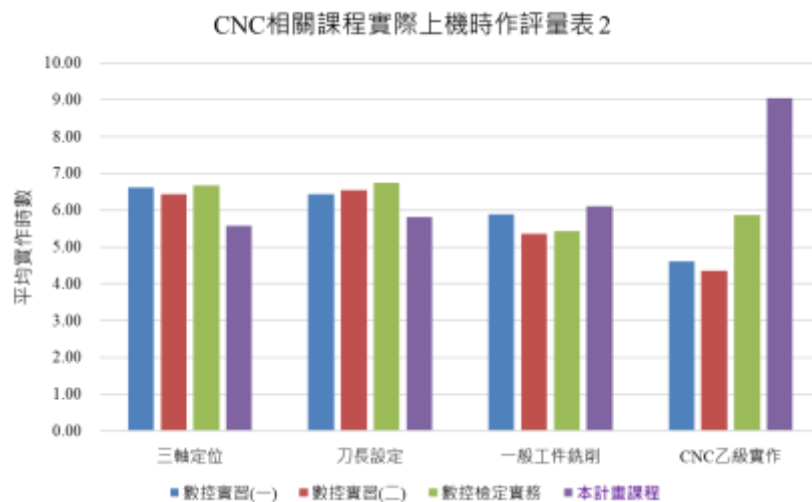


圖 18.教學前後測實作時數分析比較 2

表 5 是本系近 4 年 CNC 銑床乙級報名與證照通過人數整理表，從報名人數看今年報名人數好像變少，那是因為少子化後，今年四年級的全班學生人數就較少。且以前報名完畢，系上會找擁有 CNC 甲級證照的老師來教，但因教學模式不同，學生只有報名，實際練習的同學都打對折，通過率也不高。今年因本計畫實施，教師先挑選優秀同學當「種子教師」，之後以「合作學習、同儕教學」的模式進行，教師從旁輔導，反而通過率更高、教學效果更好，這可由圖 19「CNC 乙級通過率」來看，前面 3 年大約都在 20% 上下，今年通過率 78.5%，遠遠的高過於前幾年，這個通過率也已經可以比美高職學校。

表 5. 中華科大機械系 近 4 年 CNC 銑床乙級證照通過人數

	103 年入學	104 年入學	105 年入學	106 年入學 (本計畫實施)
報名人數	22	20	23	14
通過人數	4	5	6	11
通過率	18.18%	25.00%	26.09%	78.57%

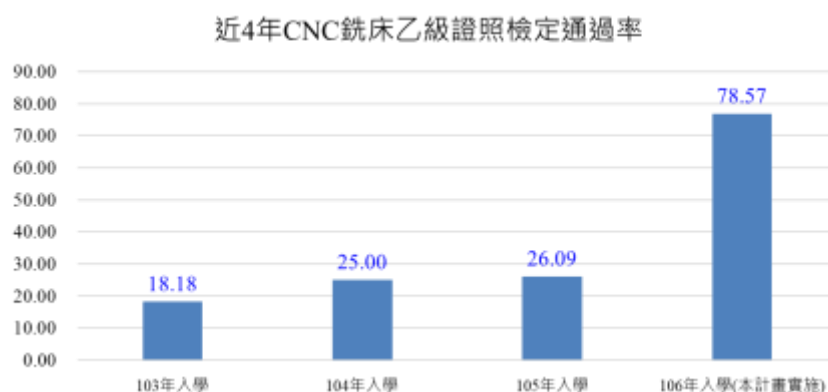


圖 19. 本系近 4 年 CNC 乙級通過率比較分析

因為今年學生實作表現，實在遠超過於我的預期，因此本計畫針對「有參與 CNC 乙級檢定的 14 位同學」另外設計 Google 表單問卷，想了解學生「心理的想法」是什麼? Google 表單問卷題目如附件 2，因篇幅關係只挑選幾題來跟大家分享：

調查的「**第一大題**」是，在合作學習時，學生較常擔任的角色?

- 1.擔任「教導」者時的看法
- 2.擔任「被教導」者時的看法
- 3.初期為「被教導」者，後期為「教導」者的看法。(則 1、2 項題目都要回答)

圖 20 中，初期只有安排 2 位是種子教師的「教導」者，其餘 12 位都是「被教導」者；後來有 3 位同學，由「被教導」者晉升為「教導」者。

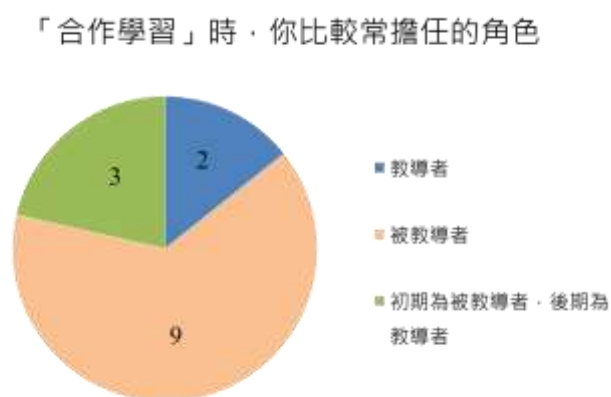


圖 20. 合作學習時學生較常擔任的角色

「第二大題」在合作學習時，擔任「教導」者時的看法，共有 5 人回答

1. 教導同學時對你的學習有幫助嗎？	人數	百分比
(1) 有	5	100%
(2) 沒有	0	0%

2. 教導同學時對你的學習有幫助嗎？有哪些？(可複選)	人數	百分比
(1) 為了表達想法，必須有條理地說出想法，不同於自己思考時的速度，較易發現自己不會的地方	2	40%
(2) 讓我學習如何講解，幫助我了解更多	5	100%
(3) 有時候教別人也會發現自己不會之處	5	100%
(4) 可以試著把自己知道的東西以較好的方式讓別人了解	5	100%
(5) 了解別人的理解思路	2	40%
(6) 其他	0	0%

說明：其中回答第 2,3,4 項，5 位同學都有選答，可以達到「教學相長與學習自我表達的能力」

7. 你覺得什麼原因有助於你幫助同學解決問題？(可複選)	人數	百分比
(1) 問題可以馬上獲得解決	4	80%
(2) 可以互相問問題，互相找出對方問題	5	100%
(3) 學越多，某些東西越容易忘記，但和同儕練習過的部分，有時就記得特別清楚	2	40%
(4) 其他	0	0%

說明：其中第 2 項，可以互相問問題，互相找出對方問題，100% 5 位同學都有選答，
證明合作學習，有效提高學習效率，又能「自利利人」，且同學學習意願非常的高。

8. 感謝你熱心的教導同學，你願意繼續教導學弟妹們，傳承較好的學習方式嗎？	人數	百分比
(1) 非常願意	1	20%
(2) 願意	3	60%
(3) 普通	1	20%
(4) 不願意	0	0%
(5) 非常不願意	0	0%

說明：在**教導者**的同學中，有**80%**的同學，表達「願意」繼續教導學弟妹們，展現出同學的「**自信心與無私心**」

「**第三大題**」在合作學習時，擔任「**被教導**」者時的看法，共有**12人**回答

1. 合作學習中，同儕教學對你有幫助嗎？	人數	百分比
(1) 有	12	100%
(2) 沒有	0	0%

2. 合作學習中，同儕教學對你有哪些？(可複選)	人數	百分比
(1) 比較親近，沒有這麼制式化	11	91.7%
(2) 同學會用不同的方法、不同的面向去教學這樣	3	25%
(3) 老師會不太知道學生為什麼不懂，但是如果像我跟同學討論的話，比較容易找出不懂的地方	0	0%
(4) 老師教越多，某些東西越容易忘記，但和同儕練習過的部分，有時就記得特別清楚	0	0%
(5) 可以強迫我去學習不會的題目	0	0%
(6) 其他	0	0%

說明：選**(1)**比較親近，沒有這麼制式化，有**91.7%**的同學選答，也暗示者我們老師，對**現在的學生**，更要注重「**課堂氛圍與表達方式**」

5.經由課程學習後，你覺得自己可以晉升為教導者的角色嗎？	人數	百分比
(1)可以	2	16.7%
(2)可以試試看	8	66.7%
(3)不可以	2	16.7%

說明：回答「可以」或「可以試試看」的同學，有 83.7%，另外填選「不可以」的 2 位同學可能是因為未通過 CNC 乙級證照，很明顯的表示同學因拿到了 CNC 乙級證照，提升了自信心。

6. 如果你有能力教導學弟妹，你願意成為教導者，傳承較好的學習方式嗎？	人數	百分比
(1) 非常願意	0	0%
(2) 願意	6	50%
(3) 普通	5	41.7%
(4) 不願意	1	8.3%
(5) 非常不願意	0	0%

說明：在被教導者的同學中，回答「願意」的同學有 6 位佔 50%，更好玩的是除了「原來初期為被教導者，後期晉升為教導者」的 3 位同學外，又多了 3 位同學；代表同學的「自信心與熱誠」回來了。

六、建議與省思 (Recommendations and Reflections)

(一)教學省思

- (1)對於很多大專院校的老師而言，如何引起學生的學習興趣比本身專業知識還重要。課堂上若採用一成不變的教學方式，學生容易因習慣而失去專注力。
- (2)發揮技職學生實作的強項，以「專題導向學習方法」，分組合作學習，由「做中學」獲得的成就感，可以讓學生對自己更有自信。
- (3)從學生的學習反應、課餘實作及學習評量表綜合分析，PBL 能有效提升學生學習興趣。

(二)教學建議

- (1)計畫從 Google 表單「合作學習 成效分析」中得知，對技職學生，教師可以善加利用「合作學習、同儕教學」，效果非常良好。
- (2)在「合作學習 成效分析」中，被教導者有 83% 明顯提升了「自信心」，願意從被教導者晉升為教導者的角色中。

參考文獻 (References)

- 1.教育部(2019)。教育部108年度施政方針。台北：教育部
- 2.計惠卿、張杏妃。2001。全方位的學習策略－問題導向學習的教學設計模式。教學科技與媒體，55，58－71。
- 3.張民杰(2003)。超學科統整模式之一--問題導向學習在國中九年一貫課程的設計與實施。新竹師院學報，17，389-424
- 4.陳銘偉(2004)。問題本位學習教學模式對高職學生之合作學習與批判思考歷程與成效的研究。私立中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 5.陳毓凱、洪振方(2007)。兩種探究取向教學模式之分析與比較。科學教育月刊，305期，4-19。
- 6.賴阿福 (2004)。資訊科技融入創新教學之教學策略與模式國教新知。國教新知，61(4)，28-45
- 7.林俊明. (2016).傳統講演法與合作學習法教學對國教七年級學生數學學習動機與成效影響之研究—以雲林縣某國中為例. 中興大學。
- 8.黃敦煌、梁正鐮(2017)，分組合作學習於高級中等學校數學補救教學課程上之成效：以「數列與級數」單元為例，臺灣教育評論月刊；6卷12期，P156-179

附件 (Appendix)

1. 課程學習成效與滿意度評量表

電腦輔助製造與應用 課程學習成效與滿意度 評量 (在方格內打勾✓)

	題號	題 目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
學習成效評量	1	課程的設計有助於我「學會 CNC 機台的關鍵技術」					
	2	課程設計能協助我「學會使用 CNC 加工技術」					
	3	課程設計有助於提升我對於「CNC 加工的學習興趣與動機」					
	4	課程設計有助於提升我對於「CNC 加工的整合能力」					
	5	課程設計有助於提升我的「獨立思考能力」					
	6	課程設計有助於提升我「問題解決的能力」					
	7	課程有助於提升我的「溝通表達能力」					
	8	課程有助於提升我的「自我導向學習能力」					
滿意度評量	1	我對「課程的設計與規劃」感到滿意					
	2	我對「課程的教材教具」的設計感到滿意					
	3	我對課程的「進度安排」感到滿意					
	4	我對課程的「引導問題」感到滿意					
	5	我對團體「合作學習」安排感到滿意					
	6	我對教師的「教學方式」感到滿意					
	7	我對教師「教學評量方式」感到滿意					
	8	我對「師生互動感」感到滿意					
	9	整體而言我對於「電腦輔助製造與應用」課程感到滿意					
	10	我希望其他課程也採用創新教學方法上課					

其他建議：_____

2. 前後測學習成效評量表

表 1. CNC 相關課程 實際上機實作評量表 (直接填入概算時數，或看下方填表說明)				
課程名稱	機台基本操作 (三軸定位)	機台基本操作 (刀長設定)	一般工件 銑削實作	CNC 乙級 題目實作
數控工具機及實習(一) (前測)				
數控工具機及實習(二) (前測)				
數控工具機檢定實務 (前測)				
本計畫課程 (後測) (電腦輔助製造與應用)				

說明：(1)沒有； (2) 1 小時以下； (3) 1-2 小時； (4) 2-5 小時； (5) 5-10 小時；
(6) 10-20 小時； (7) 20-30 小時； (8) 30-40 小時； (9) 40-50 小時； (10) 50 小時以上

表 2. 中華科大機械系 近 4 年 CNC 銑床乙級證照通過人數				
	103 年入學	104 年入學	105 年入學	106 年入學(本計畫實施)
報名人數				
通過人數				
通過率				

3. 課程實作學習 動態評量表

表 3. 課程實作學習 動態評量表 (電腦繪圖)				
	學習熱誠	相關概念的理解	知識的活用性	作品完成的熟悉度
CNC 銑床乙級 (第 1 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 2 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 3 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 4 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 5 題電腦繪圖)				
CNC 銑床乙級 (第 6 題電腦繪圖)				

表 4. 課程實作學習 動態評量表 (程式轉檔)				
	學習熱誠	相關概念的理解	知識的活用性	作品完成的熟悉度
CNC 銑床乙級 (第 1 題程式轉檔)				
CNC 銑床乙級 (第 2 題程式轉檔)				
CNC 銑床乙級 (第 3 題程式轉檔)				
CNC 銑床乙級 (第 4 題程式轉檔)				
CNC 銑床乙級 (第 5 題程式轉檔)				
CNC 銑床乙級 (第 6 題程式轉檔)				

4. Google 表單線上評量問卷

附件二、 訪談大綱 (Goole 表單問卷)

各位同學好，感謝您參與教育部教學實踐研究計畫『電腦輔助製造與應用 技術實作教學研究計畫』，以下問卷為計畫實施後之「評量問卷」，主要是想了解你個人對於課堂上施行合作學習之感受及想法，問卷結果將保密，僅供研究計畫做數據分析，請放心填答。（學號、姓名可填可不填）

學號： 姓名：

一、說說看，這學期進行「合作學習」時，你比較常**擔任的角色是**？（被教導者/教導者）

1. 教導者
2. 被教導者
3. 初期為被教導者，後期為教導者

二、擔任教導者時的看法：

1. 教導同學時對你的學習有幫助嗎？
 - (1)有
 - (2)沒有
2. 教導同學時對你的學習有幫助嗎？有哪些？(可複選)
 - (1)為了表達想法，必須有條理地說出想法，不同於自己思考時的速度，較易發現自己不會的地方,
 - (2)讓我學習如何講解，幫助我了解更多,
 - (3)有時候教別人也會發現自己不會之處,
 - (4)可以試著把自己知道的東西以較好的方式讓別人了解,
 - (5)了解別人的理解思路
 - (6) 其他
3. 你都以什麼方式在教導同學？(簡答題)
4. 你覺得一開始同學不理解課程內容或表現不佳的可能原因是？(簡答題)
5. 當你在教導同學的活動進行時，你覺得同學的學習態度如何？(可複選)
 - (1) 認真聽講、學習
 - (2) 半信半疑的學習
 - (3) 抱持懷疑的態度，在應付
 - (4) 不理會
 - (5) 其他

6. 你覺得同學在你的教學後有改善學習問題嗎？
- (1)有
 - (2)沒有
7. 你覺得什麼原因有助於你幫助同學解決問題？(可複選)
- (1) 問題可以馬上獲得解決
 - (2) 可以互相問問題，互相找出對方問題
 - (3) 學越多，某些東西越容易忘記，但和同儕練習過的部分，有時就記得特別清楚
 - (4) 其他
8. 感謝你熱心的教導同學，你願意繼續教導學弟妹們，傳承較好的學習方式嗎？
- (1) 非常願意
 - (2) 願意
 - (3) 普通
 - (4) 不願意
 - (5) 非常不願意

三、擔任被教導者時的看法：

1. 合作學習中，同儕教學對你有幫助嗎？
- (1)有
 - (2)沒有
2. 合作學習中，同儕教學對你有哪些？(可複選)
- (1) 比較親近，沒有這麼制式化
 - (2) 同學會用不同的方法、不同的面向去教學這樣
 - (3) 老師會不太知道學生為什麼不懂，但是如果像我跟同學討論的話，比較容易找出不懂的地方
 - (4) 老師教越多，某些東西越容易忘記，但和同儕練習過的部分，有時就記得特別清楚
 - (5) 可以強迫我去學習不會的題目
 - (6) 其他
2. 你覺得在合作學習中比較好的同儕教學方式是？(簡答題)
3. 你覺得自己一開始不理解課程內容或表現不佳的可能原因是？
- (1) 沒有認真在聽講、學習
 - (2) 課程講授方式，不易理解
 - (3) 其他
4. 你覺得在組員教學講解後，你有比較了解課程內容嗎？
- (1) 完全理解
 - (2) 理解
 - (3) 普通
 - (4) 不理解
 - (5) 完全不理解

5. 經由課程學習後，你覺得自己可以晉升為教導者的角色嗎？
- (1) 可以
 - (2) 可以試試看
 - (3) 不可以
6. 如果你有能力教導學弟妹，你願意成為教導者，傳承較好的學習方式嗎？
- (1) 非常願意
 - (2) 願意
 - (3) 普通
 - (4) 不願意
 - (5) 非常不願意

四、初期為「被教導者」，後期擔任「教導者」時的看法：

1. 合作學習中，同儕教學對你有幫助嗎？
 - (1)有
 - (2)沒有
2. 合作學習中，同儕教學對你的學習有哪些幫助？(可複選)
 - (1) 比較親近，沒有這麼制式化
 - (2) 同學會用不同的方法、不同的面向去教學這樣
 - (3) 老師會不太知道學生為什麼不懂，但是如果像我跟同學討論的話，比較容易找出不懂的地方
 - (4) 老師教越多，某些東西越容易忘記，但和同儕練習過的部分，有時就記得特別清楚
 - (5) 可以強迫我去學習不會的題目
 - (6) 其他
3. 你覺得在合作學習中比較好的同儕教學方式是？(簡答題)
4. 你覺得自己一開始不理解課程內容或表現不佳的可能原因是？(可複選)
 - (1) 沒有認真在聽講、學習
 - (2) 課程講授方式，不易理解
 - (3) 其他
5. 你覺得在組員教學講解後，你有比較了解課程內容嗎？
 - (1) 完全理解
 - (2) 理解
 - (3) 普通
 - (4) 不理解
 - (5) 完全不理解
6. 經由課程學習後，你覺得自己可以晉升為教導者的角色嗎？
 - (1) 可以
 - (2) 可以試試看
 - (3) 可以試試看

7. 如果你有能力教導學弟妹，你願意成為教導者，傳承較好的學習方式嗎？

- (1) 非常願意
- (2) 願意
- (3) 普通
- (4) 不願意
- (5) 非常不願意

五、合作學習教學活動進行的看法：(綜合問題)

1. 經過本學期你覺得自己有什麼改變？(可複選)

- (1) 讓我對學習更有自信
- (2) 可以強迫我去學習不會的問題
- (3) 遇到不懂的問題，讓我較容易開口詢問同學
- (4) 增進同儕間的友誼
- (5) 對於學習感覺仍然困難，但更容易學習
- (6) 對於學習還是蠻難的，但互相討論有一起進步的感覺
- (7) 其他

2. 你覺得在進行合作學習教學時，老師可以再協助做些什麼，對你的學習會更有幫助？
(簡答題)

3. 聊聊你自己對課程學習的想法，說說看還有什麼可以幫助你的教學方式？(簡答題)

4. 你對分組方式的看法是？(簡答題)

5. 你對活動時間的看法是？(簡答題)