

【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：PEE1110391

學門專案分類/Division：工程學門

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

工業 4.0:精進「CDIO 的專題導向學習方法 PBL」探索「自主學習」應用於航空技術領域:「飛行原理與飛行模擬實作」以及「專題實作」課程之行動研究
(配合課程名稱/Course Name: 飛行原理與飛行模擬實作、專題實作)

計畫主持人(Principal Investigator)：蔡博章

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中華大學機械工程學系

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)：2023/08/20

工業 4.0:精進「CDIO 的專題導向學習方法 PBL」探索「自主學習」應用於航空技術領域:「飛行原理與飛行模擬實作」以及「專題實作」課程之行動研究

一. 本文

1. 研究動機與目的

(1) 研究動機

挑戰：航空技術，智慧機電整合相關學程和民航局無人機學科與術科證照以及機師證照等，都必須大幅仰賴專業學識、實機操作與實驗室練習等經驗，才能讓學生培養出精熟的技能。而傳統實驗室，多半屬於微處理器程式設計、感測器整合或機器人模型之類；提供學生只使用業餘微處理器機板進程式設計，再連接至簡單的感測器以操作小型馬達、照明設備或其他類型的傳統簡易元件，都是購置套裝成品，學生主要的學習挑戰往往不是來自系統，而是已撰寫好的模版程式

如果要求學生完成「打造小型機器人模型以執行相當複雜的工作」之類的大專題。創意工程、人工智慧、VR/AR、軟體程式設計撰寫、智慧機電整合學程等軟性能力就較具挑戰性；硬體系統本身的組合反而相當單純。

就大多數的大學部工程學程來說，核心課程都會以複雜軟硬體系統的模擬製作為基礎，並透過數學與科學方法來進行分析；而複雜度高的程式開發、機電整合則多半不懂而與核心課程脫節，因此難免一些問題就會產生。再配合大學選才多元化以及新課綱的實施，並隨著資訊科技的進步與數位化的發展，教育傳輸方式與內容也日新月異，由被動學習，成為互動學習，更進一步進入自主學習，強化主動學習的精神。「自主學習」驟變成為高等工程教育的重要元素。

為工程設計複雜度做好準備：在現今資訊爆炸，變化如此快速的時代，對學生來說，知道如何篩選資訊，建構自己所需知識，並管理自己的學習步調與採用方法相當重要。「主動學習」已成為一項必要的能力，其包含以下幾個特點。

- 能清楚並主導自己待學習的主題與方法
- 能誠實面對自己決定的路中所遭遇的問題並踏實解決
- 能對自己的學習歷程與解決問題方法進行反思與檢討
- 能誠實對結果負責

此主動學習能力也能協助學生更清楚地發現並培養自己的價值，如同(Wall, 2003)所述，“一個主動的人能在生活中主導自己的路徑，根據自我覺知的計畫來展現自己的特性，從大量的合法選擇項目中，找到自己想要投入的，並且根據他自己對於什麼是有價值的，什麼是值得做的，來了解自己的生活的意義”，學生就能更快培養出純熟的專業能力，準備迎接真實世界裡的工程複雜度問題。

面對上述挑戰，我們教學應該做什麼準備呢?或調整改變呢?

本人自我審視後，認為應該將[110 年度教育部教學實踐研究計畫成果-無人機導論課程]擴大鏈結應用到此次課程的再精進。

知識操作基礎課程:飛行原理與飛行模擬實作 專案整合應用與驗證課程:專題實作
課程精進簡單介紹: Covid-19 疫情過後以及美中貿易大戰，無人機技術發展神速，飛行原理與飛行模擬實作課程除了飛行與控制基本原理、飛行模擬與實機操作訓練、民航法規與學科術科證照考試介紹之外，近年來受物聯網、智能智慧通信與網路技

術進步得以整合，使得無人機從娛樂擴散到教育、商業、農業、電影藝術、物流運輸、國防領域等諸多高價值應用。同時，無人機配合了影像識別、人工智慧深度學習與大數據分析工具各方面的整合，新一代的物聯網平台，正提供了新一代智慧型無人機的全面創新應用時代。民航業也重新洗牌，預期也將從谷底翻身。

審視幾所國立大學無人機的產業人才培訓和教學的情況：課程密集和時間短促、無人機軟硬體差異與主題應用問題複雜，都是跨領域點或片段學習，屬於發散模式 (divergent mode) 學生看不到解決問題的最後系統全貌而失去耐心沒有成就感。

1. 成功大學：台灣綠能無人機創新競賽：（使用 Google 雲端硬碟瀏覽）

<https://drive.google.com/open?id=1atWEbZFrgw0uue5Iu7KXUc-S3QeFSYQs>

2. 中央大學：融入無人機物聯網之跨領域專題導向的創新教材設計與實踐研究：

以通訊系微算機課程為例：（使用 Google 雲端硬碟瀏覽）

<https://teachncu.ncu.edu.tw/achievement/firstcourse/21>

(2) 研究目的

本研究作者所教授之大一基礎課程－創意工程，配合大二機械系專業課程，另有大三總體課程 capstone course 專題製作、智慧機器人、智慧製造、無人機導論、飛行原理與飛行模擬實作及智慧工廠等智慧系列就業應用必選修課程。本創新教學活動屬性是收斂模式 (Convergent mode) 有系統科學方法尋找題目和定義應用問題，教學目標明確，機械系創客技能造物實作能力較強，本研究目的是加強：(1) 學生學習動機可以再提升 (極欲改善) (2) 自組公版新一代智慧型無人機的拆解和組裝以及調校，製作成 Youtube 影片，放置於 [自主網站] 學習供各課程體驗學習教學使用 (欲改善) (3) 建置課程 [自主學習網站]，除原有教學網站資源外還包括：遙控無人機飛行訓練平台 RealFlight G7 以及機師飛行模擬器 Realistic Flight Simulator X 供同學自主學習操作訓練與體驗 (極欲改善) (4) 仿效諸多大學校級 [自主學習平台] 課程設計，於 111-1 學期甄選個人/分組自主學習規劃案專題，於 111-2 學期專題實作課程實施自主學習專題發表評選，然後控制組與對照組進行學習成效問卷調查分析 (極欲改善) (5) 探索自主學習，強化主動學習的精神，提升學習意願與學習成效 (極欲改善)。

本研究不只以「他山之石，可以攻錯」作為課程計畫反思、回饋與持續改善，並且探討於 111-2 學期機械系大二飛行原理與飛行模擬實作及 111-2 學期大三專題實作學生，以專題導向式學習 PBL 為主軸，融合 MIT 工程教育 CDIO 教育模式，以及 Stanford 的 D-School 跨領域合作思維，實際操作，並在最後以有效單元統計質性和量化問卷及 Kirkpatrick 四層次評估模式評量學習成效，反饋再最佳化並與 110-1 和 110-2 學期的這兩門課的學習動機與學習成效比較看看有沒有提升。

2. 研究問題

研究主題：探索自主學習，強化主動學習的精神，提升學習意願與學習成效 <本計畫擬融入下述創新與課程延續重要的教學作法：(1) 建置課程 [自主學習網站]，除原有教學網站資源外還包括：遙控無人機飛行訓練平台 RealFlight G7 以及機師飛行模擬器 Realistic Flight Simulator X 供同學自主學習操作訓練與體驗 (2) 仿效諸多

大學校級[自主學習平台]課程設計於 111-2 學期甄選個人/分組自主學習規劃案專題，於 111-2 學期專題實作課程實施自主學習專題發表評選，然後控制組與對照組進行學習成效問卷調查分析。

3. 文獻探討

近年來工業 4.0 升級，由於產業之間的橫向交流頻繁，所面臨的問題也逐漸的複雜化，亟待具備跨領域整合的人才投入，因此跨領域學習的教育逐漸在大學教育中盛行起來。在此前提下，大學教育的思維已逐漸從以往的老師為主體，轉變成以學生為主體的「學習者中心」教學模式，而大學也不再完全以知識傳授作為唯一的核心理念，而是將大學視為一個提供學習者間共同學習與合作的場所，塑造出跨領域合作解決問題與行動實踐能力的氛圍與環境(Shen, 2011)(Shen, 2012)。

- (1) **專題導向學習 (Project-Based Learning, PBL)**:教學原理與應用:PBL 教學法以解決問題並實踐專案為出發點，增進學習者自主學習的能力，同時培養深入且能有效應用的專業能力(甘珮禎, 2003)。
- (2) **CDIO 工程教育發展模式**:本研究以 CDIO 工程教育模式(Crawley, 2007)作為創意工程這門課大專題的操作流程，使教學與專案實踐的流程能更為聚焦與系統化。
- (3) **史丹佛大學 D-School 的跨領域合作思維**:跨領域合作思維分為五個階段「設計思維」提供的一個跨領域結合創意與分析的新學習方法(Design Council, 2005)(沈揚庭、戴沛吟, 2019)。
- (4) **探索自主學習，強化主動學習的精神**

值得注意的是，在設計這些教學活動時，需注意到(Bonwell, nd)所提到的，主動學習需具備下列七項特性中的數項：(1)學生的參與多於被動傾聽；(2)學生參與有意義活動(如閱讀、討論、寫作)；(3)較不著重資訊的傳遞而較著重學生能力的發展；(4)較重視態度與價值的探索；(5)學生的動機被提升；(6)學生可獲得教師的立即回饋；以及(7)學生涉入較更高層次思考(如分析、綜合、評鑑)。除此之外，若是教師在教案中能夠設計機會讓學生可以應用學習內容解決他們正在經歷的真實問題，他們將可親自參與問題解決的歷程，也會因此更有學習動機

在戴爾所提出的學習經驗圓錐 (Dale, 1969)中(如圖一所示)提到，若是學生僅進行記憶與理解等較低階的認知學習，能夠記得的知識比例將偏低。若是學習能夠進到分析、批判、評量、討論、辯駁，教導同儕，與同儕之間的互動學習等更高層式的學習活動，學生將能全面思考，全面參與，把課堂的學習效果以及知識的保存率最大化 (Anderson, 2013)。這樣的階段即為主動學習，而認知學習階段為被動學習階段。



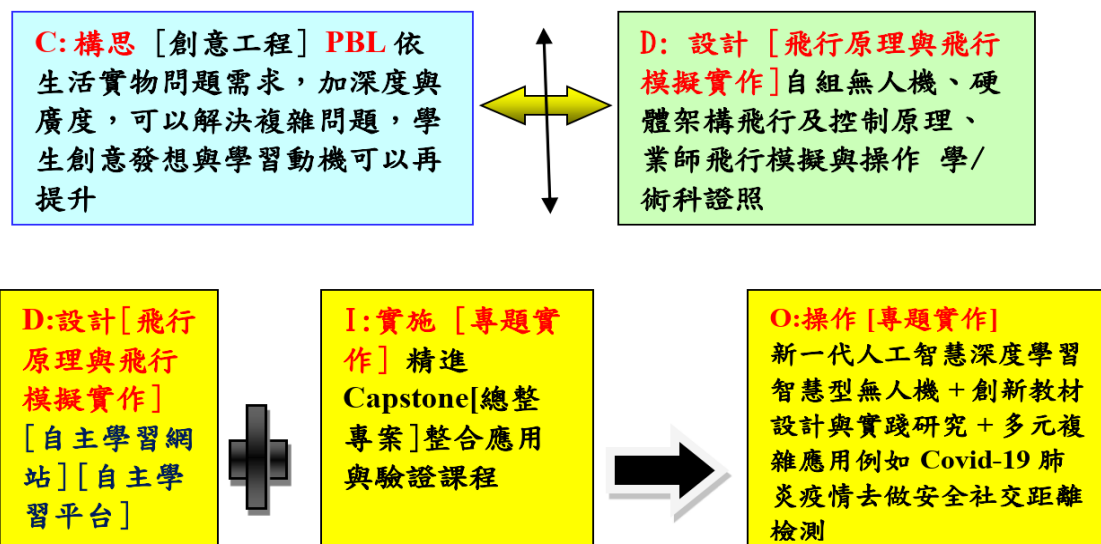
圖一 戴爾所提出的學習經驗圓錐 (Dale, 1969)

4. 教學設計與規劃

<敬請參閱附件一：本研究的構想簡易照片與圖示補充說明>



教學設計與規劃的核心在於：探索自主學習，強化主動學習的精神。整個的課程精進與規劃如圖一所示，以及搭配[飛行原理與飛行模擬實作]和[專題實作]的課程大綱及課程表來執行。



圖二、解決問題的深化 CDIO 式 Capstone[總整專案]融入自主學習之教學規畫流程

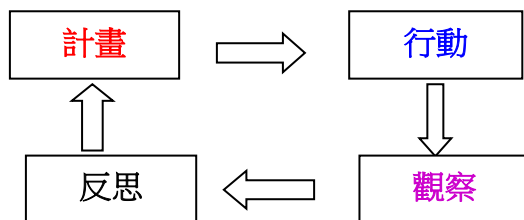
附件二：無人機導論專題實作課程操作歷程-無人機應用案例教案：

<https://docs.google.com/document/d/1S48BLj92istjIhWkNbI2-bEc2JnylQVz/edit?usp=sharing&ouid=104927147696029468061&rtpof=true&sd=true>

5. 研究設計與執行方法

(1) 研究方法與工具

本研究的研究方法是以現在最流行的「行動研究」四個循環為主軸(圖三)，其內涵如下：



圖三、「行動研究」四個循環

大致包括下列 6 項步驟：界定問題或訂定目標、回顧探討相關文獻、形成可供考驗的假設或探討的策略、安排研究的環境，並明確敘述程序和條件、確立評鑑標準、評量技術，以及其他可取得有效回饋的其他工具或手段，最後分析資料與評鑑結果。飛行原理與飛行模擬實作以及專題實作的同學在分組決定專題題目要解決問題後，老師和學生即進行行動研究的研究過程。除了系上的原有的專題實作，還加入自主學習的專題甄選與競賽。

研究工具有：[飛行原理與飛行模擬實作]以及[專題實作]課學生：腦力激盪 brainstorming、TRIZ 找出生活上能應用的問題、3D printing 與無人機與機械手臂體驗、自組無人機、18 週課表活動項目、YouTube 應用與自主學習等還有[機械系航空技術組教學與研究實驗室]軟硬體設備。而老師有[無人機偵測 Covid-19 社交距離]案例教案和 e-campus、CHUMoodle 和 IRS 系統「Zuvio」即時回饋系統。

(2) 資料處理與分析

資料收集包含量化與質化，其來源有五：

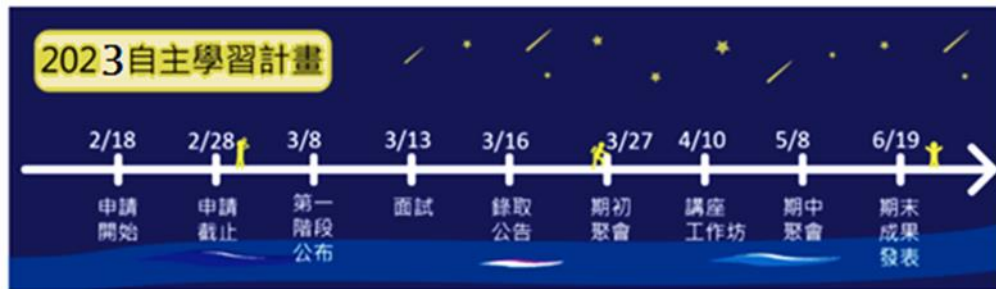
- i. 期中測驗：查看第 6 項教學暨研究結果(2)
- ii. 期末問卷：查看第 6 項教學暨研究結果(3)
- iii. 訪談：查看第 6 項教學暨研究結果(4)
- iv. 課堂觀察：本研究針對機械系大二[飛行原理與飛行模擬實作]有 20 位同學，大三[專題實作]有 33 位同學在課堂與操作課輪流觀察兩次。資料分析中，量化資料以敘述統計、T-test 以及統計圖表等工具分析。質化則以 (Patton, 2002) 提出的建構式 (social constructivism) 概念進行分析。
- v. 自主學習的專題甄選、執行與競賽。

6. 教學暨研究成果

[飛行原理與飛行模擬實作]與[專題實作]針對學生的學習成效差異化評估，從課程創新計畫與再精進 4 項方案，再融入無人機導論課程操作歷程，實施後，搭配資料處理與分析；期中測驗、期末問卷、訪談：各組組長進行開會及訪談、課堂觀察及線上點名。

教學以及研究分析結果顯示如下：

(1) 本計畫最核心的[自主學習專題]教學以及研究分析結果 (圖四)



圖四 原計畫書規劃的自主學習專題的期程

<自主學習專題實際實施期程>

申請開始:機械系 111-1 學期開始

根據 111 學年度 自主學習計畫_徵件辦法

附件及詳細資料請至 Google 雲端查閱

Google 雲端連結:

[1]https://drive.google.com/drive/folders/1sj4F6bkTIQ631p_DgkRIESFcb26S918H?usp=drive_link

圖五 自主學習專題徵件海報

2/14 申請結束

有 8 組報名，進入第一階段進行書面審察

根據 111 學年度 自主學習計畫_徵件辦法(Google 雲端連結)

[1]https://drive.google.com/drive/folders/1sj4F6bkTIQ631p_DgkRIESFcb26S918H?usp=drive_link

2/21 第二階段面試

面試地點：m103 教學實驗室

審查標準：可行性、學習力、利他性及預期效益。

錄取名單預計於 2023/2/24 (五) 公告。



圖六 第二階段面試各組同學報告

2/24 錄取公告

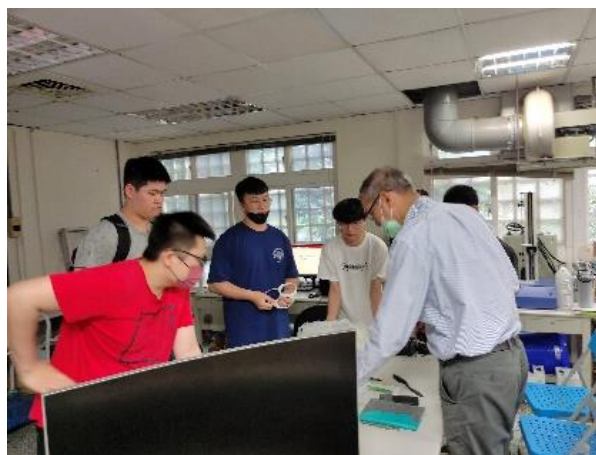
有 3 組錄取 (參考附件三)

3/27 期初聚會

小組討論紀錄 (表一)

日期: 2023/3/27

組別	學號	姓名	學習紀錄	備註
第一組	B10906●1	高●翰	練習使用 Autodesk Recap Photo	
第二組	B10906●5	高●倫	灌樹梅派的作業系統,將 P10-20 開發板電腦 連接確定板子能正常讀取 RFID 訊號	
第三組	B11006●1 B11006●0 B11006●2	陳●森 廖●銘 邱●勝	學會使用 Airfoil Tools,並利用 WING 將機翼剖面點轉 & 檔加入攻角、偏置,再用 Solidwork 掃出成形	



圖七 期初聚會

5/8 期中工作坊

自主學習工作訪課程安排 (表二)

項目	主題	內容
模擬器	遙控模擬器	模擬器組裝 軟體設定 飛行訓練
	飛行模擬器	模擬器組裝 軟體設定 飛行訓練
無人機	公版無人機組裝	硬體認識 組裝教學
	使用 raspberry pi	linux 基本指令 PuTTY 遠程操作使用 Zerotier & mjpg-streamer 使用 各題目所需套件安裝
	飛控 navio2 設定	配置 emlidtool 數傳設定 遙控器頓頻
	地面站使用	Mission Planner
	飛行訓練	達到基本飛行能力
	專題實作	各組將專題完成



圖八 飛行模擬器



圖九 無人機製作紀錄

5/17 期中聚會

小組討論紀錄 (表三)

日期: 2023/5/17

組別	學號	姓名	學習紀錄	備註
第一組	B10906●1	高●翰	使用無人機對目標錄影,並做建模測試	
第二組	B10906●5	高●倫	設計 RFID 天線的支架以及連接無人機的支架	
第三組	B11006●1	陳●森	參數調整,使葉片重量在 20g 以下,並使用 Ansys 分析流場	
	B11006●0	廖●銘		
	B11006●2	邱●勝		

6/8 邀請產業界講座演講-粘博士 (參考附件五)

6/14 期末成果發表



圖十 競賽海報

自主學習專題競賽公告

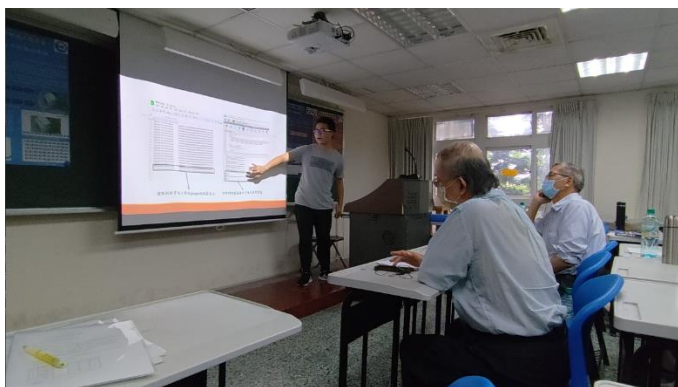
Google 雲端連結:

[2]https://drive.google.com/file/d/1MgxoinhSrogzzbcfWAAhhTjIxzx8WYwi/view?usp=drive_link



第一組報告

第二組報告



第三組報告

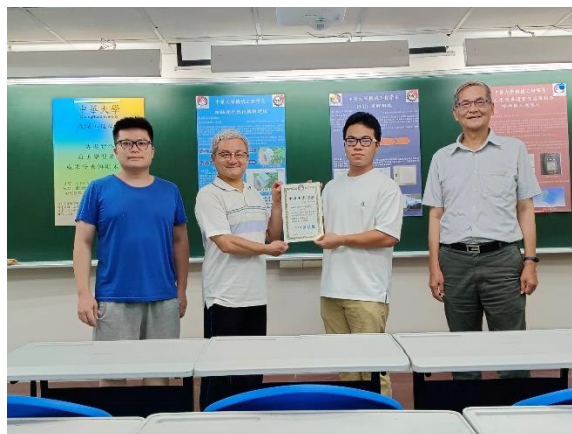


圖十 自主學習專題競賽各組報告

競賽成績 (表四)

項次	項目	第一組	第二組	第三組
1	上台報告	91.1	87.3	89.0
2	書面報告	88.0	85.0	87.0
3	海報	87.9	84.3	85.3
	總分:	89.4	85.9	87.7

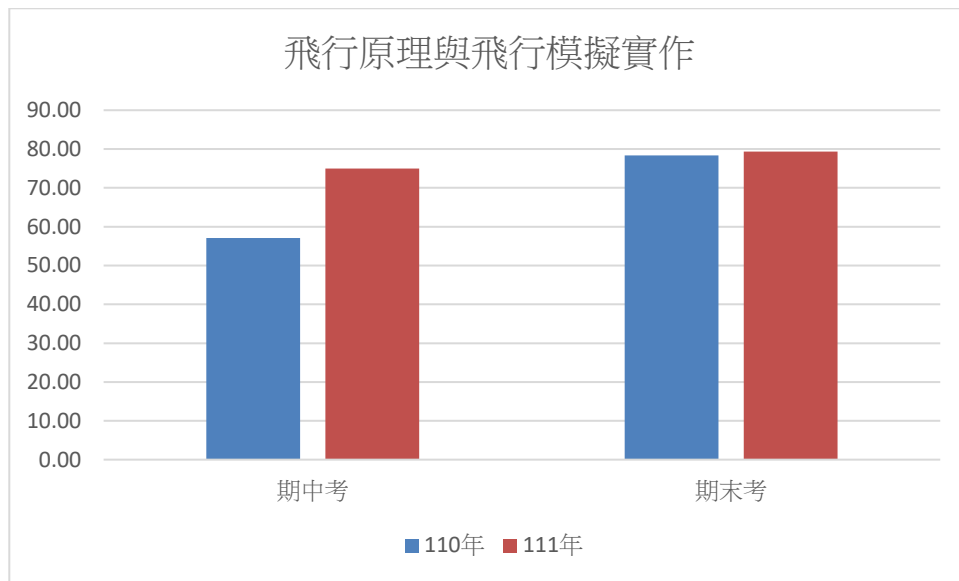
6/20 競賽頒獎





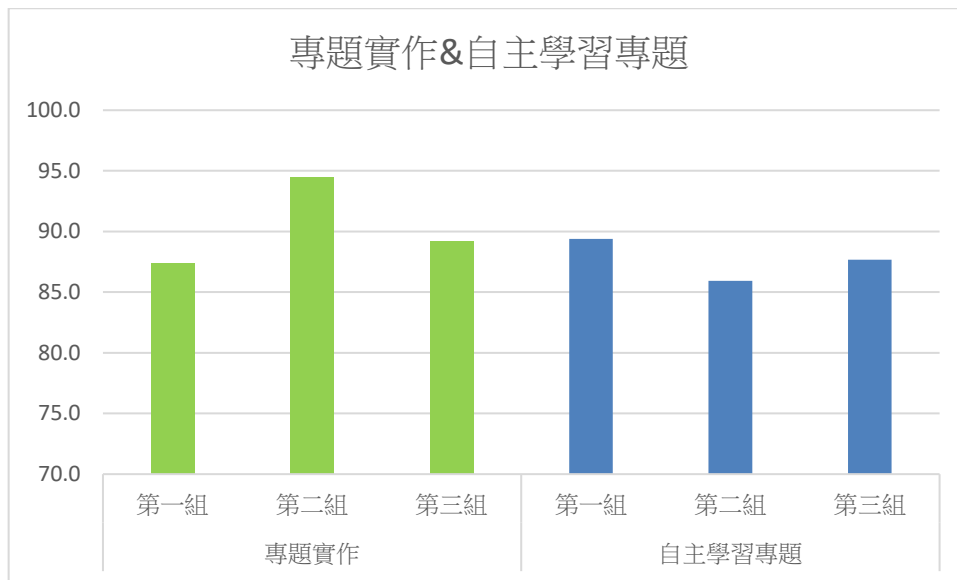
圖十一 教學實踐研究計畫機械系自主學習專題競賽頒發獎狀以及獎金

- (2) 期中、期末測驗：期中測驗在開學第九週以及第十八週實施，測驗的題目相同，施測時間也統一。測驗的題目用 IRS 和 CHUMoodle 系統進行期中考 25 題的是非題與 5 題簡答題和期末考 25 題的是非題與 3 題簡答題即時測試，課本內容的基本知識，主要測試學生在同儕互動的學習環境下所學到的飛行原理與飛行模擬實作相關基本概念包括無人機市場、機翼與流體力學、飛行原理、飛行動力與控制原理、大氣數據系統、飛行控制系統和線傳控制系統等飛機和無人機的必學知識。圖十二數據顯示大二下、第 110 和 111 學年[飛行原理與飛行模擬實作]課程期中、末考學科成績都有進步，顯示同學的學習成效有所提升。



圖十二 IRS 第 110 和 111 學年[飛行原理與飛行模擬實作]期中、末考學科成績比較

另一門大三專題實作課程，入選的三組同學除了要作機械系必修的 capstone 專題實作，還要作[自主學習專題]，研究數據顯示第二組的專題實作成績最佳，而自主學習專題的成績以第一組的成績最佳。後者三組平均成績低於前者顯示自主學習專題略為困難一點。(圖十三)



圖十三、入選的三組同學的專題實作與自主學習專題成績

- (3) 期末問卷：此問卷在學期前四週舉行前測，最後一、二週實施後測，問卷項目共五大項，包括：(1)課堂上的學習經驗(2)實作時的學習經驗(3)自評(4)建議和(5)基本資料。前三項是採 Likert 式衡量法，由「非常同意」(5 分)到「非常不同意」(1 分)共五個選項。後兩項分別為勾選式和開放式的題目。或問卷內容包含結構式問題與開放性回應，結構式問題分為滿意度量表統計及 Kirkpatrick 四層次評估以評估學習成效，回收後再以 SPSS22 統計分析軟體中之描述性統計量比對。對於該學期大二無人機導論以及專題實作學習成效評估的四個層次：反應 (Reaction)、學習 (Learning)、行為 (Behavior)、成果 (Result)，各層次定義與問卷則參考(沈揚庭、戴沛吟，2019)進行設計施做，再比較學習成效差異與問題分析。

問卷的結果分析:111-2 學期的實驗組 20 位機械系修課同學 IRS 問卷 12 題(長條圖與圓餅圖參考附件四：Q1~Q12)提問初測平均成績為 4.0 分，後測平均成績為 4.19 分，頗為提高，但兩者在最高分 5 分下都得 4.0 分以上，足以證明[飛行原理與飛行模擬實作]的教學實踐研究計畫的課程再精進規劃，同學在修課前期抱著很高希望，後測結果顯示學習成效頗為提升，深入檢討分析反思，由提問初、後測得分之折線圖(附件四)看出 Q1 至 Q12 後測成績進步，只有 Q3; **授課應用的工具以及[自主學習]教學方法**，前測成績 4.19 而後測成績 4.06 退步 0.13，訪談探討原因結果:是 20 幾位同學專題分成 9 組，由於 2 月份尚有疫情，實施幾週線上教學，造成同學無人機操作與小組討論的困難，另位同學對於自主學習專題的運作帶有增加課業額外負擔以及懷疑自己的自主獨立探索和分組分工運作完成專題，缺乏信心以及不同組領域的隔閡。因此大二修課 20 位加大三全系專題實作 33 位同學，最後只有 4 組 12 位同學完成報名參加自主學習專題甄試而 3 組入選，走完全程。又從 Q12; **學生課程整體主動學習成效顯著提升**，前測成績 4.0 而後測成績 4.2 進步 0.2，訪談探討原因結果:同學既愛又怕受傷害，裹足不前。另外(長條圖與圓餅圖參考附件四：Q13~Q16)**針對[跨域交流]、[生涯探索]、[能力培養]、[實踐學習]四大面向與同學們自主學習分組專題實作的關聯性提問**，末測平均成績為 4.23 分高分，顯見同學對[自主學習分組專題實作]與四大面向的關聯性是顯而易見的重要。

問卷 Q1~Q16 前、後測分數(長條圖與圓餅圖參考附件四)

1. 課程內容[自主學習]課表規劃
2. 老師授課技巧跟表現
3. 授課應用的工具以及[自主學習]教學方法
4. 課堂與活動場地相關的軟硬體設備
5. 計畫內相關活動執行的整體訓練設計跟[自主學習網站]
6. 透過無人機導論、飛行原理與飛行模擬實作分組專題的訓練，體驗生活化及與機械-航空技術領域相關知識技能，不僅學生的主動學習動機顯著提升，學生解決問題的能力也顯著提升
7. 透過講授、IRS 隨堂測驗、手機即問即答教學法和動手做跟遙控飛行訓練、RealFlight G7、機師飛行訓練 Realistic Flight Simulator X 的交替使用，學生課堂的專注力顯著提升
8. 自主學習專題訓練體驗增進同學的互相認識，促進團隊的互助合作學習、與發現問題及解決問題。
9. 同學多「思、想、問、做、試」創造力提升。
10. 分組找問題及解決問題，學、術科配合專題式學習法，學生自主學習的能力顯著增強
11. 課程符合 CDIO 構思、設計、實現、運作 工程教育準則
12. 學生課程整體主動學習成效顯著提升
13. [跨域交流]面向與您們自主學習分組專題實作的關聯性
14. [生涯探索]面向與您們自主學習分組專題實作的關聯性
15. [能力培養]面向與您們自主學習分組專題實作的關聯性
16. [實踐學習]面向與您們自主學習分組專題實作的關聯性

(4) 訪談心得：為深入瞭解 111-2 學期的實驗組 20 位機械系修課同學和入選自主學習專題的三組同學在加入自主學習之學習歷程環境中學習的反應與心得，各組進行開會及各別同學訪談。其中部分問卷訪談結果如下：

這學期參與[飛行原理與飛行模擬實作]自主學習分組課程，主要教學目標是以[跨域交流]、[生涯探索]、[能力培養]和[實踐學習]為主軸。透過這門課，我將獲益良多。首先，我能夠與來自不同背景的同儕進行跨域交流，擴大我的視野與人際網絡。其次，透過生涯探索，我將更深入了解航空領域的職業機會與發展趨勢，幫助我做出明智的職業選擇。此外，這門課還能培養我在飛行原理和飛行模擬方面的專業能力，提升我的學術素養和實踐技能。總而言之，這門課將為我帶來跨域交流、生涯探索、能力培養和實踐學習等方面的綜合收穫。

在這學期的課程裡，接觸到機師飛行訓練Realistic Flight Simulator X，這堂課讓我覺得最有幫助的一節課，透過模擬系統，了解飛行的一些實際技巧，雖然相較於真實飛機，還是會有差異，但這對於我們在理解上有很明顯的幫助。在飛行模擬的過程中，會發現一些問題，學長會以他的經驗講解給我們聽，讓我們了解每個指示所代表的意義。這節課也是我第一次看到機場飛行計畫表，通過學長的講解，很快的理解一些簡單的基礎。

在自主學習的專題規劃，我覺得跟隊友互相交流合作方面不錯，然後時間感覺可以在做改善，在執行方面設備以及學習資源方面足夠，成果的方面也有得到滿意的答案。

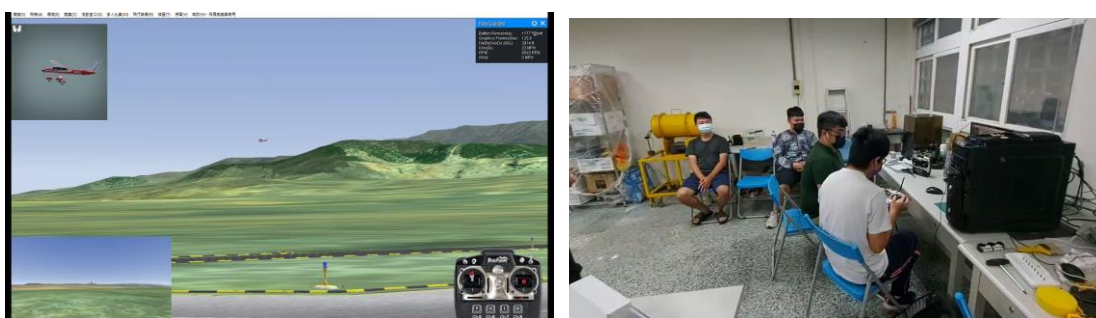
本次自主學習之專題實作，透過學生自行學習與無人機之相關知識，並透過專題實作的形式將所學習的知識實踐，提升學生自主學習及實踐學習的能力，但建議再調整一下專題製作之時間，以提高專題報告之完整性。

機師飛行訓練Realistic Flight Simulator X，可以說是這整節課最有收穫的，透過課堂與學長學習飛行相關的基礎知識，讓我們對於飛行有更穩定的基礎。

(5) 期末術科測驗



(圖十四) Realistic Flight Simulator X 機師飛行模擬器



(圖十五) RealFlight G7 遙控飛行模擬器



(圖十六)無人機術科

111-2 學期的實驗組 20 位機械系修課同學分成 7 組，由於疫情關係期末在同學的熱烈參與下，順利在實驗室完成 Realistic Flight Simulator X 機師飛行模擬器、RealFlight G7 遙控飛行模擬器以及無人機術科測驗。

顯示同學對飛行原理與飛行模擬實作的課程充滿學習熱忱，學習成效相對其他課程也維持有高水準成績。

7. 建議與省思

本研究藉由 CDIO 與 PBL 之創新教學模式，在原課程融入課程再精進方案，將學習的主動權交還給學生，由學生主導擬定與日常生活應用相關之實務專題製作，同時亦透過分組專題目標擬定、策略討論與製作的歷程，培養與他人溝通合作與解決問題的能力。

本教學實踐研究計畫完成後預期可以達成之學生學習成效包括：

- ※透過專題課程的訓練，明確尋找生活上應用解決問題提高學習興趣。
- ※無人機/民航機簡介、飛行與控制基本原理、飛行模擬實作、民航法規與學科術科證照考試介紹之外聘請業師飛行模擬與實機操作訓練，強化學生對無人機/民航機操作熟悉度。
- ※自組公版新一代智慧型無人機，搭載各種感測器，可拆可裝可調校，同學有好載具。
- ※透過課程的訓練軟體智慧平台搭設，建置課程[自主學習網站]，資通訊跨領域學習軟體能力，資訊與數位科技應用能力得以提升。
- ※時下科技研究問題：無人機偵測 Covid-19 社交距離案例示範教案，提升學生學習動機。
- ※透過講授、IRS 隨堂測驗、手機即問即答教學法和動手做跟參觀體驗的交替使用，學生課堂的專注力顯著提升。 ※同學多「思、想、問、做、試」創造力提升。
- ※精進解決問題的深化 CDIO 式 Capstone[總整專案]之基本能力。
- ※探索自主學習，強化主動學習的精神，提升學習意願與學習成效。
- ※學生整體學習成效顯著提升。

此教學實踐研究計畫獲得不錯的成果，願意到各學校教學社群分享教學做法和教材。[淡江航太系專題演講]

自主學習平台連結:

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100089104467792&mibextid=ZbWKwL>

二. 參考文獻(References)

- [1] ni.com/white-paper/52489/zht NI 選文：QUANSER 技術文章
- [2] 黃素惠，2018/11/07，「108 年教學實踐研究工作坊心得分享」中華大學 108 年教學實踐研究工作坊心得分享及計畫推動說明會，ppt，p.8。
- [3] 成功大學:台灣綠能無人機創新競賽 2020
<https://drive.google.com/open?id=1atWEbZFrgw0uue5Iu7KXUc-S3QeFSYQs>
- [4] 中央大學: 融入無人機物聯網之跨領域專題導向的創新教材設計與實踐研究: 以通訊系微算機課程為例: https://teachncu.ncu.edu.tw/achievement/firstcourse/21_2020
- [5] Shen, Y. T., Jeng, T. S., & Hsu, Y. C. (2011, September). A “Live” Interactive Tagging Interface for Collaborative Learning. In *International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering* (pp.102-109). Springer Berlin Heidelberg.
- [6] Shen, Y. T., & Lu, P. W. (2012, October). Learning by annotating: a system development study of real-time synchronous supports for distributed learning in multiple locations. *2012 6th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science and Data Mining (ISSDM)*.

IEEE,Taiwan.

[7] 甘珮禎、王尹伶、賴亦璇、張瓊穗(2003):問題導向學習模式在國小環境議題教學之應用。《教育資料與圖書館學》，40(2)，pp.198-209。

[8] Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education: The CDIO Approach*. Springer.

[9] Design Council(2005). Eleven lessons- Managing design in eleven global brands: a study of the design process. Retrieved from <http://www.designcouncil.org.uk/>

[10] 沈揚庭、戴沛吟: 以 CDIO 精神發展創客育成模式之課程設計與評估。

<http://ntcuir.ntcu.edu.tw/bitstream/987654321/11605/2/5-6%E4%BB%25A%20%20%095CDIO%E7%B2%BE%E7%A5%9E%E7%99%BC%E5%B1%95%E5%89%B5%E5%AE%A2%E8%82%09%B2%E6%88%90%E6%A8%A1%E5%BC%8F%E4%B9%8B%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E8%A8%25A%09D%E8%A8%88%E8%88%87%E8%A9%95%E4%BC%B0.pdf> 2019/12/05

[11] Bonwell, C. C. (nd). Active learning: Creating excitement in the classroom. Retrieved from https://www.ydae.purdue.edu/lct/HBCU/documents/Active_Learning_Creating_Excitement%20in_the_Classroom.pdf

[12] Dale, E. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching*. 3rd Ed. New York: Holt, Rinehart & Winston.

[13] Anderson, H. M. (2013). Dale's cone of experience. Retrieved from https://www.etsu.edu/uged/etsu1000/documents/Dales_Cone_of_Experience.pdf.

[14] 交通部民用航空局 遙控無人機管理資訊系統: <https://drone.caa.gov.tw/>

[15] Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. Thousand Oaks, CA:Sage Publications

[16] 109 年度教育部教學實踐研究計畫成果-創意工程、110 年度教育部教學實踐研究計畫成果-無人機導論，(成果結案報告-蔡博章)

三. 附件(Appendix)

附件一：本申請案的構想簡易照片與圖示補充說明



第一代：旋轉翼飛行器 Air Arrow



第二代無人機：DJI 無人機 DJI Mini 無人機

109 學年度獲教育部教學實踐研究計畫通過：教育部大專校院教學實踐研究計畫— 融入 CDIO 工程教育模式之創意工程課程—以中、菲兩國學生為例之教學實踐研究計畫。

知識操作基礎課程：

大一：創意工程(第一代)

大二：無人機導論(第二代)

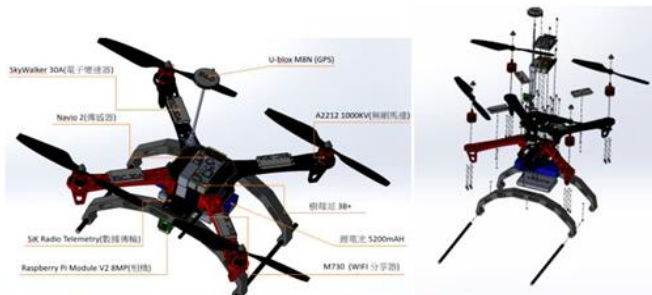
總整專案整合應用與驗證課程：

大三：飛行原理與飛行模擬實作、專題實作(第三代)



第三代無人機：本案自組公版智慧型無人機

亞拓無人機



自組公版智慧型無人機：CAD 工程組立圖 工程爆炸圖(宗霖繪圖)

110 學年度獲教育部教學實踐研究計畫通過：「工業 4.0: 深化 CDIO 的專題導向學習方法 PBL 應用於航空技術領域: 無人機導論以及專題實作課程之教學實踐研究計畫」



航空技術組：無人機專題競賽

證書編號	領有編號	考試時間	考場名稱	無人機機型	重量類別	飛行及科目	測驗結果
T200000000	T20000000	2022/11/13 09:30	臺灣特級航空技術學院	無人機機型-A 150g 以下	無人機重量 150g 以下	飛行及科目一 飛行 飛行	通過

同學參加民航局考無人機操作證照

※111 學年度教育部教學實踐研究計畫構想簡易照片補充說明[自主學習網站與平台]



(1) 無人機的拆解和組裝以及調校 (2) 遙控無人機飛行訓練平台 RealFlight G7



(3) 機師飛行模擬器 Realistic Flight Simulator X

附件二： 無人機導論專題實作操作歷程-無人機應用案例教案

週	單元名稱與內容	教學方法	評量方法
1	專題實作課程說明/明確生活實物問題/實驗室參觀體驗/分組	講授	作業
2	自組無人機/無人機硬體架構/撰寫計畫書	講授	作業
3	軟體架構/ Python 作為主要程式語言/函數庫能夠對應到大部分不同作業系統的深度學習框架	講授 實作	作業 實作
4	無人機任務控制/ DroneKit 是一個用於控制無人機的 Python 函式庫/ MavLink 協議/ DroneKit 的實質是通過發送和接受 MAVLink 消息，向飛控發送控制指令、從飛控獲取各種狀態信息。	講授 實作	作業 實作
5	無人機任務控制/ MAVLink 是運行 ArduPilot 和 PX4 飛控軟體的無人機與外界通信的協議。	講授	作業
6	Object detection 物件偵測/ 使用 YOLOv4 作為 Object detection 演算法。並使用 MS COCO 作為數據集。而 Object detection 腳本是使用 Python 撰寫。	講授 實作	作業 實作
7	檢測應用流程/ NumPy 矩陣函式庫/ Math 數學函式庫/ Itertools 迭代器函式庫/ YOLOv4 使用之物件檢測演算法。	講授 實作	作業 實作
8	OpenCV 主要是擷取影像並給偵測到的目標繪製邊界框 (BoundingBox)，並且標明每個對象的類別。	講授 實作	作業 實作
9	期中考 / 自組無人機實完成	講授 實作	筆試 實作
10	實驗方法/ QGroundControl 是採用 Qt 程序進行開發的圖形化地面站工具/主要是針對支援 MAVLink 的無人機進行調教設定、飛行任務規劃與飛行控制等。	講授 實作	作業 實作
11	飛行儀表/ SITL 模擬 SITL = Software in the loop，是由 ArduPilot 所創的的開源軟件模擬器。	講授 實作	作業 實作
12	實機測試	實作	實作
13	無人機偵測 Covid-19 社交距離案例示範： https://drive.google.com/drive/folders/1s49m90-P-WE-gFi9O1qAY861PG6HsNfr?usp=sharing	實作	實作
14	各組無人機偵測不同應用的專題實作 (業師協同教學)	實作	實作
15	各組無人機偵測不同應用的專題實作(業師協同教學)	實作	實作
16	各組無人機偵測不同應用的專題實作(業師協同教學)	實作	實作
17	案例研究探討與報告(業師協同教學)	實作	實作
18	期末考 / Capstone 專題競賽/ 頒獎/ 問卷調查	實作	筆試

附件三：自主學習專題審定書

中華大學機械工程學系
自主學習專題實作報告

題目：四軸飛行器拍攝與建模

作者：學號：B109011 姓名：張○

本專題報告業經審查及口試合格，特此證明

指導教師簽名
孫博亨

中華民國一一二年六月二十五日

中華大學機械工程學系
自主學習專題實作報告

題目：無人機應用 RFID 技術進行電子標籤辨識

作者：學號：B109015 姓名：張○

本專題報告業經審查及口試合格，特此證明

指導教師簽名
孫博亨

中華民國一一二年六月二十五日

中華大學機械工程學系
自主學習專題實作報告

題目：降噪無人機葉片

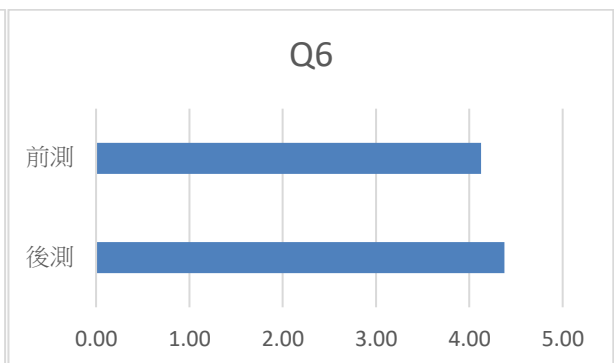
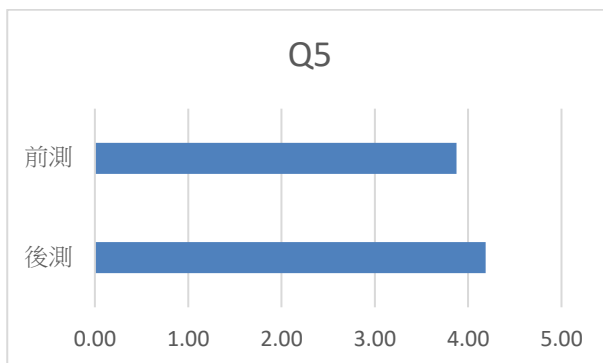
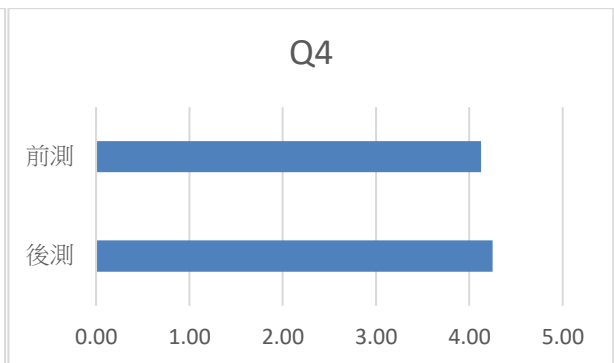
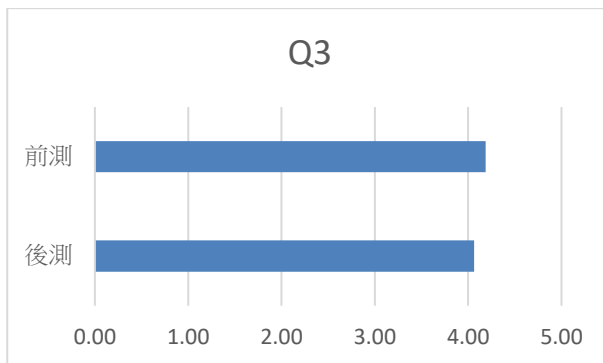
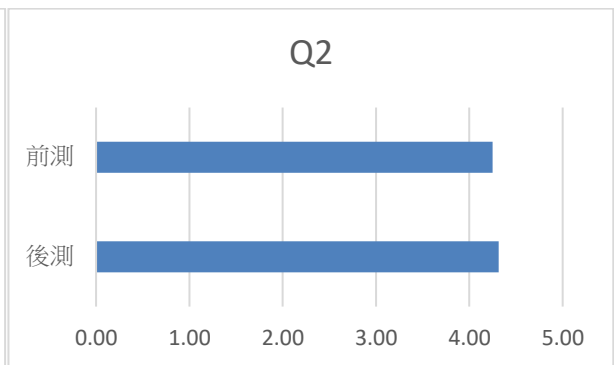
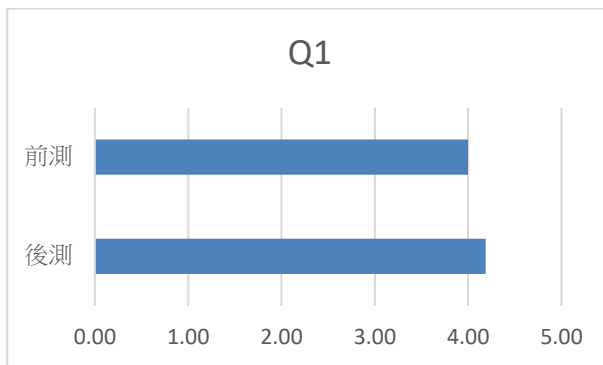
作者：學號：B110011 姓名：陳○
學號：B110010 姓名：張○
學號：B110012 姓名：張○

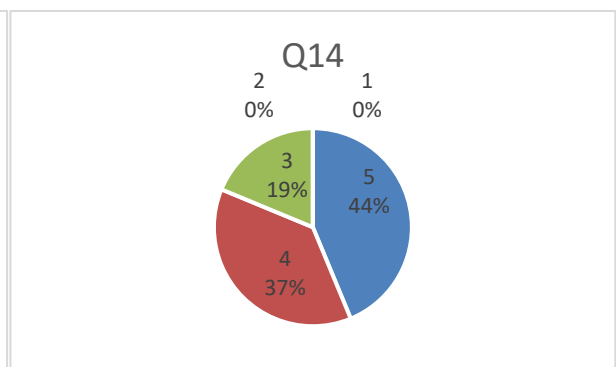
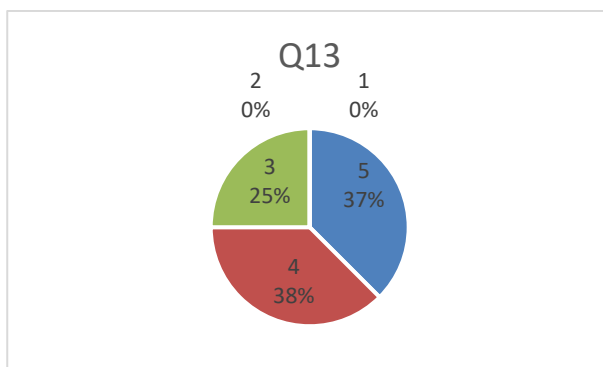
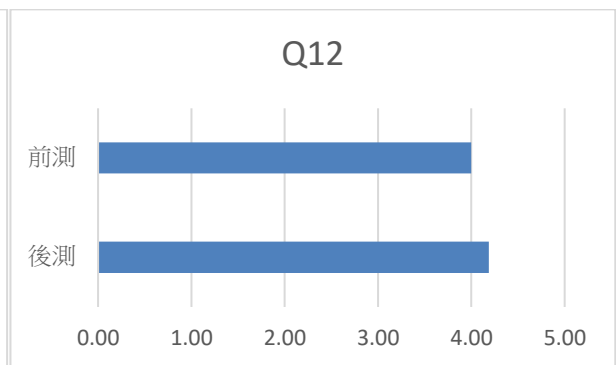
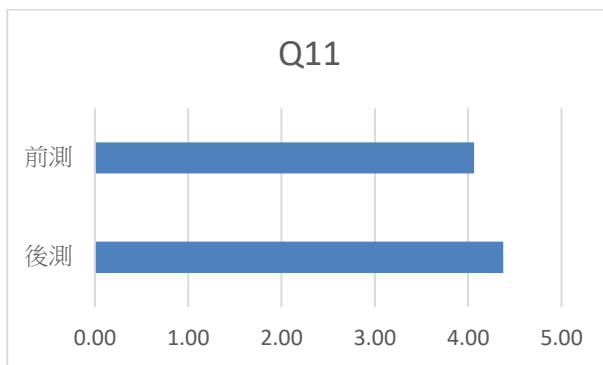
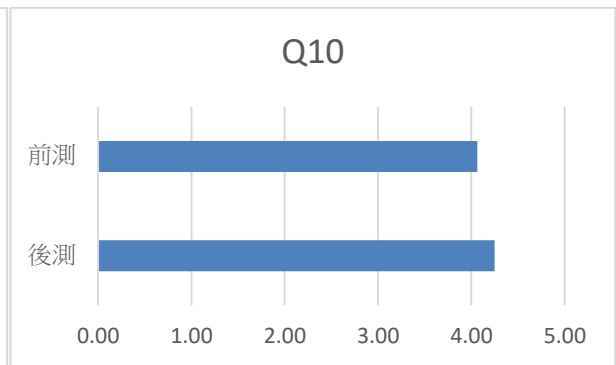
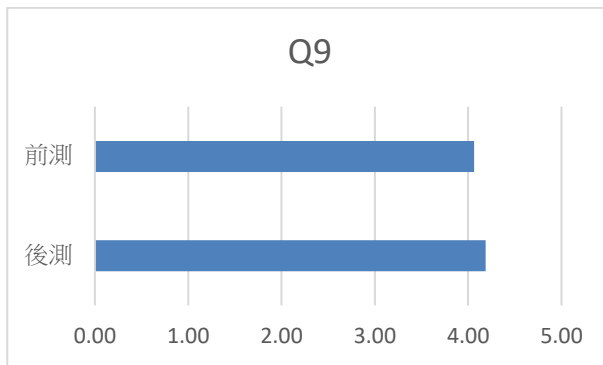
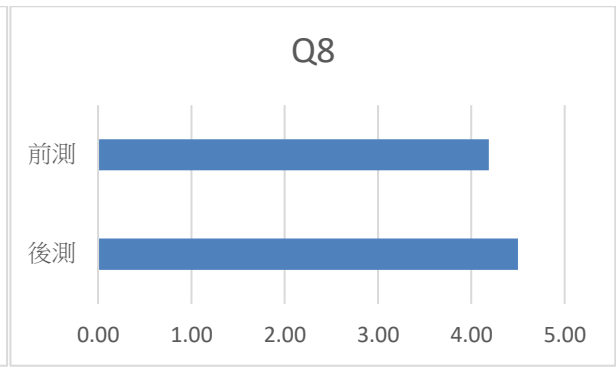
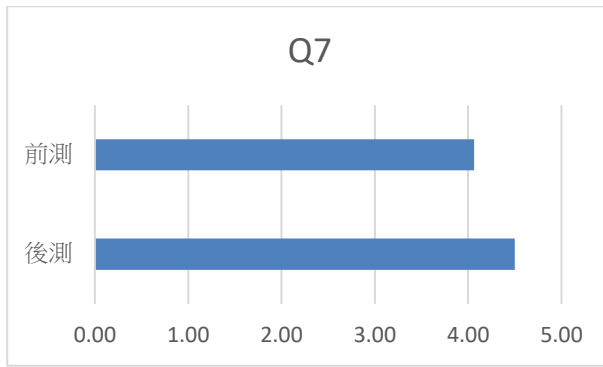
本專題報告業經審查及口試合格，特此證明

指導教師簽名
孫博亨

中華民國一一二年六月二十五日

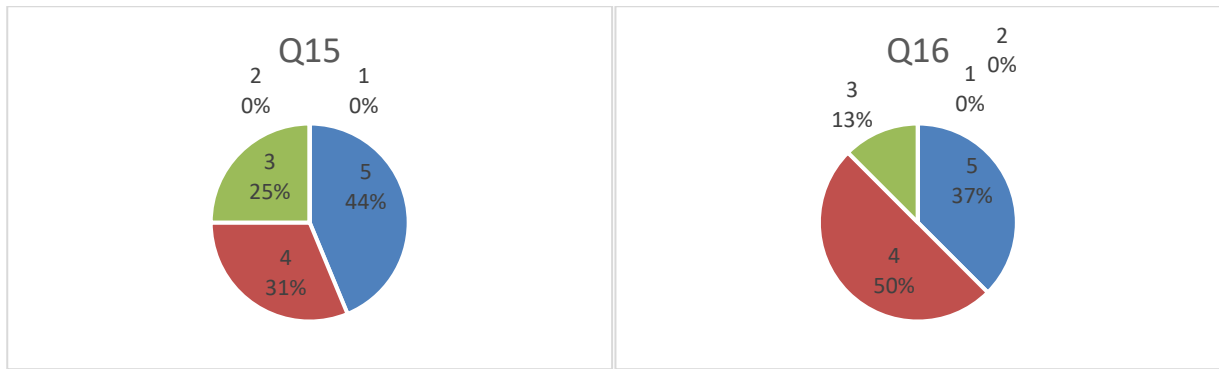
附件四：問卷 Q1~Q16 前、後測分數





Q13 平均: 4.1 / 5.0

Q14 平均: 4.3 / 5.0



Q15 平均: 4.2 / 5.0

Q16 平均: 4.3 / 5.0

附件五: 邀請產業界講座演講-粘博士

中華大學
ChungHuaUniversity

機械工程學系
自主學習專題
講座演講

商用無人機技術研發與應用案例分享

演講者: 粘金重博士

單位/職稱: 工研院/正工程師兼技術副組長

時間: 6/8(四)
地點: M210教室



111 年度教育部教學實踐研究計畫 - pla-PEE1110391
計畫名稱: 工業4.0:精進「CDIO 的專題導向學習方法 PBL」
探索「自主學習」應用於航空技術領域:「飛行原理與飛行模擬實作」以及「專題實作」課程之行動研究

中華民國 112年 6月 8日