

【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：PSK1122933

學門專案分類/Division：技術實作

計畫年度：☒112 年度一年期 ☐111 年度多年期

執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

**以 STEM 教學模式引導學生設計智慧製造管理系統之教學與產業實務研究-以
心導管押出製程為例 / A Teaching Case Study on a Cardiac Catheter Extrusion
Process : Using the STEM Education to Guide Students to Design Intelligent
Manufacturing Management System of Teaching and Industrial Practice
Research**

(人工智慧/Artificial Intelligence)

計畫主持人(Principal Investigator)：王智昊 助理教授

協同主持人(Co-Principal Investigator)：黃俊欽 教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：南臺科技大學／資訊管理系

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)：2024 年 09 月 06 日

以 STEM 教學模式引導學生設計智慧製造管理系統之教學與產業實務研究-以心導管 押出製程為例

一、本文 (Content)

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

(1) 教學現場試圖解決之問題及問題之重要性

以往課程教學主要是由教師在台上操作電腦講解各種模型應用，然後讓學生在台下實際操作一次。然而，學生在演練程式的過程中常會遇到各式各樣的問題，例如不清楚程式的涵義、不理解模型執行結果中的數字代表的意思，以及無法通過模型了解實際機台是否正常運作。在時間有限的教學過程中，教師難以逐一解答所有學生的問題，這種情況逐漸導致有學生因得不到回應而放棄學習。

(2) 教育部課綱之改革

隨著資訊科技知識更新速度太快，導致許多課程內容在學期結束時已經過時。為使教育課綱跟上知識更新的速度，我們必須重新定義教育的含義。學生的學習方式不再僅僅是單一的知識吸收模式，而是將九年一貫課綱所注重的「能力導向」調整為以「素養導向」為主的 108 課綱。新課綱的目標是培養終身學習者，其強調的素養並非僅僅是公民或人文素養，而是適應現代生活及面對未來挑戰所需的知識、能力和態度。透過增加科技領域課程、彈性課程強調跨域整合，以及提高選修課程比例，學生可以提早找到感興趣的方向，激發自身潛能，並提升競爭力。

為了順應時代發展，科技資訊的應用已成為學生的常態性知識技能。因此，教師在教學上需從「自主行動」、「溝通互動」及「社會參與」這三個層面，引導學生通過分組合作來思考並解決實際問題。在面對複雜多變的未來，培養具備創新創造、數位和移動、思考和解決問題、整合活用、跨領域及終身學習這六種關鍵能力的人才。

STEM 教育有別於傳統填鴨式教學，揮別單向灌輸知識，針對是將課堂活動和經驗與實務中的問題，透過工程的設計、製作與精進的核心活動，作為課程與教學主軸，歷程中並整合運用科學與科學探究、數學與數學思考、以及技術與工具等，以產生製作暨解決實際的問題，培養學生具備與工程學科相關的知識和專業能力及解決問題的能力，經由實務問題的解決方案和引導進行創新設計以解決產業面臨的問題，綜合性的跨領域應用知識和專業技能，以讓學生能夠面對未來的挑戰。

(3) 產業人才之培育

全世界於 2019 年 12 月面臨了 21 世紀以來最嚴重的世界流行傳染病(Covid-19)，各國無不發揮能量並與疫情對抗。在嚴峻的疫情挑戰下，因應全球經濟結構改變，及產業變革之人才培育需求，政府在第 18 期中期計畫「國家發展計畫(110 至 113 年)」中提出配合國家 5+2 產業創新及加值應用以及六大核心戰略(如圖 3)。而與 AI

相關的資訊及數位產業、資安卓越產業都有提到智慧製造與物聯網系統。另外在強調資訊整合與跨領域的時代中，無論是教師與學生都應該要在理論、實務、系統整合、跨領域學習與新興科技所需 IT 技術中持續深耕，以激發學生未來思考能力、執行力與創新力，並落實問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)與專案導向學習(Project-Based Learning, PBL)的學習機制與教學資源平臺建置，以培育國家所需具創新資訊技術核心能力之跨領域人才。

本計畫所應用的**人工智慧課程強調理論與實務結合**，需要與實際製造設備互動，如押出機、感應器等等，若是只有紙上談兵，學生不僅無法將知識與實務結合，更難以習得實作經驗。本計畫期望藉由虛實整合式教學活動的實施，並搭配業師指導在業界實際遇到的狀況，幫助教師有效地進行課程計畫、施教、反思、策略改進與教學改善，除此之外，期望透過這種教學模式，讓學生在監控分析訊號過程中遇到的問題，能夠因為同儕的互動與協助而獲得解決，改善學生的學習動機。

針對培養學生實作技術能力的課程是一個改變學生相當重要的媒介，從翻轉互動的教學現場中，本計畫希望學生可以學會以下幾項能力：

- 在面對陌生的設備時，如何利用訊號感測技術以及無線通訊技術，解決機台數位化與機聯網的問題。
- 使用跨領域的訊號處理方法進行感測資料處理以及資料探勘。
- 以何種方式將問題函數化、模型化，並且針對進階的資訊進行預測分析。
- 如何洞察出產線中可能遇到的問題並且提出一個合理可行的解決方案。

2. 研究問題 (Research Question)

目前有許多進階專業課程的教學方式通常都是由教師直接講授專業知識，且在技術實作時，無足夠的實踐機會來應用所學的理论知識，為了改善學生在教學過程中無法有效學習的問題，將目前教學中主要的問題列出如下：

- (一) **學生被動接收課程知識**：學生在課堂上被動接收教師灌輸的知識，教學方式單一且缺乏趣味性，難以激發學生學習興趣和深度思考，導致學習熱忱減退，影響對知識的深入理解。
- (二) **專業知識技術量不足**：資訊科技產業涵蓋的知識技術廣闊，且技術成長迅速，若教師教學內容只有基礎專業知識，未融入新趨勢技術，學生學得的知識技術難以多元創新應用。
- (三) **課程教學與實務現場未能有效接軌**：課程教學與未來職場需求情況產生脫節，學生可能無法直接且有效的應用於實際情境中，導致學生缺乏必要的實踐技能和職場應用能力。
- (四) **教學資源與學界和業界的實際經驗缺乏整合**：當學生在案例實務操作中，遇到以往未曾碰到的問題時，導致無法順利解決。業界的相關經驗或許可以提供解決問題的思路和方法。
- (五) **學生在課程中遇到問題無法及時獲得回饋**：教師在講授技術操作時，若同時有多位學生遇到困難時，學生無法在短暫的教學時間內及時獲得指導或解答，這可能導致學生在學習上的困惑積累，影響其學習效果和學習進度。

3. 文獻探討 (Literature Review)

(1) 教學模式：

對於出入高等教育界的教師而言，可能缺乏教學經驗以致需要花費許多時間準備教育資源。教學需要考慮的面相很多，不夠充沛的時間容易導致沒有辦法找到最適合自己教學方式或是學生的學習模式。例如：過去傳統的教學模式、自身教育理念，可能無法達到最初的教育目標(Zumwalt, 1989; 林宜慧, 2022)。學習是只有學到一些觀念、概論或語言而已，更重要的是要學以致用，藉由學習增進組織及個人解決問題的能力(Senge, 2000; 謝祐宣, 2022)。

由於科技越來越發達，在我們的生活中，過去只有工作或是準備報告的時候才會使用電腦軟體，現在從手機，購物、遊戲、社交等都可以經由軟體及相關的服務來完成。所以近年來，許多課程會融入程式的課程教育，例如人工智慧、物聯網等。如果教學模式一直以傳統為主，沒有改善，會讓學生無法有好的學習成效。傳統的程式教學方式皆以文字編寫，語法及語意很重要，學生必須熟記大量指令與語法才能完成一段簡單的程式，一旦某個環節出錯，整段程式將會無法執行成功。

(2) 程式設計教育：

程式設計對於學生而言，最重要的就是需要學會一些基本的知識，例如：變數的宣告、迴圈、陣列，這些是完成一個專案的基本能力。程式設計是一個相當複雜的專業科目，學生在學習的過程中需要學會概念性的知識、策略性的知識，不能靠死背來完成，必須透過實作來思考程式邏輯(Bayman & Mayer, 1988)。當學生遇到困難及挫折時，會影響學習成效，導致對於學習失去信心。學者黃嘉文(2010)提出，如果能有效降低初學者對於學習程式設計上的障礙，將會有助於提升學生學習的效果及興趣，讓他們學習更有動力。在寫程式時有幾個重點，了解問題、分析問題、設計程式、規劃程式、撰寫及除錯。由上述過程可看出，問題解決是個很重要的部分 (Pea & Kurland, 1984)。所以我們會運用 PBL+STEM 培養學生透過有策略的方式解決問題的能力及實作加深他們的記憶力。

(3) STEM：

由於過去傳統的教學模式，大多都是講述授課的內容，跟學生較少互動，沒有明確規劃的主題與目標，會讓學生的學習情況不佳。只單純聽課，沒有實作，讓他們印象不深刻或死背內容，無法自己活用到實際案例，達不到好的學習效果。STEM 教育除了融合科學、科技、工程及數學等跨領域的知識外，透過實際操作可以培養許多課程學不到的能力，例如：適應力、溝通能力、社交技巧、問題解決能力等 (Bybee, 2010)。STEM 的課程，結合了真實的生活情境，可讓學生實際動手操作，加深記憶力，更了解課程內容是如何執行的。

(4) PBL：

近年來，PBL 已成為教學界常用的一種教學方式，目的是為了讓學生將所學到的知識與實際工作遇到的問題做連結，並將所學運用到生活中，這樣的方式可以讓學生面對問題時，有處理問題的能力(蔡育青, 2004)。

它是以問題導向的學習，引導學生應用過去所學的基础知識與理論、探索問題。藉由讓學生面對真實情境問題時，能訓練學生可以獨立思考，在解決問題過程中能

主動建構知識，自己找出解決方法 (Barrows&Tambllyn, 1980；沈沛瑩，2020)。PBL 學習法，不僅是一種教學模式，也能藉由邏輯思考，讓他們能運用思考解決問題 (Barrows & Kelson, 1998; Torp & Sage, 2002)。PBL 以問題情境為出發點，教師會安排一個問題案例，內容會選擇模糊、不清楚，藉此讓學生去判讀、釐清問題的面向，表達自己所建構出的問題架構，可在分工中合作透過思考、蒐集資料統整，聽取大家不同的意見，共同選擇最適合的方法並解決教師所派任務 (潘玫分，2017;計惠卿、張杏妃，2001)。PBL 在問題的解決過程中，可以訓練學生的批判思考及反思的技巧，提升學生的創造力(張瓊穗，2004)。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

(1) 教學目標與方法

本計畫之人工智慧課程，主要以大學部四年級的資管系學生作為授課對象，並以心導管押出製程的智慧製造設計最為本教學研究計畫的載體。由於目前產業中需要的心導管本身細小(低產能)且允收公差小，製程極度不穩定，也因實際的生產現場屬於高溫高危害的環境，並不適合直接作為教學環境，因此計畫於資管系的 T704 實驗室利用虛擬產線的方式，讓學生能動手利用感測器去測量機台訊號並監控機台訊號及機台產線的穩定性，於 T708 電腦教室教導學生建立模型以及進行訊號的處理與分析，並於課堂上讓學生思考如何利用所學解決產線不穩定的問題，透過此產學的方式，實際帶領學生解決產業問題並完成教學研究驗證。

本課程屬於進階實務課程，因此適合對於資訊科技有基礎的學生修習，除了教師授課外還有業師協同教學，透過業界中的產業問題以 PBL 的方式進行實務教學，讓學生思考如何解決。本教學研究計畫希望可以透過製程實務問題奠定學生對訊號處理的基礎，並熟悉訊號量測、分析與建立模型技術，培育集知識及資訊技術於一身之跨領域人才。

(2) 各週課程進度與教學空間

本計畫的教學研究內容包含四個主題，分別是主題一：機台數位化與聯網(W1-3)、主題二：訊號資料處理與探勘(W4-7)、主題三：模型設計與應用(W8-12)及主題四：生產與製造資訊(W13-18)。其中主題一與主題四會導入業師進行協同教學，由業師協主指導實務產線中如何使用物聯網技術量測訊號以及最後應該如何整合課程教學內容成為產業所需要的應用，因此教學空間除了既定的電腦教室之外，亦須要使用配有異地同步的虛擬產線之實驗室。而主題二與主題三則是由申請人進行授課，資料來源是以主題一獲得的感測資料(同時也能由資料伺服器取得)，因此僅需要在一般電腦教室進行教學。

(3) 學生成績考核與學習成效評量工具

在課程進行中將會透過期中考以及課程問卷的方式評估虛實整合式教學方法對於學生的影響，此外，透過期末小專題的方式更能了解學生在學習成效上的變化。

(一) 教學評量問卷：

第 1 週發放「前測問卷」，以了解學生背景知識強度、學習動機、學習興趣。

第 19 週發放「期末問卷」，了解學生學習狀態、學習成就、所得知識程度。

第7~10週分批對學生進行訪談，以了解學生學習狀況。

期末以小專題的方式針對四大教學主題進行考核，評量如下：

- 機台數位化與聯網：能否建立具備感測功能的物聯網架構。
- 訊號資料處理與探勘：能否運用前項所得資料進行資料預處理與後處理。
- 模型設計與應用：能否使用前項所得資料建構模型，並將問題以模型函數化之後解決之。
- 生產與製造資訊：能否結合前述所學，設計一可行之資訊管理系統解決方案，應該含感測、分析、預測及管理功能。

(1) 研究架構

現行許多的課堂中仍維持較傳統的教授方式，由教師於臺上持續向學生傳遞課程知識，但是缺乏課程的互動與教學修正模式，而當進階實務課程仍維持這種教學方式則不容易引起學生的興趣，也較難讓學生在畢業之後可以在業界發揮所學。因此在各類的教學實踐研究中可以看到不少透過教學翻轉的方式提升學生的學習意願。為此，再參考了多項國內外教學研究之後，將本計畫的架構圖呈現於圖 1。

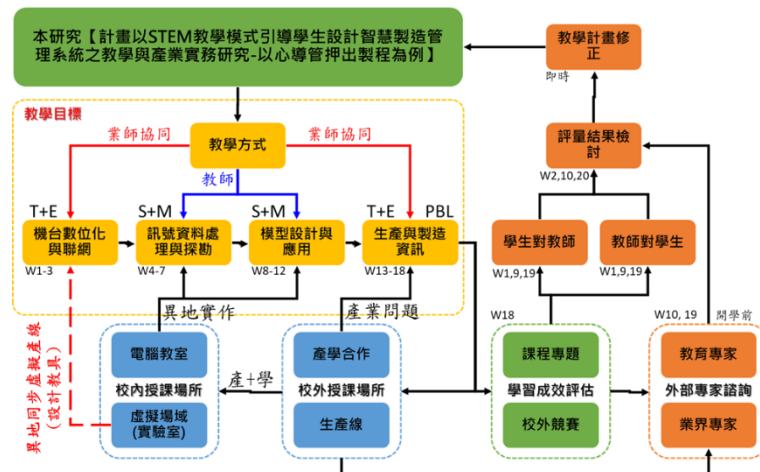


圖 1 本計畫之研究架構

本課程計畫主要分為四個大主題：(一)機台數位化與聯網(二)訊號資料處理與探勘(三)模型設計與應用(四)生產與製造資訊。申請人提出的課程計畫執中除了由教師授課外，也邀請業師來課堂中協同教學，分享業界實例與應用。業師負責協同的部分為機台數位化與聯網和生產與製造資訊。本計畫的主要授課場所為電腦教室，申請人預計使用物聯網感測技術製作了一個虛擬產線的課程教具，在實驗室中就可以操作虛擬機台直接瞭解現場中的機台有什麼樣的狀況，可避免危險、增加方便性。在課程中學生可以在每個主題中學到不同領域的專業知識，在期末除了課程專題之外，為了培養學生具備產業視野及校外活動經驗，自學期中過後也會帶領學生參加

校外競賽。最後為了要使這門課程可以持續開設並提供最大的教學利益給學生，申請人會邀請教育專家及業界專家協助設計課程。也利用課前、課中及課後問卷瞭解學生與老師之間的評量互動，互相改進不足之處，並適時修正教學計畫。

(2) 研究範圍目標

本計畫利用協助產業解決實務問題的機曾執行教學實踐計畫，將押出製程中的資訊分析與管理整合的技術授於學生，從實務案例中瞭解所學為何也更貼近就業，讓學生透過課程中的實務教學強化學習印象深刻，明確的授課主題與教學目標避免學生吸收知識過程中缺乏系統性的資訊。對於本系學生而言，在就業前接觸更多不同領域的技術也可以提早與業界銜接以縮短差異。以教師的教學方面而言，可以開發豐富的產學實務教學內容、以貼近產業需求主題的教材傳授知識與專業技術給學生。以產業的方面而言，將需要研究的製程問題轉由大專院校進行教學實務結合學術研究，藉由課堂上的教學過程，協助企業解決實務開發的問題。

本計畫的教學研究內容總共有四大主題，分別為(一)機台數位化與聯網主要教導學生製程中常見的溫度及壓力感測器安裝的類型與如何評估安置的位置、類比訊號的量測及利用物聯網傳輸資料。(二)訊號資料處理與探勘主要是讓學生學習將量測到的溫度及壓力訊號做收集、並且經過資料處理、建立資料集與特徵萃取及資料探勘。(三)模型設計與應用的部分，計畫中也會結合目前企業遇到的估測問題，利用模型預測出感測器無法測量的參數。(四)生產與製造資訊的部分，則會教導學生如何將模型整合在企業資源管理系統中，完成生產時的即時指標預測與製造時的品質預測分析等。期末時主要以期末專題報告的方式驗收整個學期學習到的成果。

另外本課程屬於進階實務課程，包含了許多的實務技術需要學習，但是教學時間僅有非常有限的十八周，因此在教學範圍中限縮在較基礎的目標進行教學，進階的目標則會利用課外的時間(寒、暑假)及人才培育駐點(T704 實驗室)額外進行教學。

(3) 研究對象與場域

本計畫研究對象主要以南臺科技大學資訊管理系四年級的學生為主，本系的學生在校期間會修習與資訊工程和資訊管理等相關領域的專業課程。本課程在中後期的"生產與製造資訊"單元中，將整合工程與管理的專業，因此對於即將畢業的學生而言是一個重要的實務學習機會。據過去的選課紀錄，預計修課學生總數約為 60 人。課程中將要求學生進行分組，每組約 5-6 人。在基於 PBL 與 STEM 的教學模式中，分組可以讓學生認識自己的團隊責任，也能讓同儕之間彼此溝通交流，期末也將以專題報告方式驗收整學期學習成果。

本計畫的主要教學場域在 T708 電腦教室及 T704 實驗室(虛擬產線)。其中本系因應系所中長期發展及本課程計畫，已於 2022 年暑假在 T704 實驗室成立產業資訊應用實驗室(T704)(現已開始推動小產業業資訊科技培訓專案)，而申請人為主要負責教師。此實驗室主要發展架構為結合前端多功能物聯網感測晶片與人工智慧技術為 AIoT 教學與研究，宗旨為擴散校、院、系所教學量能與各教育部課程計畫，成為大專(南臺科大資管系)與高中職傳承、推廣課程技術的窗口，亦是孕育新一代管理 IT 人才的培育搖籃。

本計畫的特色亮點為"異地同步虛擬產線"，預期透過實驗室結合虛擬產線打造

一個實體空間中的虛體場域。由於本計畫的研究驗證主題為心導管的智慧製造系統設計，實際的生產現場屬於高溫高危害的環境，並不適合直接作為教學環境，因此本計畫設計了物聯網感測的教具將實體產線的感測訊號進行轉換，透過物聯網及網際網路傳送到資料伺服器，如此可讓虛擬產線與實體產線的感測訊號同步。因此，在實際機台量測到的數值也會與虛擬機台一樣。對於學生而言除了可以認識實務教學之外也可以避免發生危險。

(4) 研究方法與工具

(一) 問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)：

本計畫中的 PBL 教學方式是以產業問題為基礎，並且以學生為中心的學習方式。學習的目的不在解決已經被提出的問題，而是藉由這些已經被提出的問題，協助學生在未來就業時理解問題時，能夠界定出問題背後的需求，統整訊息並將之應用到所聚焦的問題上。PBL 強調自主探究和合作來解決問題，從而學習潛藏在問題背後的科學知識，因此學生能藉由 PBL 在學習過程中獲得相關的 AIoT 系統的知識與技能。配合 108 課綱以及 STEM 教育強化學生的自主探究和分工合作的能力，從而學習潛藏在問題背後的科學知識。對於資管系的學生而言，不能僅有認識資訊管理系統，透過本課程可以讓學生接觸更多元的領域知識，並透過多元化教學與學習管道，探究學生自我的潛能，激發未來必備的關鍵專業技能與核心能力。

(二) STEM 教育：

STEM 是科學(Science)，技術(Technology)，工程(Engineering)和數學(Mathematics)的首字母縮寫組合詞。STEM 是一種跨學科的整合式學習架構，將課堂活動和實務問題串連起來。透過 STEM 教育，學生能夠掌握工程相關知識和專業能力，並透過實務問題的解決和創新設計，應用綜合性的跨領域知識和技能來解決產業問題。雖然 STEM 是一個非常全面地教育方式，但本計畫強調的是提高學生運用知識的重要性，並體會 STEM 相關學科的實用性。

在“機台數位化與聯網”教學單元中，採用 STEM 中的技術(T)與工程(E)方法，利用訊號感測技術與無線通訊技術完成數位化與機聯網，搭配“線上虛擬產線”教學，培養學生解決傳統設備升級的能力。

在“訊號資料處理與探勘”教學單元中，採用 STEM 中的科學(S)與數學(M)方法。在押出製程的實務問題中，針對押出製程的特殊監測指標，如熔膠剪切應力或黏度等，訓練學生使用跨領域的訊號處理方法。培養學生基本資料探勘能力，以利未來開發控制或資訊系統。

在“模型設計與應用”教學單元中，使用 STEM 中的科學(S)與數學(M)方法。訓練學生建立分類預測型與迴歸型數值模型，這些模型應用於押出製程的問題分析，首先製程中的穩定性與許多的指標有關，例如熔膠溫度、熔膠壓力等，經由預測模型進行穩定狀態的分類預測。另外高分子材料中有許多特性參數需要依賴複雜的公式計算，甚至無法單純使用理想計算值，此時迴歸模型可以結合理想值與實際值進行指標特性參數的估計，這對於學生而言可以獲得如何將問題函數化、模型化，並且針對進階的資訊進行預測分析。

在“生產與製造資訊”教學單元中，使用 STEM 中的技術(T)與工程(E)並且結合 PBL 教學方法，目的是讓學生如何發現產線問題並提出一個合理可行的解決方案，培訓學生具備足夠宏觀的視野進行問題的洞察。教師與業師將會透過心導管製程中的關鍵問題，逐步引導學生探索問題直到解決產業問題。除培養學生具備實務問題解決能力外，也降低教學與產業間的差異。

(三) 線上虛擬產線(教具)：

教具對於一門課程來說是一個至關重要的角色，良好的教具可以協助教師在課堂中達成教學目標並且促進學生的學習意願。過去狹義的教具是教師用於上課的輔助工具，例如模型或是拼圖等。而本計畫所設計的教具視為較廣義的教具，可以做為老師的教學工具，亦可作為學生學習的媒介，這對於目前在本校資管系中學習工程領域課程的學生而言，是一個相當大的突破。由於本計畫希望培養學生具備解決問題的能力，因此教具本身涵蓋了感測、資訊及通訊技術，如圖 5 所述，協同學校的教學場域可以提供實際機台的訊號，但是對於在遠端異地的計畫申請學校而言操作不易。為了要讓學生在安全且不失初衷的情況下進行教學、學習，申請人以物聯網感測技術於實際機台上收集了感測器的資訊，並且透過網際網路傳送至本校的資料伺服器，此時再經由異地機台面板(戰情室)呈現訊號的變化，同時透過 DAC 訊號轉換技術將實體機台的訊號同步重現在南臺科大，如此一來學生可以隨時隨地體驗如何量測訊號並且處理。而進行物聯網感測教學時也只需要將感測端直接與異地機台面板的訊號輸出孔連接，即可完成訊號感測。

(5) 研究實施程序

本研究計畫預計設計為一年期，教學研究主要在第一學期的課程中進行，在開學前(112/8)申請人會依照教學計畫完成相關的前置作業，例如：空間規劃、異地同步教具、相關課程講義與授課範例，並與協同申請人、業師進行最後確認。開學後則會依預定的規劃完成 STEM 與 PBL 於主題一及主題四的教學研究。預定進度於學期中及學期末會各做一次檢討修正。由於學期時間緊湊，因此教學研究範圍需要收斂在可執行的範圍之內。因此除了設計教學研究課程之外，本計畫也會將第一學期的計畫執行成果進行人才培育教學。由於申請人為教學人才培育實驗室的負責人，因此平時就已經負責部分教育工作，而透過本計畫可以協助建立一套更完整的教學模式。在人才培育項目中將針對寒暑假以及第二學期開設教學課程，除了可以協助本計畫進行更多的教學驗證之外，也可以強化培訓資管系的學生。而在押出製程中，時常會有押出不穩定發生，或許多參數無法利用一般感測器測量，本計畫利用產學合作來協助企業解決這些問題並且培訓本系學生，針對進階訊號處理、深度學習、異質性物聯網佈署及智慧製造管理系統實務設計來做人才培育(參照圖 4，人才培育教學範圍)。

本計畫預計分為三個部分，教學部分在開學前明確規劃好授課教具、授課範圍及進度。課程分為四大主題，第一個主題上課時間為一到三週，主題二為四週，主題三花五週的時間把各模型建立及測試教完，最後一個主題花六週的時間完成整個實務教學。期末專題也要在第 18 週時讓學生繳交報告，做一個總結及成績的評分。

檢討部分各在 1、9、19 週時設計前中後測問卷，開學第一週發放前測問卷了解學生問題、對這門課的期望。期中、期末發放中後測問卷了解學生對於課堂的意見，在瞭解之後將會於第 10 週及第 19 週時會去詢問專家，並針對問題修正課程的計畫內容。

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

(1) 教學過程與成果

本計畫的教學過程涵蓋了上學期的課程教學階段以及下學期的人才培育階段，以下就過程與成果部分說明教學剪影、異地教學、教具、期末報告、競賽、研討會、教學與研究成果擴散等進行說明。

教學成果-教學剪影

圖 1 是本教進行教學時皆會使用的數位平台，平台中詳實記錄了學生的學習過程以及教師的教學過程，對於教學與學習來說是相當重要的數位工具。例如在一班上課時可以將教學內容公告、回收學生的學習成果，例如圖 2 及圖 3 為業師進行協同教學，此時學生會將所有需要提問的問題透過此教學平台進行彙整，業師可以快速掌握並回應學生，因此在學習過程當中並非學生單向接收資訊，而是以平台作為媒介，教師與學生可以雙向互動。另外在圖 4 是計畫協同主持人到南臺科大進行人才培育課程的教學。



圖 1 校內數位教學工具剪影



圖 2 主持人與業師偕同授課



圖 3 業師為學生解惑企業問題



圖 4 協同主持人教授製程相關基礎知識

教學成果-異地教學

本計畫結合心導管製程進行教學實踐研究，因此在系列規劃當中仍會安排學生治現場進行操作與實驗，較調實務學習，圖 5 及圖 6 是學生在國立高雄科技大學模

具工程系(本計畫協同主持人之實驗室)進行實驗的剪影，讓本系的學生增加更多更領域的體驗，強化人工智慧課程的學習效果。



圖 5 學生至高科大模具系進行製程實驗



圖 6 教導學生使用熱影像儀觀察製程變化

教學成果-教具

本計畫的重要特點之一為透過實驗室結合虛擬產線打造一個實體空間中的虛體場域。由於本計畫的研究驗證主題為心導管的智慧製造系統設計，因此設計了如圖 7 的教具提供教學所需，此教具是由物聯網感測晶片所組成，在產線端安裝了感測器之後經由網際網路將資訊傳送至伺服器端，接著再以網路通訊協定傳送至本教具，因此教具可以同步顯示產線端的即時資訊。課程當中則是以資料庫存取方式引導學生獲得即時生產資料以進行進階分析，串聯實作現場與教學現場，是資訊科技應用的重要里程。

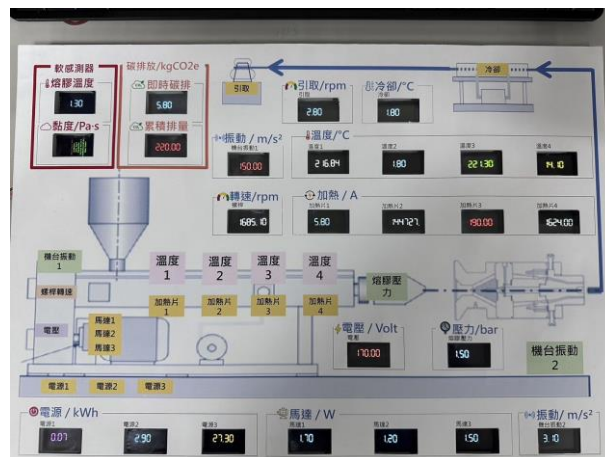


圖 7 本計畫開發之遠距教學教具

教學成果-期末報告

本計畫的期末考核方式非執行考試以成績直接評定，而是以分組合作的問題/專題導向學習結合 STEM 進行期末報告，因此學生比較容易在群體中發揮所長並互相學習，圖 8 是學生的個人學習成果報告，內容包含全學習的教學成果以及。

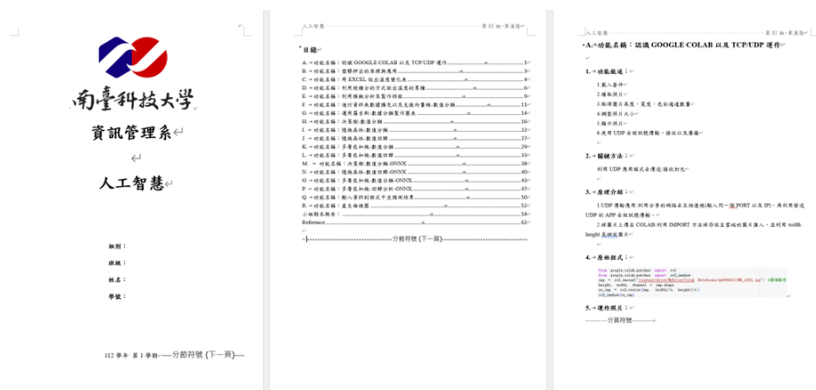


圖 8 學生的學期期末報告

教學成果-競賽

本計畫在下學期的人才培育階段輔導了約 15 名學生持續參與本計畫的相關研究，其中研究團隊帶領四名學生參加了 2024 年全國技專校院學生實務專題製作競賽暨成果展，以作品”塑膠押出製程經實管理之熔膠特徵監控研究”於商業群榮獲第一名，如圖 9 及圖 10 所示為團隊代表及作品。本作品的其中一個特色即為本教學研究中的教具，透過教具可以遠端監控並且即實分析製程中的熔膠狀態，且同時具備產學合作、專利發表、研究論文發表等多元面向發展，因此有幸於眾多隊伍中脫穎而出，展現資管群學生可以加深加廣跨領域的資訊系統。



圖 9 帶領計畫學生至參加教育部全國專題競賽



圖 10 參賽作品及競賽成果

教學成果-研討會

另外本研究中的另一項重要跨領域成果為發表國內重要研討會的學術論文，由於心導管製程的相關研究過去皆發表於模具公會所舉辦之論文發表會，本次帶領計畫同學於 2024 年模具暨應用產業技術論文發表會發表兩篇論文，分別為第 1 類-模具與成形之淨零減碳技術-心導管製程的減碳策略與虛實整合技術優化設計，與第 2 類-智慧模具、智慧製造、虛實整合系統及數位轉型-基於軟感測器的塑膠加工製程螺溝溫度分佈預測。

研究成果與效益評估

最後在實施計畫後，教學現場獲得的成果顯著，提供非工程學生一個進入跨域結合工程的教學模式參考，透過多元的教學活動讓學生在不同場域發揮個人特長，例如教室內的一般學理課程、業師的實務教學、系統整合實務，或是校外競賽等，這些活動讓各類學生都有機會展現自我，而不僅僅是幾位特定優秀的學生。學生獲得更多展示自我的機會，並且能夠認識更多不同的產業，深入了解學用落差的問題，這不僅提升學生的實踐能力，也增強對未來職業發展的信心。綜上所述，本研究的實施已經達到預期的目標與成果，充分體現實踐研究的初衷。

教學與研究成果擴散

本計畫在上學期的教學研究結束之後，共有 15 位學生主動持續在領域內學習而參與了下學期的人才培育階段，這一次的研究計畫在多個面向有不同的擴散成果，如圖 11 所示。基於心導管的製程研究獲得了科技部的研究補助，經濟部方面則獲得押出製程虛實整合的產業人才扎根計畫，因應目前世界趨勢的溫室氣體盤查，我們同樣基於押出製程設計了咖啡館模式的程式設計教學研究，再次獲得教學實踐計畫支持，另外因為本教學研究計畫，成功獲得協同主持人單位之心導管系統開發計畫，以及企業產學合作，因此本實踐計畫除了教學上獲得明確的效益之外，同樣也將本計畫擴散至不同面向以持續發展。

教育部-教學實踐研究計畫

- 基於世界咖啡館模式之程式設計教學實務研究-以溫室氣體盤查系統為例

科技部-一般型研究專題

- 基於軟感測器之單腔心導管押出自適性控制製程研究

經濟部

- 【智慧機械產學推動計畫-產業人才扎根分項】塑膠押出製程虛實整合設計與開發產學合作計畫

企業

- 智慧化流延薄膜製程關鍵模組開發計畫

伙伴學校

- 心導管塑膠押出製程控制系統開發計畫

圖 11 計畫擴散效益

(2) 教師教學反思

本計畫雖然提出一個用於跨領域教學的模式，但實際教學效果會因學生的知識背景而有所差異。設計多面向的評量方法能更全面地評估計畫成效，邀請業界專家和學界專家給予建議，並配合前中後測了解學生的學習狀態，以便調整教學實施的內容與深度，學生的學習評量採非量化方式，讓學生自我訂立學習目標，透過分組方式完成專題式學習，使學生在這個過程讓學生了解自我。此外，我們還利用校外活動激發學生的良性競爭，適度導入專業研究，改善傳統的教學認知，並透過多元

的活動探索知識。

這些經驗表明，跨領域教學模式需要靈活教學方法和多樣化評量策略。未來應根據學生反饋和實際教學效果進行調整，以確保教學內容和方法能夠更好地滿足學生需求，達到預期的教學目標。

嘗試與傳統教學方式相異的模式有助於提升教師的創新性，以應對當前產業界所需要的整合能力。透過學生的反饋和表現，能夠檢視教師在教學過程中對於跨領域知識的講解與教授效果，這對於改進教學方法具有重要意義，教學不再是傳統的單向輸送知識，而是師生共學的一個過程，這種雙向互動的教學方式讓主持人在教學方法上更加靈活和多元化。

(3) 學生學習回饋

本計畫為瞭解學生的學習狀態，因此設計了前中後測問卷，結果如下。

表 1 前中後側問卷題目與結果

前測-題目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
1.對物聯網應用的瞭解程度。	5%	62%	24%	7%	2%
2.對人工智慧的瞭解程度。	11%	36%	40%	9%	4%
3.對 AIoT 的瞭解程度。	4%	27%	33%	29%	7%
4.對產業變化的瞭解程度。	7%	31%	40%	16%	5%
5.對智慧製造的瞭解程度。	7%	31%	35%	22%	5%
6.對塑膠押出機的認知程度。	4%	18%	42%	33%	4%
7.對訊號處理分析的認知程度。	5%	24%	36%	31%	4%
8.對實務課的興趣程度。	24%	47%	24%	5%	0%
中測-題目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
1.對訊號處理分析的學習程度。	4%	39%	41%	13%	2%
2.對模型建構的學習程度。	4%	41%	37%	17%	0%
3.教學步調是否太快。	4%	37%	41%	17%	0%
4.吸收教學內容程度。	4%	24%	52%	17%	2%
5.是否能回答課堂提問之問題。	7%	17%	57%	20%	0%
6.老師教學模式是否滿意。	30%	54%	15%	0%	0%
7.教師對課程內容講解清楚、容易了解。	17%	48%	33%	2%	0%
8.教師對課程內容有良好的組織與規劃。	28%	54%	17%	0%	0%
9.能善用課堂知識完成一個專案。	17%	26%	35%	20%	2%
10.對於考試方式是否滿意。	28%	59%	13%	0%	0%
後測-題目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
1.能實際操作機台。	0%	13%	33%	48%	8%
2.能判斷感測器有安置成功。	3%	13%	48%	35%	3%
3.能運用感測器量測訊號。	3%	30%	38%	20%	10%
4.能透過量測之訊號進行訊號處理與分析。	5%	23%	50%	18%	5%
5.能運用資料集建構模型。	8%	28%	43%	15%	8%

6.能根據監控介面察覺出製程發生問題。	5%	30%	38%	25%	3%
7.能將模型與系統進行整合運用。	5%	23%	45%	15%	13%
8.透過 STEM 的教學方式，能根據所學知識去解決問題。	3%	13%	55%	23%	8%
9.日後想繼續修習相關進階課程。	13%	8%	63%	15%	3%
10.教學內容與自己的預期相符。	5%	18%	58%	18%	3%

另外在學校內部也有教學問卷，學生於期中、期末的填答結果如下。

表 2 期中教學問卷結果

問卷題目	平均分數	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
(A1).開學之初，教師即能清楚說明課程大綱、教學目標及評量標準。	4.3333	50.00%	33.30%	16.70%	0.00%	0.00%
(A2).授課進度安排適切合宜。	4.3333	50.00%	33.30%	16.70%	0.00%	0.00%
(A3).教學內容難易度適切合宜。	4.5000	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%
(A4).授課表達方式適切合宜	4.3333	50.00%	33.30%	16.70%	0.00%	0.00%
(A5).使用之輔助授課工具適切合宜	4.3333	50.00%	33.30%	16.70%	0.00%	0.00%
總分	4.3667					

表 3 期末教學問卷結果

問卷題目	平均分數	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
(B1).教師教學認真且具有熱忱	4.3864	56.80%	27.30%	13.60%	2.30%	0.00%
(B2).告知學生授課的學習目標與重點	4.3182	52.30%	29.50%	15.90%	2.30%	0.00%
(B3).教師能清楚講述授課的內容	4.3409	54.50%	27.30%	15.90%	2.30%	0.00%
(B4).在課堂上會鼓勵學生發問或討論	4.2727	50.00%	29.50%	18.20%	2.30%	0.00%
(B5).對學生的反應做建設性的回饋	4.2727	50.00%	31.80%	13.60%	4.50%	0.00%
總分	4.3182					

另外學生在課程最後的回饋意見如下：

1. 慢慢回想上課時老師帶我們做的建立資料表訓練及測試模型然後到近期的專案程式把步驟原理，哪些該注意的細節依依做整理並整合成一份報告用的資料，在整理資料的過程中也讓我更進一步清楚其運作方式，我認為這也是對自己來說是很好的複習方式。
2. 這次的課堂作業讓我認識人工智慧背後有許多學術含量，例如:決策樹、隨機森林、多層感知機等工具，雖然課中我有時真的聽不懂，但做報告查資料的時候我也慢慢認識了這些工具的作用，並且想要深入去認識背後的原理，這門課也讓我對人工智慧有更進一步的認識。
3. 這門課程讓我了解了塑膠擠出的過程，塑膠的加工方法和擠出的類型，塑膠擠出過程中也可能涉及一些參數例如控制溫度和時間，如何利用這些可控數據來優化生產流程或使生產符合預期，也讓我了解了如何使用模型預測及模型預測的應用。
4. 在這一學期上課中，我學習到甚麼是利用人工智慧程式來統計及預測數據，還大致了解了甚麼較押出製成塑膠。一開始我覺得這堂課會是上一些跟 AI 有關的課程，不過整體還是上如何使用電腦輔助來完成數據上的分析，沒有失望，而且也不怎麼有學習上的壓力，更願意前來上課，雖然在學習途中，有遇到許多不了解的地方，但都在老師及組員的幫助及努力下

讓我學會，非常感謝!!

5. 這一堂課讓我知道押出製程是一個需要技術的工作，隨著時代慢慢進步加入人工智慧，也知道了 Excel 怎麼製作成圖表，我從以前沒碰過這些東西實際操作才覺得沒那麼容易，這堂課讓我受益良多。
6. 透過學習如何使用在課堂上學到的程式建立和分析隨機森林模型，讓我學到許多新知識。對於使用平常上課學到的程式進行隨機森林模型的建立及分析，希望有朝一日能夠應用在資訊的應用上並在這領域精進自我。
7. 在這堂課當中，我學到了原來人工智慧不是平常所知道的那樣，人工智慧其實也有許多的分類與功能，那我們今天也是利用人工智慧中的隨機森林來進行分析。

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本次計畫在執行過程中，結合了多方資源，包括教學方法的改變與因應產業需求的課程設計，藉由產業出題並由業師輔導以達成目標學習，同時整合競賽與研究，為學生提供更多發展空間。未來這個課程將依循此次的教學成果繼續延續，課程所需的領域專業知識需要再搭配其他課外資源或教學活動逐步建立，使人工智慧課程能一貫化學習，從需求出發，學習人工智慧的知識與方法，應用工具解決產業議題。

課程設計方面，將增強課程的模組化設計，使學生能逐步學習人工智慧的基本原理，並在實際案例中應用。教學方法上，採用專題研討、實驗實作等多樣化教學方法，提升學生的參與度和學習效果。並加強與企業的合作，邀請更多業界專家進行實務講座和現場指導，提供學生更多實踐機會。多加利用線上學習資源，補充課堂教學內容，豐富學生的學習途徑。

未來，計畫將朝向跨學院整合開課，讓課堂的學生來自不同系所的高年級學生，跨域合作學習，以刺激學生間的良性互動。基於商學院的跨域教學，發展至未來全面性的人工智慧應用推廣課程，深化跨領域合作，增強不同學科之間的合作，推動跨學科的研究和教學，提升學生的綜合能力。同時擴大課程內容的覆蓋面，引入更多實際案例和行業需求，使學生能應對更多樣化的實際問題。建立完善的評估體系，通過定期的評估和反饋，不斷改進教學內容和方法，提升課程質量。針對課程設計和教學實施中可能遇到的挑戰，如學生的知識背景差異、資源分配問題等，提前制定應對措施，實現教學目標的最大化。

二、參考文獻 (References)

- [1] Zumwalt, K. (1989). Beginning professional teachers: The need for a curricular vision of teaching. Knowledge base for the beginning teacher, 173-184
- [2] 張綺芳 (2020)。IoT 課程融合 STEM 教育之真實性學習評估與成效。國立嘉義大學數位學習設計與管理學系研究所碩士論文，嘉義市。
- [3] Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher, 70(1), 30.
- [4] Bayman, P., & Mayer, R. E. (1988). Using conceptual models to teach BASIC computer programming. Journal of Educational Psychology, 80(3), 291.
- [5] 黃嘉文 (2010)。以 Cyber-Physical 環境支援程式設計學習之探究。國立中央大學網路學習 科技研究所碩士論文。
- [6] 沈沛瑩 (2020)。探討醫學系 PBL 教學之學習成效與滿意度之相關性研究 -整合統計分析與資料視覺化技術。國立臺北護理健康大學醫護教育暨數位學習研究所碩士論文，台北市。
- [7] Pea, R. D., & Kurland, D. M. (1984). On the cognitive effects of learning computer programming. New Ideas in Psychology, 2, 137-168.
- [8] Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education. Springer Publishing Company.
- [9] Barrows, H. S., & Kelson, A. (1998). Problem-based learning: A total approach to education. SIU School of Medicine, Department of Medical Education.
- [10] Torp, L., & Sage. S. (2002). Problems as possibilities: problem-based learning for K-16 education (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development.
- [11] 潘玫分 (2017)。問題導向學習(PBL)之探索性研究－以 A 專題為例。環球科技大學中小企業經營策略管理研究所碩士論文，雲林縣。
- [12] Senge,P. (2000).Schools that learn: A fifth discipline field book for educators, parents, and everyone who cares about education. New York: The Spieler Agency.
- [13] 蔡育青(2004)。ePBL 對大學生小組互動歷程與遺傳概念改變影響之研究。國立彰化

師範大學生物學系碩士論文，未出版，彰化。

- [14] 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.
- [15] 張瓊穗(2004)。資訊融入專題式學習之教學初探。教育研究月刊,117,107-116。
- [16] 林宜慧（2022）。將藝術素養融入 DDMT 教學模式之 STEAM 課程設計的研究：以中年級盪鞦韆彈性課程為例。國立清華大學課程與教學碩士在職專班碩士論文，新竹市。
- [17] 謝祐宣（2022）。個別化系統教學模式應用於成人羽球教學之行動研究。國立高雄師範大學體育學系碩士論文，高雄市。

三、附件 (Appendix)

透過教學評量問卷評估學生於課程學習成效之問卷設計如下：

(1) 前測問卷：

親愛同學你好： 為了要能夠更瞭解同學修課前後在人工智慧的實務應用狀況，以增進教學計畫對您學習狀態的改善，特設計本問卷以瞭解同學的背景知識強度、學習動機、與學習興趣。希望您能夠提供寶貴的意見以作為我們持續改進的參考，感謝您的熱心參予，以下問卷內容請依照實際狀況填寫即可。所有的問卷結果僅供本教學研究計畫改善使用，不另作他用，請放心填寫，謝謝！ 授課教師 王智昊 敬上					
班級:_____		學號:_____			
姓名:_____					
題目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
1.對物聯網應用的瞭解程度。					
2.對人工智慧的瞭解程度。					
3.對 AIoT 的瞭解程度。					
4.對產業變化的瞭解程度。					
5.對智慧製造的瞭解程度。					
6.對塑膠押出機的認知程度。					
7.對訊號處理分析的認知程度。					
8.對實務課的興趣程度。					

(2) 期中問卷：

親愛同學你好： 為了要能夠更瞭解同學修課前後在人工智慧的實務應用狀況，以增進教學計畫對您學習狀態的改善，特設計本問卷以瞭解同學從第一週至期中的學習狀況。希望您能夠提供寶貴的意見以作為我們持續改進的參考，感謝您的熱心參予，以下問卷內容請依照實際狀況填寫即可。所有的問卷結果僅供本教學研究計畫改善使用，不另作他用，請放心填寫，謝謝！ 授課教師 王智昊 敬上					
班級:_____		學號:_____			
姓名:_____					
題目	非常	同意	無意	不同	非常

	同 意		見	意	不 同 意
1.對訊號處理分析的學習程度。					
2.對模型建構的學習程度。					
3.教學步調是否太快。					
4.吸收教學內容程度。					
5.是否能回答課堂提問之問題。					
6.老師教學模式是否滿意。					
7.教師對課程內容講解清楚、容易了解。					
8.教師對課程內容有良好的組織與規劃。					
9.能善用課堂知識完成一個專案。					
10.對於考試方式是否滿意。					

(3) 期末問卷：

親愛同學你好：

為了要能夠更瞭解同學修課前後在人工智慧的實務應用狀況，以增進教學計畫對您學習狀態的改善，特設計本問卷以瞭解同學於本學期課程中的學習狀況以及成效評估。希望您能夠提供寶貴的意見以作為我們持續改進的參考，感謝您的熱心參與，以下問卷內容請依照實際狀況填寫即可。所有的問卷結果僅供本教學研究計畫改善使用，不另作他用，請放心填寫，謝謝！

授課教師 王智昊 敬上

班級：_____ 學號：_____

姓名：_____

題目	非常 同意	同 意	無 意 見	不 同 意	非常 不 同 意
1.能實際操作機台。					
2.能判斷感測器有安置成功。					
3.能運用感測器量測訊號。					
4.能透過量測之訊號進行訊號處理與分析。					
5.能運用資料集建構模型。					
6.能根據監控介面察覺出製程發生問題。					
7.能將模型與系統進行整合運用。					
8.透過 STEM 的教學方式，能根據所學知識去解決問題。					
9.日後想繼續修習相關進階課程。					
10.教學內容與自己的預期相符。					

前測問卷結果：

1.對物聯網應用的瞭解程度。

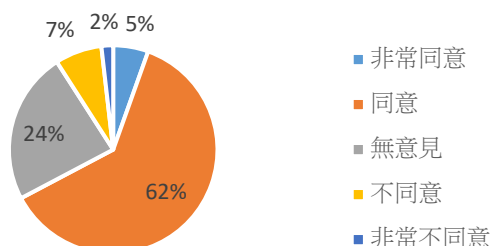


圖 12 前測問卷題目一結果

2.對人工智慧的瞭解程度。

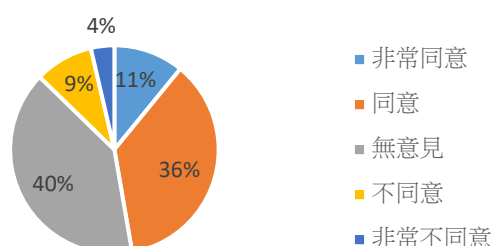


圖 13 前測問卷題目二結果

3.對AIoT的瞭解程度。

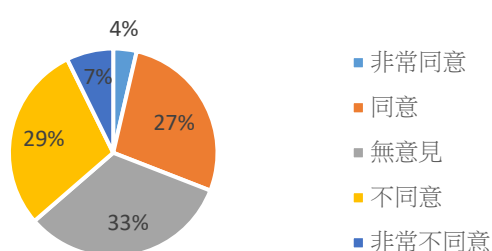


圖 14 前測問卷題目三結果

4.對產業變化的瞭解程度。

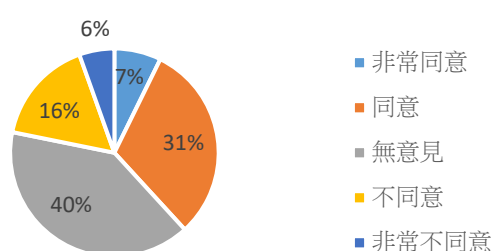


圖 15 前測問卷題目四結果

5.對智慧製造的瞭解程度。

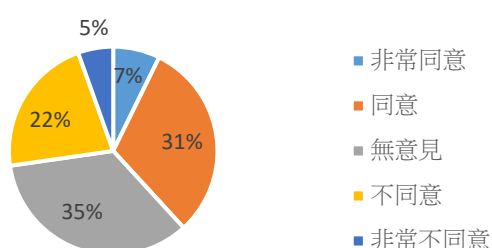


圖 16 前測問卷題目五結果

6.對塑膠押出機的認知程度。

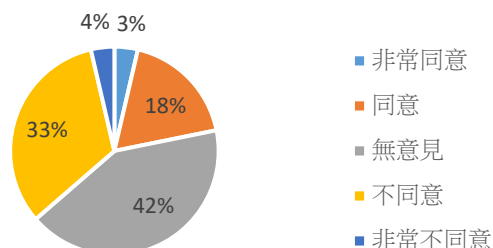


圖 17 前測問卷題目六結果

7.對訊號處理分析的認知程度。

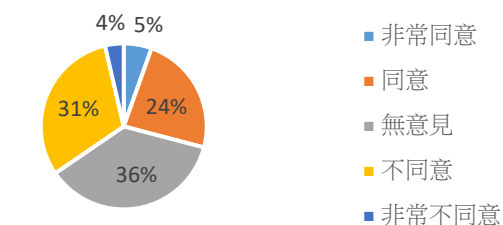


圖 18 前測問卷題目七結果

8.對實務課的興趣程度。

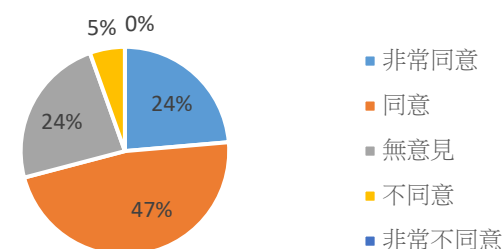


圖 19 前測問卷題目八結果

中測問卷結果：

1.對訊號處理分析的學習程度。

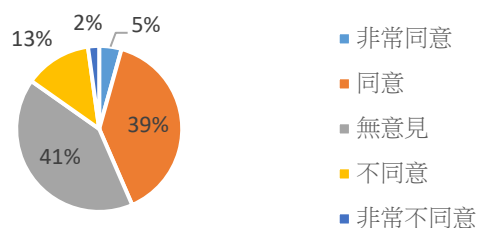


圖 20 中測問卷題目一結果

2.對模型建構的學習程度。

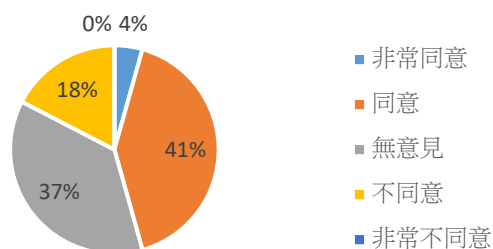


圖 21 中測問卷題目二結果

3.教學步調是否太快。

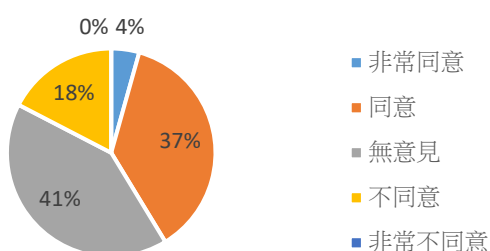


圖 22 中測問卷題目三結果

4.吸收教學內容程度。

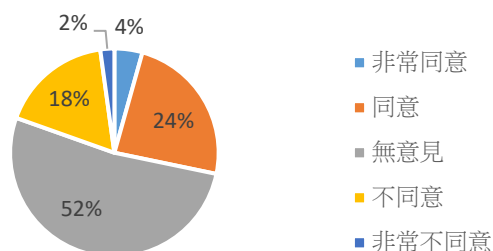


圖 23 中測問卷題目四結果

5.是否能回答課堂提問之問題。

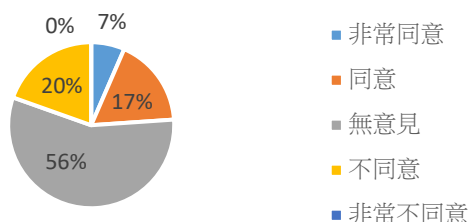


圖 24 中測問卷題目五結果

6.老師教學模式是否滿意。

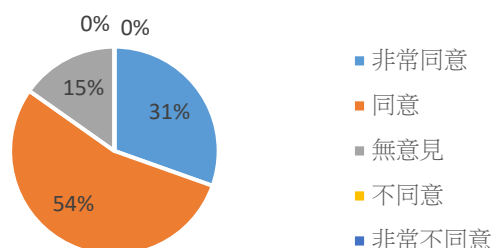


圖 25 中測問卷題目六結果

7.教師對課程內容講解清楚、容易了解。

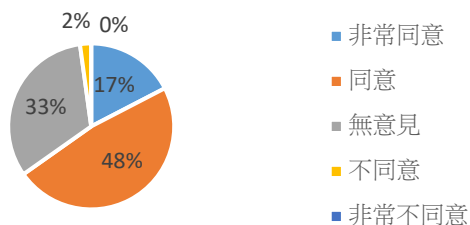


圖 26 中測問卷題目七結果

8.教師對課程內容有良好的組織與規劃。

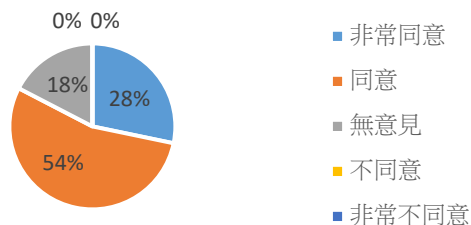


圖 27 中測問卷題目八結果

9.能善用課堂知識完成一個專案。

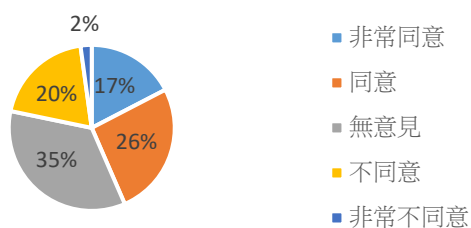


圖 28 中測問卷題目九結果

10.對於考試方式是否滿意。

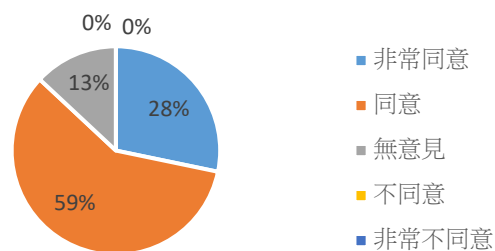


圖 29 中測問卷題目十結果

後測問卷結果：

1.能實際操作機台。

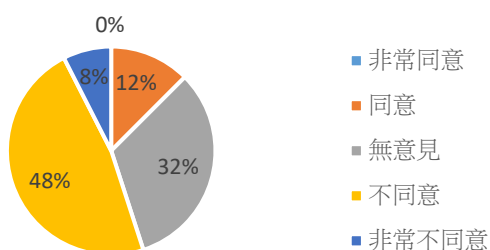


圖 30 後測問卷題目一結果

2.能判斷感測器有安置成功。

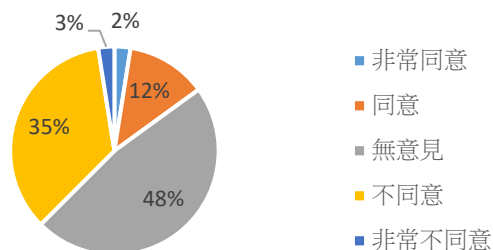


圖 31 後測問卷題目二結果

3.能運用感測器量測訊號。

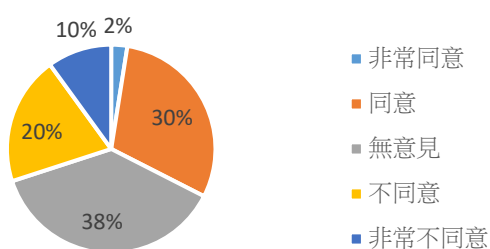


圖 32 後測問卷題目三結果

4.能透過量測之訊號進行訊號處理與分析。

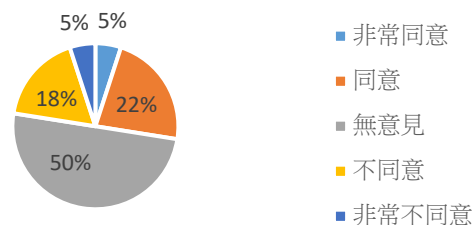


圖 33 後測問卷題目四結果

5.能運用資料集建構模型。

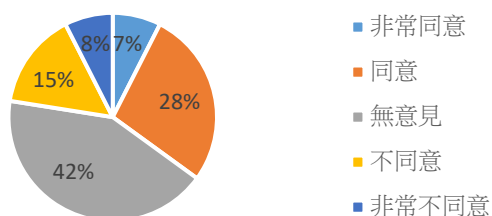


圖 34 後測問卷題目五結果

6.能根據監控介面察覺出製程發生問題。

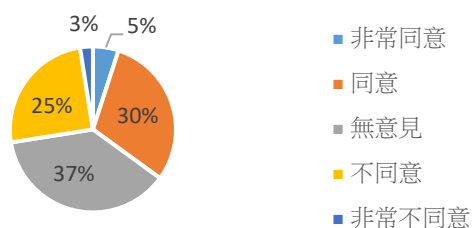


圖 35 後測問卷題目六結果

7.能將模型與系統進行整合運用。

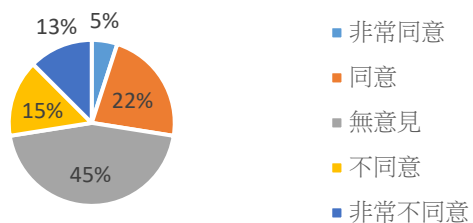


圖 36 後測問卷題目七結果

8.透過STEM的教學方式，能根據所學知識去解決問題。

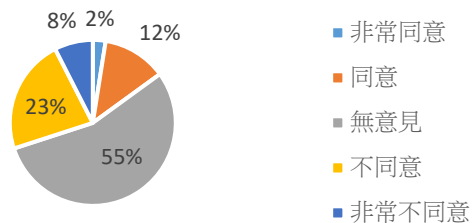


圖 37 後測問卷題目八結果

9.日後想繼續修習相關進階課程。

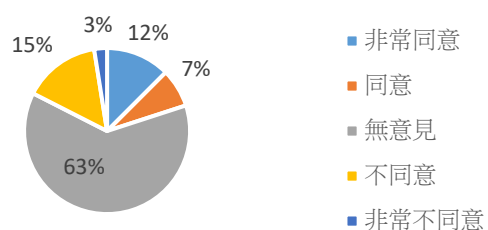


圖 38 後測問卷題目九結果

10.教學內容與自己的預期相符。

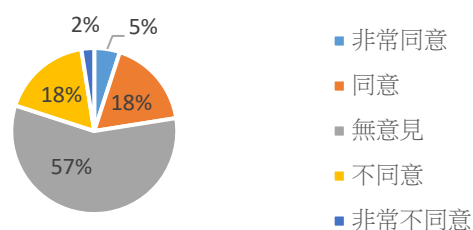


圖 39 後測問卷題目十結果