

## 【附件三】成果報告

### 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：PSK1120639

學門專案分類/Division：工程

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

激發學生於課堂中之提問力與創造力：利用微處理機系統實習為實  
踐課程

微處理機系統實習

計畫主持人(Principal Investigator)：謝男凱

協同主持人(Co-Principal Investigator)：陳澤龍

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：逢甲大學自動控制工程  
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)：2024 年 9 月 4 日

## 本文與附件 Content & Appendix

### 激發學生於課堂中之提問力與創造力：利用微處理機系統實習為實踐課程

#### 一、本文 (Content)

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

臺灣已成為全球自動化生產設備的重要供應基地，因此自動化發展成為不可逆轉的趨勢。尤其是在控制設備運作的元件，如微處理機，顯得尤為重要。本學系作為自動化控制學系，肩負著培養相關人才的重要使命。

對本系學生而言，必須具備機電整合與自動控制的專業知識與實作能力。然而，目前學生在學習過程中常將機械和電子分開，難以全面了解機電整合在實務中的應用。特別是微處理機系統，作為本科生的重要專業課程，其應用已廣泛滲透至家電、事務機器等領域，如冷氣機、電冰箱、自動販賣機、影印機等設備中，都能見到單晶片微處理機的應用。

目前的微處理機應用課程，多以教科書上的程式語法和範例進行實務練習。但對於即將進入自動化產業的學生而言，僅憑課堂上的基礎理論知識仍顯不足。為了讓學生在未來能夠與產業無縫銜接，還需要他們具備相關的產業實務經驗。因此，在學生的培養過程中，我們使用相關的感測元件、自動化設備與機電整合等實作課程，以培養出具備專業技能的機電整合人才。

## 2. 研究問題 (Research Question)

利用 CDIO（構思、設計、實現、運作）教育理念，本計畫旨在讓學生在掌握專業基礎知識的同時，透過實作過程激發創意與創意思維。首先，在構思（Conceive）階段，學生提出潛在的解決方案；接著，透過團隊合作，學生在小組成員間進行交流與意見交換，共同設計（Design）產品雛型，這包括硬體設計、程式撰寫及產品功能的開發。

在此過程中，學生面對並解決初期產品開發的挑戰，如產品規格制定、元件選用、創新應用等。在實現（Implement）階段，他們克服各種技術難題，最終於學期末利用口頭報告與成果發表展示他們的創新成果。

本計畫在課程中融合 PBL（問題導向學習）與 CDIO 方法，旨在幫助學生跨出進入自動化領域的第一步，消除對於動手實作的恐懼。課程中引入虛實整合，讓學生在產品規劃初期能夠透過程式模擬來進行學習和專題開發前期的驗證，從而激發創意火花。

藉由融入 CDIO 教育理念，學生不僅能夠了解微處理機系統在業界的重要性，還能在實作中獲得寶貴的實務經驗，這有助於他們未來順利踏入業界，成為具備創新能力的專業人才。



講授 PBL 的授課精神



講授 CDIO 的授課精神

### 3. 文獻探討 (Literature Review)

本課程致力於引導學生發現問題並思考可行或最佳的解決方案【1-3】。在微處理機實習課程中，我們引入創新思考與創意發想等實作概念，使學生能夠運用創新思維進行設計，並讓他們的想法落實到實務應用中，而不僅僅停留在課堂理論知識的學習上。在課程中，我們採用多種評量方法和不同次數的評量來掌握學生的學習吸收能力。透過問卷和評量數據的回饋，及時調整授課內容和進度，從而提升學生的學習表現。利用評量來改進教學效果，是我們教師共同努力和關注的重要目標【4,5】。在課程中，我們致力於培養學生的問題解決能力。透過團隊合作和教師的協助，學生發展出自身的解決問題能力，並獲得新知識與專業技能【6,7】。在解決問題的過程中，教師的引導可以避免學生在學習中出現專注力分散的情況，並提供適時的建議，使學生學習到團隊合作和溝通的能力。透過實務範例，學生能找到解決問題的方法。問題導向學習不僅讓學生掌握專業基礎知識，還使其具備解決產業實務問題的能力。在未來遇到相關問題時，學生能利用團隊力量，透過集思廣益和溝通討論，找到最佳解決方案和創新想法【8】。我們致力於培養學生的實作習慣，透過實際案例讓學生有動手實作的機會，並結合課程的期末專題實作，使學生能把所學的專業知識和技能應用於專題製作過程中。這不僅讓學生掌握微處理機系統的專業知識和實作能力，還能從中獲得寶貴的實踐經驗。

本課程營造師生共同學習的氛圍，融入 CDIO 教育理念，並結合問題導向式學習和虛實整合，幫助學生建立對微處理機系統的專業知識與技能【9,10】。學生透過團隊合作探索並解決實務問題，在此過程中培養合作和創新能力【11,12】。

#### 4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

微處理機系統課程分為理論課和實驗課兩大部分。理論課主要涵蓋微處理機的基礎原理、CPU 軟體模式與程式設計、CPU 硬體模式與系統設計，以及 I/O 介面與應用。在授課過程中，我們融入實務教學案例，使學生能將理論與實務結合，並了解各領域知識的應用時機。課程中還引入虛實整合的模擬部分，使學生在理論課上先熟悉程式語法、使用方法和實用性。

當理論課結束後，緊接著進行微處理機實驗課，結合實際產業案例作為教材，並搭配感測器和電子零件進行實驗。在實驗課程中，老師會先講解設備的運行原理與控制方式，指導學生實作相關成品並評估學習成效。每組學生將以 2 至 3 人為單位，針對實驗案例進行小組討論，確定實作方式和成品呈現形式。老師則在實驗過程中適時提供引導與建議，提醒注意細節。

學生在團隊合作中，透過結合感測器與控制元件，完成實際案例的實作。這過程中，學生能從同儕協作中互相砥礪，面對未知領域的挑戰與挫折，最終在同儕的支持下完成實驗內容。這不僅培養了學生勇於面對挑戰和克服困難的精神，還能使學生在進入職場前提早接觸產業實務應用。本課程在教學方式上融合了「學用合一」的理念，有助於學生未來的職涯發展。透過實務案例的演練，學生能更好地準備應對職場上的各種挑戰(表 1)。

表 1 各面向之學習成效評量指標

專業技能	學習成效評量指標
專業知識和實作技能	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 能了解微處理機系統的發展平台和研發工作的運作流程</li><li>◆ 熟悉記憶體的輸入/輸出介面和機電整合應用</li><li>◆ 可針對實際案例來完成程式設計與軟硬體整合</li><li>◆ 可獨立完成微處理機硬體實例</li></ul>
創意思考	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 善用心智圖、九宮格、SWIH、產品 NSDB 等創意思考方法</li><li>◆ 藉由團隊合作搭配創新思考找出市場的需求，並以海報與口頭報告之方式呈現</li><li>◆ 學習產品創新之能力與產業需求分析</li><li>◆ 能於不同情境和場合來適切表達自身觀點和團隊之</li></ul>

	間的溝通技巧
團隊合作	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 同儕間的相互「信任」為團隊合作之第一步</li> <li>◆ 團隊之間對於目標的一致性</li> <li>◆ 團隊之間的分工合作的氣氛</li> <li>◆ 團隊之間在意見分歧時，相互溝通協調之能力</li> </ul>
主題式實務專題	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 利用創新思考發掘出目前產業所面臨之實務問題</li> <li>◆ 結合微處理系統和感測元件完成實務專題</li> <li>◆ 能具有海報製作與口頭報告之能力</li> <li>◆ 完成實務專題的機電整合與成品雛形</li> <li>◆ 完成成品實體展示與發表</li> </ul>

**本計畫之教學課程設計分為四大步驟：**

**單元講授：**根據每週的課程進度，系統性地講解微處理機每個章節的基礎知識、程式指令和程式撰寫的基本能力，並結合專題實作。課程內容輔以自編講義、實務案例的影音資料及元件電路模擬，並由教師在課堂上進行講解，旨在激發學生對課程的興趣，並強化他們的實作能力。

**實驗課程：**每週的實驗課程內容結合日常生活中的應用實例。在課堂上，教師講解相關專業知識，並使其應用到具體案例中，如電梯樓層控制、交通號誌控制、鈴聲產生器及自動化生產線控制等。學生利用感測器和微處理機系統，透過程式語言實現設備的實際動作，進而了解設備是否正常運行及程式撰寫與實際運作之間的差異。這不僅能激發學生對微處理機控制的求知慾，還能提高他們對課程的學習興趣。透過團隊合作，學生可以分享和交流實作中的相關知識，並討論實作過程中遇到的問題，從而提升學習效果。

**創意思考與應用：**在課程中，我們講授各章節的專業知識與實作技能，並融入創意思考與應用。我們安排兩週時間邀請專門講授創意思考與應用的業師，帶領學生進入創意領域。課程中講解創意思考的元素和使用方法，並以團隊分組的方式，讓學生針對指定議題進行創意思考與實現。這能引導學生深入理解創意思考的涵義與方法，並透過小組討論與問答，激發學生的學習動機和課程成效。並在課程中讓學生利用九宮格與心智圖來規劃期末專題的功能

性。

C 語言	LED 七段顯示器 按鈕	紅綠燈路口
藉計時器 控制紅綠燈	紅綠燈	① 電路設計 ② 程式設計
交通號誌 改善交通	① LED燈 ② 計時器 ③ 中斷按鈕	維護用路人的安全 改善交通的流暢性

圖 1 九宮格

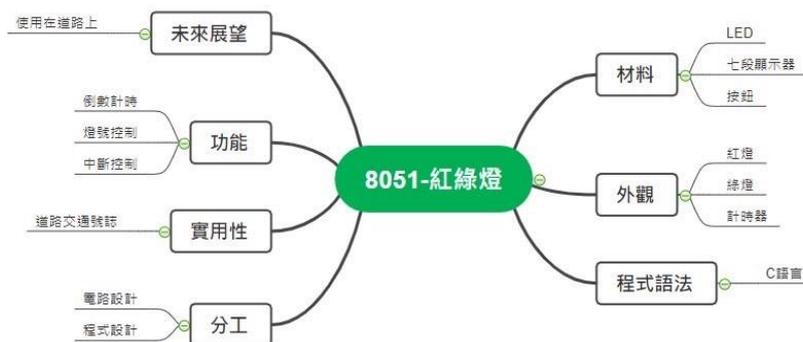


圖 2 心智圖

**主題式實務專題：**課程選定智慧城市、智慧醫療、智慧校園與智慧自動化生產等方向為主題。學生在理解創意思考的精髓後，運用創意思考結合 5W1H 分析市場需求(圖 3)，找出現有痛點，並考量市場接受度與價值性。在期末專題成果展時，學生需提出實務專題企劃書，並結合海報、口頭發表與實際成品進行展示。這一過程能提升學生的創意思考與應用能力、團隊合作能力與自發性學習能力。期末專題評審邀請業界專家和兩位專業領域的專業人士

參與，並給予學生專業的回饋。

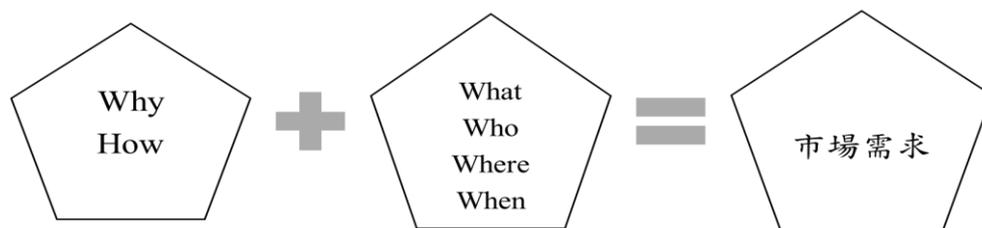


圖 3 利用 5W1H 尋找真正問題

## 5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

**CDIO 量表：**本計畫分別在課前和課後透過問卷調查來評估本計畫的教學成效。量表的目的是請學生在第一次上課（課前）和期末專題發表後（課後）填寫，並根據量表回饋的數據進行分析和統計。這樣可以掌握學生是否能利用 CDIO 理念來提升學習成效與專業技能，並了解 CDIO 教育理念對學生課程理解和學習動機的影響。同時，根據量表的結果，我們可以調整下次課程的設計方向。透過每年累積的回饋意見，我們可以觀察學生在期初和期末的學習成效差異與變化。

**評分方式：**學生的專業知識培養將透過以下幾個方面進行評估：

**平時成績：**評估學生每週的實作內容完成情況、課堂學習態度、團隊合作的分工與投入程度，並包括創意思考設計的海報與口頭簡報。

**期中上機測驗：**旨在了解學生的學習成效和基礎專業知識，促使學生在學習過程中更加專注於專業技能的培養。

**期末主題式實務專題發表：**學生以 2-3 人為一組，透過團隊合作與溝通協調，發揮創意，將微處理機系統應用於實務上，並整合系統周邊的電子元件，展示他們的創意成果。

**總結與提升：**課程透過上述三個階段的評估方式，再結合學生和教師在教學過程中的交流，激發學生的自學動機，提升他們的專業能力，並使其成為符合產業需求的人才。

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

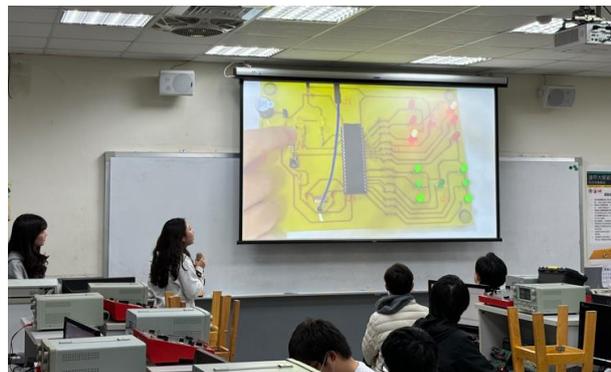
### (1) 教學過程與成果

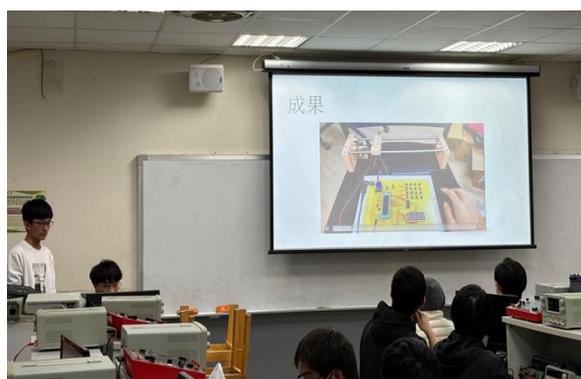
課程規畫讓學生以“做中學、學中做”來提升學習的成效，許多教師嘗試透過實務訓練來培養學生的實作能力。然而，訓練過程往往過於側重於教具的使用方式，而忽略了最關鍵的核心—培養學生的探究思考能力，這才是課程的重點訴求。本課程利用引導式學習，讓學生從挖掘問題開始，致力於引導學生發現問題並思考可行或最佳的解決方案。

讓學生在學習過程中融合創新思考，本課程透過引入主題式思考的教學手法，來培養學生的創意思維。透過團隊合作，訓練學生上台簡報的技巧，並透過腦力激盪找出創意方法、動機和成果展示方式。這能幫助學生規劃期末專題的從產品創意構思到專題目標和成品展示的整個過程。

在期末專題製作過程中，學生體驗每一項創意產品從構想到實現的完整流程。在設計階段，我們指導學生將產品可能面臨的挑戰納入評估，使他們了解如何創造出具創新性的產品。透過這一過程，學生能在產品設計與製作中得到成長，並掌握創新思考與實踐的能力。

學生期末專題成果





## (2) 教師教學反思

預期能強化學生對於微處理機相關實務的理解力與實作能力。課堂中的實作內容取材自生活中的各種實務面向，這種實質結合必能提升學生的學習動力與好奇心，進而增強教學計畫的效益。

## (3) 學生學習回饋

本計畫在執行過程中分別利用 CDIO 量表 前測、後測及 組員互評 來作為了解學生學習成效之參考依據。

CDIO 前測人數為 63 人

題目	分數					總分
	非常同意	同意	不確定	不同意	非常不同意	
	5	4	3	2	1	
我能夠創造全新的解決方法或思考	34	22	5	1	1	276
我對於新的技術或觀念總是會審慎思考後才接受	35	24	4	0	0	283
我能整合可替代的意見	32	28	2	0	1	279
我能提出一個或數個解決辦法	26	26	5	3	3	258
我能實踐不同的解決辦法	39	20	0	3	1	282
我能整合想法，擬定解決問題的模式	35	27	0	1	0	285
我覺得解決問題是有趣的	43	15	3	1	1	287
我認為想出解決問題的方法是令人興奮的	41	13	6	1	2	279

CDIO 後測人數為 63 人

題目	分數					總分
	非常同意	同意	不確定	不同意	非常不同意	
	5	4	3	2	1	
我能夠創造全新的解決方法或思考	39	17	5	1	1	281
我對於新的技術或觀念總是會審慎思考後才接受	46	17	0	0	0	298
我能整合可替代的意見	36	25	1	0	1	284
我能提出一個或數個解決辦法	34	20	3	3	3	268
我能實踐不同的解決辦法	42	18	1	2	0	289
我能整合想法，擬定解決問題的模式	45	17	1	0	0	296
我覺得解決問題是有趣的	44	14	5	0	0	291
我認為想出解決問題的方法是令人興奮的	45	10	5	2	1	285

CDIO 前後測試差異

	前測分數	後測分數	差異
我能夠創造全新的解決方法或思考	276	281	+5
我對於新的技術或觀念總是會審慎思考後才接受	283	298	+15
我能整合可替代的意見	279	284	+5
我能提出一個或數個解決辦法	258	268	+10
我能實踐不同的解決辦法	282	289	+7
我能整合想法，擬定解決問題的模式	285	296	+11
我覺得解決問題是有趣的	287	291	+4
我認為想出解決問題的方法是令人興奮的	279	285	+6

期末組員互評

題目	分數	非常 同意	同 意	不確 定	不同 意	非常 不同 意	總 分
		5	4	3	2	1	
組員積極收集資料		52	5	4	1	1	295
組員積極參與發想		49	7	3	2	2	288
組員積極參與實作		60	2	0	1	0	310
組員積極解決問題		53	8	2	0	0	303
組員積極參與溝通		47	8	5	2	1	287

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

此次藉由教學實踐執行之經驗可以複製到其他實作類型的課程中，讓學生對課堂內容有更直接的參與感，進而提升授課品質。這樣不僅使課程更加貼近社群與社區發展，也促使臺灣在工程教育上做出更創新的貢獻。

## 二、参考文献 (References)

- [1] G. Baryshev, I. Yudin, A. Biryukov, B. Shukin and R. Yul'tyeva, "Application of the CDIO standards for cyber-physical education in mechatronics and robotics in a research university on the example of development of digital electronic skills," *Procedia Computer Science*, vol.190, pp.45-50, 2021.
- [2] Z. W. Liang, H. G. Deng and J. H. Tao, "Teaching Examples and Pedagogy of Mechanical Manufacture based on the CDIO-Based Teaching Method," *Procedia Engineering*, vol.15, pp.4084-4088, 2011.
- [3] M. Zhang, X. J. Shen and D. S. Wang, "Research on Reform of "Electrical Engineering and Electronics" Based on CDIO Education Model," *2021 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS)*, pp.179-182, Shenyang, December 2021.
- [4] R.F. Mustapa, A. F. Z. Abidin, A. A. N. M. Amin, A. H. M. Nordin and M. N. Hidayat, "Engineering is fun: Embedded CDIO elements in electrical and electronic engineering final year project," *2017 IEEE 9th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, pp.1-6, Kanazawa, November 2017.
- [5] E. Marasco, and L. Behjat, "Integrating creativity into elementary electrical engineering education using CDIO and project-based learning," *2013 IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education (MSE)*, pp.44-47, Austin, June 2013.
- [6] R. Corvers, A. Wiek, Author, J. D. Kraker, D. J. Lang, & P. Martens. (2016). *Sustainability Science - An Introduction*. Dordrecht: Springer.
- [7] R. Hanney, "Doing, being, becoming: a historical appraisal of the modalities of project-based learning," *Teaching in Higher Education*, vol. 23, no. 4, pp. 1-15, 2018.
- [8] L. Davidovitch, A. Parush and A. Shtub, "Simulation-based Learning in Engineering Education: Performance and Transfer in Learning Project Management," *The Journal of Engineering Education (JEE)*, vol. 95, no. 4, pp. 289-299, 2006.
- [9] G. C. Wardiyani, N. Karna and Istikmal, "Designing a Teaching Aid for Microprocessor Class: Case Study Microprocessor Interconnection with Memory," *2021 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS)*,

Toronto, April 2021.

- [10] N. Karna, W. A. Muchlis and Istikmal, "Designing a Teaching Aid for Microprocessor Class Case Study: How Microcontroller Works with Input-Output," 2021 IEEE 5th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), pp.175-179, Purwokerto, November 2021.
- [11] J. J. Zhao, X. G. Zhou and H. Y. Sheng, "Innovation and practice of talent training model of mechanical and electronic engineering based on CDIO ideas," 2017 International Conference on Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), pp.446-449, Xiamen, December 2017.
- [12] N. I. M.ENZAI, N. Ahmad, S. Mohamed, S. S. Rais, M. A. H. Ab.Ghani and N. Ismail, "CDIO implementation in microprocessor course through mini project assignment," 2017 IEEE 9th International Conference on Engineering Education (ICEED), pp.7-11, Kanazawa, November 2017.

### 三、附件 (Appendix)

附件 1、主持人執行 112 年度教學實踐計畫，獲得逢甲大學「實驗課程」  
全校前 10%教學滿意度之殊榮

逢甲大學

Feng Chia University

臺中市407802路屯區文華路100號

No. 100 Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung 407802, Taiwan, ROC

TEL: +886-4-2451-7250

www.fcu.edu.tw

謝老師男凱 道鑒：

依一一二學年度第一學期課程講授意見調查結果，先生擔任自控二乙「微處理機系統實習」之教學滿意度居於全校「實驗課程」之前 10%，特函致意，恭喜先生在本課程之教學深受修課學生肯定。課程講授意見調查旨在協助教師了解學生對教學的看法，提供教師改善或提昇教學成效之依據。感謝先生的投入與辛勞，戮力共同維護本校教學品質，在此衷心表達謝忱與敬意。

尚此 即頌教安

教務長

蔡健益

敬上

113 年 4 月 12 日

Dear Professor Nan-Kai Hsieh,

According to the Summative Evaluation of the first semester of the 2023 academic year, the teaching satisfaction of your course, ACE-B-2B – THE EXPERIMENT OF MICRO-PROCESSOR SYSTEM, ranked among the top 10% of the university's Experimental Courses. I am writing to congratulate your excellent teaching which is well received by students. The Summative Evaluation is designed to help teachers understand students' views on teaching, and to provide teachers with a basis for improving or enhancing teaching. I would like to express my sincere gratitude and respect for your dedication and hard work for maintaining the teaching quality of the university.

Yours sincerely,

Dean of Academic Affairs

Chuan Ye Moay

April 12, 2024

附件 2、參與教育部 112 年度教學實踐研究區域基地計畫-中部區域基地  
跨校教師專業學習社群

## 參與證明

靜教教研字第 112345 號

逢甲大學自動控制工程學系 謝男凱助理教授

參與教育部 112 年度教學實踐研究區域基地計畫  
—中部區域基地跨校教師專業學習社群，特此證  
明。

教育部教學實踐研究區域基地計畫

中區基地主持人

鄭志文

中華民國一一二年十一月十七日

附件 3、參與講座並主講『激發學生於課堂中之提問力與創造力：利用微處理機系統實習為實踐課程』

## 感謝狀

茲感謝逢甲大學自動控制工程學系謝男凱助理教授，蒞臨本系主講『激發學生於課堂中之提問力與創造力：利用微處理機系統實習為實踐課程』專題講座，嘉惠學子，熱忱感人，特製感謝狀，以表謝忱。

嶺東科技大學資訊科技系

系主任 **沈志昌**

中華民國一一二年九月二十二日

#### 附件 4、參與 112 教學實踐中區社群



附件 5、邀請專家諮詢(嶺東科技大學 資訊科技系 張志忠教授)

