

# 教育部教學實踐研究計畫成果報告

計畫編號/Project Number：PEE1080214

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2019-08-01-2020-07-31

## 基於物聯網技術的智慧家庭能源管理系統與應用之 PBL 課程教材發展和實踐計畫

計畫主持人：胡誌麟

執行機構及系所：國立中央大學通訊工程學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期：109 年 8 月 25 日

## 目錄

一、研究動機與目的 .....	1
1.1 教學實踐研究計畫動機與目的 .....	1
1.2 文獻探討 .....	1
1.3 研究問題 .....	2
1.4 研究設計與方法 .....	2
1.4.1 前期規劃 .....	2
1.4.2 中期規劃 .....	3
1.4.3 後期規劃 .....	3
1.5 教學暨研究成果 .....	3
1.5.1 教學過程與成果 .....	3
1.5.2 教師教學反思 .....	7
1.5.3 學生學習回饋研究成果 .....	7
二、建議與省思 .....	10
三、參考文獻 .....	10
四、附件 .....	11

## 圖目錄

圖 一、PBL 教學實踐的實施程序 .....	2
圖 二、教學實施程序 .....	3
圖 三、學理知識和 PBL 課程引導-1 .....	4
圖 四、學理知識和 PBL 課程引導-2 .....	4
圖 五、助教教導實作課程 .....	4
圖 六、助教從旁協助 .....	4
圖 七、業師分享創作案例 .....	5
圖 八、設計思維課程 .....	5
圖 九、業師教導 OPENCV 課程 .....	5
圖 十、影像辨識實作示範 .....	5
圖 十一、期末專題分組討論 .....	6
圖 十二、期末專題展示 .....	6
圖 十三、物聯網技術課程期末專題成果發表 .....	6
圖 十四、教學實踐計畫課程之學生回饋調查統計 .....	9
圖 十五、物聯網技術之問卷統計對照圖 .....	9
圖 十六、數位家庭網路之問卷統計對照圖 .....	9
圖 十七、快樂花園_接線圖 .....	11
圖 十八、快樂花園_系統流程圖 .....	11
圖 十九、洗衣機預約系統_WEB PAGE .....	11
圖 二十、洗衣機預約系統_展示結果 .....	11

## 一、研究動機與目的

### 1.1 教學實踐研究計畫動機與目的

此計畫目標著重於：引導學生了解日常生活用電及居家用電的情況和實際問題，培養學生使用當代物聯網技術，協助改善一般家庭用戶用電的使用，最終以終端電力調控裝置搭配軟體程式等資源，建構出一套簡易型家庭能源管理系統，並能夠在物聯網環境中隨時隨地監控家庭環境中的電器裝置及電力使用情形。本計畫規劃達成以下幾點目的：

- 聚焦於系所特色的物聯網技術課程之研發
- 建置一特色的創新教學實踐場域
- 發展兼具理論與實務的教學特色
- 強化學生教學輔導資源
- 導入Problem-Based Learning (PBL)問題導向學習的實作課程
- 改進學習評量和方法

### 1.2 文獻探討

針對上述問題與需求，此教學實踐計畫之執行，以PBL問題導向教學模式，教導學生研發一套簡易且實際的家庭能源管理系統和應用，因此，以下將分述電管理實作和PBL創新教學兩部份之背景知識和文獻探討。

#### (1) 家庭用電管理和實作

目前各界正提倡智慧化節能和能源管理系統，家用能源管理系統(Home Energy Management System; HEMS)相關產業將成為未來的發展重點，以促進使用者的節能效果。HEMS架構概念上可分為三層，包括電力公司、雲端能源管理平台和家用物聯網裝置。電力公司將電傳送至家庭，家中的家電和物聯網裝置透過物聯網技術互聯，並上傳至雲端能源管理平台，HEMS與該戶的區域管理平台鏈接並提供用電資訊，管理平台接收到用電資訊後，再行彙整傳送給電力公司，電力公司依據各區的用電情形進行需量供應，透過電力公司、管理平台和HEMS三方平台的相互串連，達成用電資訊可視化，並自動調節各區的量需供應，透過這些數據彙集而成的需量供應，電力公司將可以調節尖峰和均衡離峰負載，電力公司緩解供電壓力、提高營運的效率。

#### (2) PBL創新教學

在實作教學的部分，本計畫的執行將採取PBL教學為基礎，其目標是：整合在幾個領域的知識和技能，發展高水平的技能，並促進獨立學習和團隊合作。比較學生參加標準課程和PBL課程的結果，顯示經過PBL課程技術訓練過後的學生，找出問題能力更好，並改善他們社交技巧和工作表現[1][2]，這更接近於工程師的實際工作狀況，並允許更大的深度學習[3]。

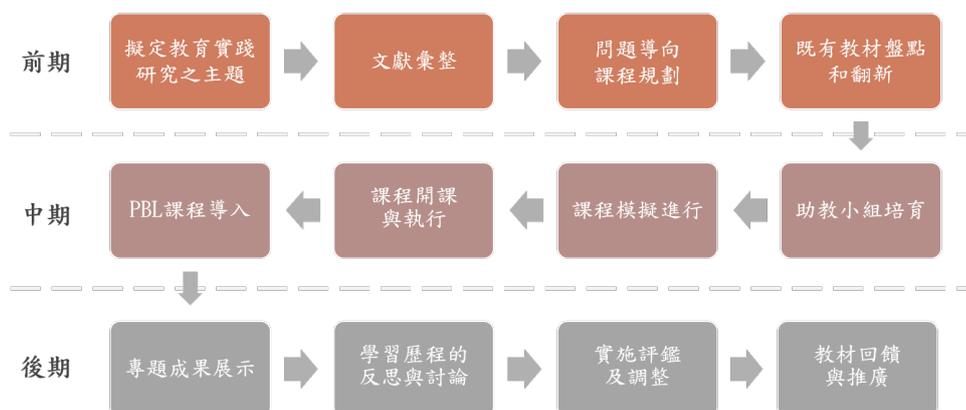
Barrows倡導PBL以真實情境的問題實例啟發學生學習[4]，作為發展學生問題解決能力的手法，從過程中自我導引學習以及分組合作來獲得新知識、新技能。

Hmelo-Silver亦指出PBL是一種學生透過問題解決而學習的教學方案[5]，而問題解決並沒有唯一解。在PBL情境中，學生以合作的方式理解學習的題目，之後投入自我導引學習來解決問題，最後則必須反思自己的學習歷程。Barrows和Tamblyn[6]提出PBL的問題應以學生的生活相關且能配合學生的學習程度者為佳。且PBL問題宜為結構鬆(ill-structured)才能具有較高的開放性和複雜度，讓學生發現各種不同的解決答案，並加以探究和驗證，這樣面對未來雜教學情境才能更有彈性。

### 1.3 研究問題

本教學實踐計畫開發一組「基於物聯網技術的智慧家庭能源管理系統與應用之 PBL 問題導向課程教材」，目標重於引導學生了解日常生活用電及居家用電的情況和實際問題，培養學生使用當代物聯網技術，協助改善一般家庭用戶用電的使用，最終以終端電力調控裝置搭配軟體程式等資源，建構出一套簡易型家庭能源管理系統(HEMS)，並能夠在物聯網環境中隨時隨地監控家庭環境中的電器裝置及電力使用情形。

### 1.4 研究設計與方法



圖一、PBL 教學實踐的實施程序

#### 1.4.1 前期規劃

- **擬定教育實踐研究之主題**：本課程主題為基於物聯網智慧家庭能源管理系統與應用，課程以單元和模組來進行，並帶領學生完成三大學習目標：
  - (1) 學生能自行設計物聯網智慧家庭能源管理之部署與應用
  - (2) 學生能將理論應用在實際場域
  - (3) 培養學生自主學習與團隊合作的能力
- **文獻彙整**：針對 PBL 課程設計之相關文獻進行探討以用於課程設計。
- **問題導向課程規劃**：引導學生關心電力能源短缺的問題，以一般家庭日常生活場域為場域，以實際遇到的問題為起源，進入以 PBL 為核心之課程模組，並了解本課程教學內容的重要性的實用性。
- **既有教材盤點及翻新**：針對既有教材進行內容的更新，確保學生能獲得正確的資訊。

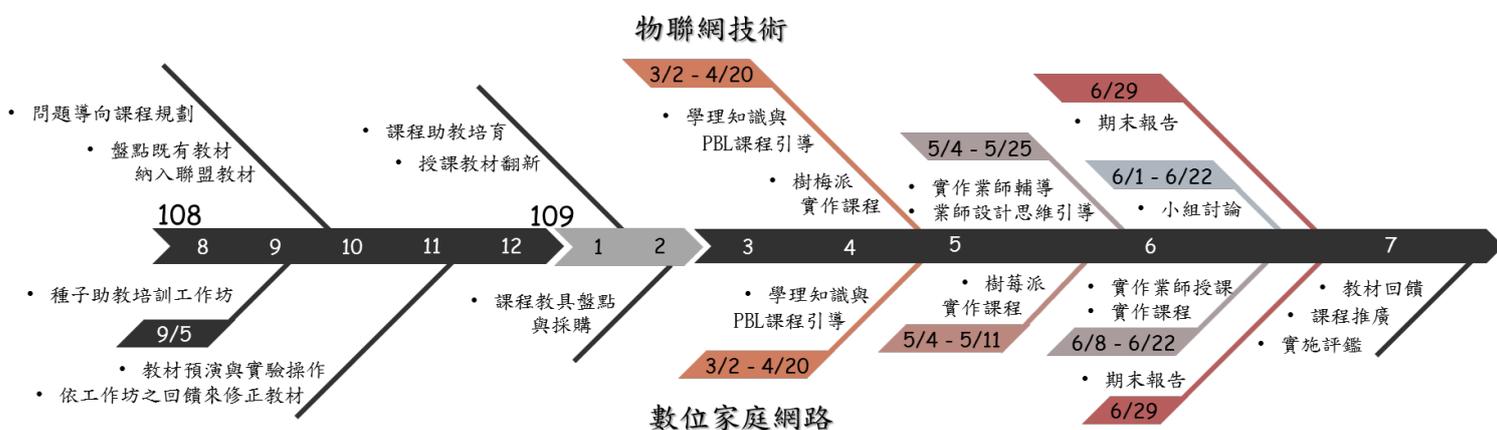
### 1.4.2 中期規劃

- **助教小組培育**：訓練助教協助引導學生 PBL 課程之實現，並於過程中紀錄各自小組的狀況，以便進度的動態調整。
- **課程模擬進行**：透過課程預演模擬學生可能的疑問或相關情況，在課程前及早發現與以討論並改進，以增加課程的流暢度。
- **課程開課與執行**：以開放式物聯網平台資料，作為課前研究的實作主題分析，並以學生實際佈建的智慧家庭能源管理平台所得之量測數據，作為專題實作的數據參考，
- **PBL 課程導入**：本課程內容最大的特點是以兼具理論與實務的教學主體，輔以 PBL 實作和解決方案的展示與實證。

### 1.4.3 後期規劃

- **專題成果展示**：各組展示各自專題創作成果，並參與專題競賽，藉由此活動讓各組公開發表，讓學生了解其他組別所提出之不同解決方案。
- **學習歷程的反思與討論**：在看過各組的實作成果後，讓學生進行學習歷程的反思，審視自身在PBL課程中是否有不足或可以更加進步的部分，並加以討論。
- **實施評鑑與調整**：以PBL單元演練、作業驗收和專題成果等一連貫評量措施，來檢視學生的學習成果，持續滾動式調整課程各單元問題的設定和進行的方式。
- **教材回饋與推廣**：依據PBL試教後學生對課程的建議及回饋改良課程教材，並將教材提供給本系和他校教師推廣PBL教學實踐課程。

## 1.5 教學暨研究成果



圖二、教學實施程序

### 1.5.1 教學過程與成果

目前多數課程規劃依舊以通訊理論為主，過於偏重理論的學習，可能導致學生無法運用所學解決周遭遇到之問題。與其他教學方法不同，此計畫目標著重於透過 PBL 教學導向的主題，提出一系列問題的設計和執行規劃，引領學生聚焦於特定且真實問題、思索和採取合宜的解決方法。學生之間亦將組成小組討論，並於期末透過專題競賽充分展現小組合作的成果。以創新的教學方法，帶領學生反思環境變遷與科技發展所產生的問題，進而培養優秀通訊領域人才。教學過程主要分為以下幾點：

## • 基礎知識與理論



圖 三、學理知識和 PBL 課程引導-1      圖 四、學理知識和 PBL 課程引導-2

任何技術的誕生，背後一定會有眾多理論作為支持，因此於培養人才時，理論的教導自然是不可或缺的。因此其中所涵蓋的課程包含：基礎物聯網通訊模組與協定、基礎的區域網路傳輸架構與網路佈建等。利用實際的生活案例，讓學生能了解這些基礎知識所運用的地方，培養學生對於通訊相關協定產生興趣。物聯網技術是一門可以將跨領域的知識傳遞給學生的課程，學生可以學到技術運作的方式、跨領域的知識，以及如何通訊理論運用於實際生活之中(圖三、圖四)。

## • 實作技巧



圖 五、助教教導實作課程

圖 六、助教從旁協助

以目前許多課程而言，教師進行理論教學時因只有口頭講述，導致在學期結束後，都將逐漸被學生淡忘。因此本課程透過實作來對物聯網技術有所認知，不僅能加強學生的實作技巧，更能提升學生對於基礎理論的理解。對此，我們利用兩個月的時間(108年12月至109年1月)，組織培訓一組助教團隊，助教須比學生早一步掌握情況，因此會事先演練過課程單元的教材，利用助教自身的實作的經驗，可以更了解於課程中，學生會遇到什麼問題以及如何教導學生會比較好理解，進而修改課程教材。教學課程中(圖五)，依據各單元的應用情境，導入所需知的物聯網技術。除了嵌入式系統外，更介紹可與其應用的平台，以增加實作之應用，並由助教確保在教學現場的每一位學生、每一課堂完成各單元的實作演練。當實作練習中遇到問題時，並不會直接給予解決方法，而是由助教從旁協助(圖六)，以引導式讓學生能從中發現問題並解決。每次課後助教都會與老師進行討論，以調整教學內容，讓老師了解學生的學習情況。探索式的學習，鼓勵學生思考、增強學習動機，以完全理解並活用，強化解決問題的能力。

- 業師分享



圖 七、業師分享創作案例



圖 八、設計思維課程



圖 九、業師教導 OpenCV 課程

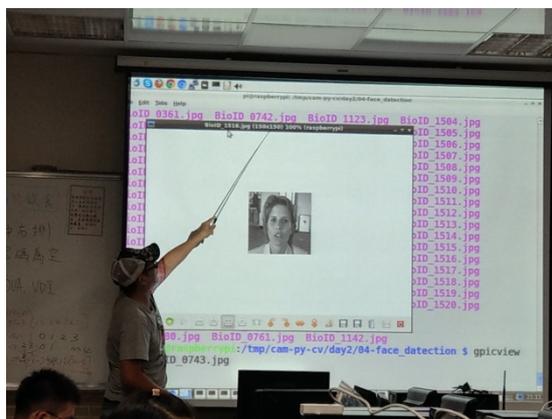


圖 十、影像辨識實作示範

於課堂講授中，邀請不同專業的業師在課堂中進行演講與實作教學，讓學生能充分理解產業的新興科技與實作應用。

- 於 109 年 5 月 4 日邀請中央大學教發中心賴振民老師，分享校內外不同團隊所設計的物聯網相關作品(圖七)，並以小組討論的方式，激發出每位學生不同的想法。除了個人的想法外，還需要建立團隊共識。
- 於 109 年 5 月 18 日邀請中央大學教發中心吳穎滄主任，教導如何利用企劃以有系統、有條理的執行與提高作品可性度的設計思維課程(圖八)，當發現問題時，如何定義問題、檢驗問題以及如何合作來解決問題。
- 因目前所關注的防疫議題，於 109 年 5 月 18 日邀請台灣樹莓派許乃文講師，教導搭配理論與實作課程，讓學生從原理來理解各個技術的概念與細節，並利用嵌入式系統結合感測器以進行無接觸式的體溫量測(圖九、圖十)。經由業師的分享讓學生學習到不同以往的傳統教學方式，讓整體課程更詳細豐富。

- 團隊專題實作



圖 十一、期末專題分組討論



圖 十二、期末專題展示



圖 十三、物聯網技術課程期末專題成果發表

本課程期末專題報告是由學生組隊開發物聯網相關應用，透過助教的帶領及學生們的積極參與，可以親身體悟團隊的建立與經營的歷程與效果。题目的訂定配合學生的興趣，以相關主題進行分組(圖十一)，由於多數學生都是第一次接觸物聯網實作，可以訓練獨立學習相關技術與找出問題癥結的能力，並做適當處理。不論學生將來會留在學界或選擇前往業界，皆會與不同的人共事與切磋，因此溝通和合作技巧是必須的。透過團隊專題實作，學生可提出不同的觀點與想法，有助於提升整個作品的完整度。在專題製作過程中，學生與老師、組員、助教等進行良性互動，像是溝通專題的進度、困難，及專題後續進行的方式與安排進度的時程。最後口頭發表及展示專題的成果(圖十二)，學生表現出團隊默契、培養專題管理的能力，能夠運用物聯網發展出創新的方法並予以實踐，更邀請成功大學鄧維光副教授來擔任評審(圖十三)，給予學生不同的看法與建議。

## 1.5.2 教師教學反思

於本課程訓練過程，學生從日常生活中與自身相關經驗來發現問題，以引起學生之學習動機，透過老師與助教一步步的引導並從旁協助，到課程後期的創作專題，可發現每組團隊藉由小組討論，皆提出相關的應用以及實作出成品，且每組所應用的面向又不相同。於教學實踐上，仍有值得改進之處，例如：於器材購買時，可在專題規劃時就提出，評估可行之後就即早購買，以避免因設備問題而影響到最後的期末展示，且課程中規劃太多時間於個人的問題發想，導致最後期末專題在做整合時，由於時間緊迫，有些組別在最後的呈現並不完美。在未來教學過程中，可早點進行分組，給予學生充足的時間討論，以呈現更完整的作品。

## 1.5.3 學生學習回饋研究成果

在理論與實務結合的課程規劃中，學生從一開始對物聯網應用無所認識，期中可在課堂上表達自己在生活中所發現的實際問題，學期末可透過團隊完整的呈現一個作品並，實體展現出來，這些都是學生透過此課程所得到的進步與成果。以下是學生對於本課程的回饋，主要分為三大部分：

- **主動地探索式學習**

科學教育不應只是知識的傳播，也應該培養實際操作的習慣。現今的電腦化時代，許多人獲取知識的方法，就只是上網查詢一些不知是對還是錯的資訊。眾多的學問如果沒有經過親自動手練習，不僅學習不夠深入，也容易隨時間流逝而淡忘。本課程為改善此現象，特別強調實際實作，因此每位學生都有一套實驗教材，並設計許多與嵌入式系統相關的實驗，讓學生跟著課程的流程，主動探索並查找更多應用層面，除了基本學術的傳授，也同時培養科學研究的態度與方法。

- **團隊溝通於專題實作之重要性**

團隊合作最大的優點為「事半功倍」，可以完成原先一個人所無法達成的任務。有很多創作專題所發想的題目，都不是每個人單打獨鬥就可以完成的，但是組成團隊不僅可以解決原本無法被克服的困難，也能夠讓每個人的能力都發揮到極致，更加了解自己本身所擅長的領域和有興趣的方向。另外，創造力是藉由團隊中每個人提出構想，透過溝通協調來共同改變做事的效率與效能，將不同的想法結合成獨一無二的專題。專題的訓練過程激發學生批判性思考，使他們有機會延伸思考一系列的問題，並提出可能的解決方案，也培養了實作學習和產出，以及與他人交流意見。

- **因應目前疫情需求，實際了解嵌入式系統的應用**

樹莓派在疫情期間的廣泛應用，也是在提醒我們其實不少電子裝置都只需低配電腦就能滿足，樹莓派是軟硬結合的動手教育，緊密連結數位和現實世界。業師展示熱成像相機的原理與應用，根據讀取到不同波長的紅外線，讓學生可以看到溫度從白到黃到紅到紫到黑，顏色越深代表溫度越低。轉到商業用途，經常應用在人型辨識或是人數計算等，但也需要影像處理的手法才能得到準確的結果。而各種樹莓派社群不斷增加的實作教程，學生也可透過所學，在疫情期間製作出相關的實際應用。

此課程於授課期間，藉由學生的發想來解決貼近生活的問題，以此來勾勒出學生對

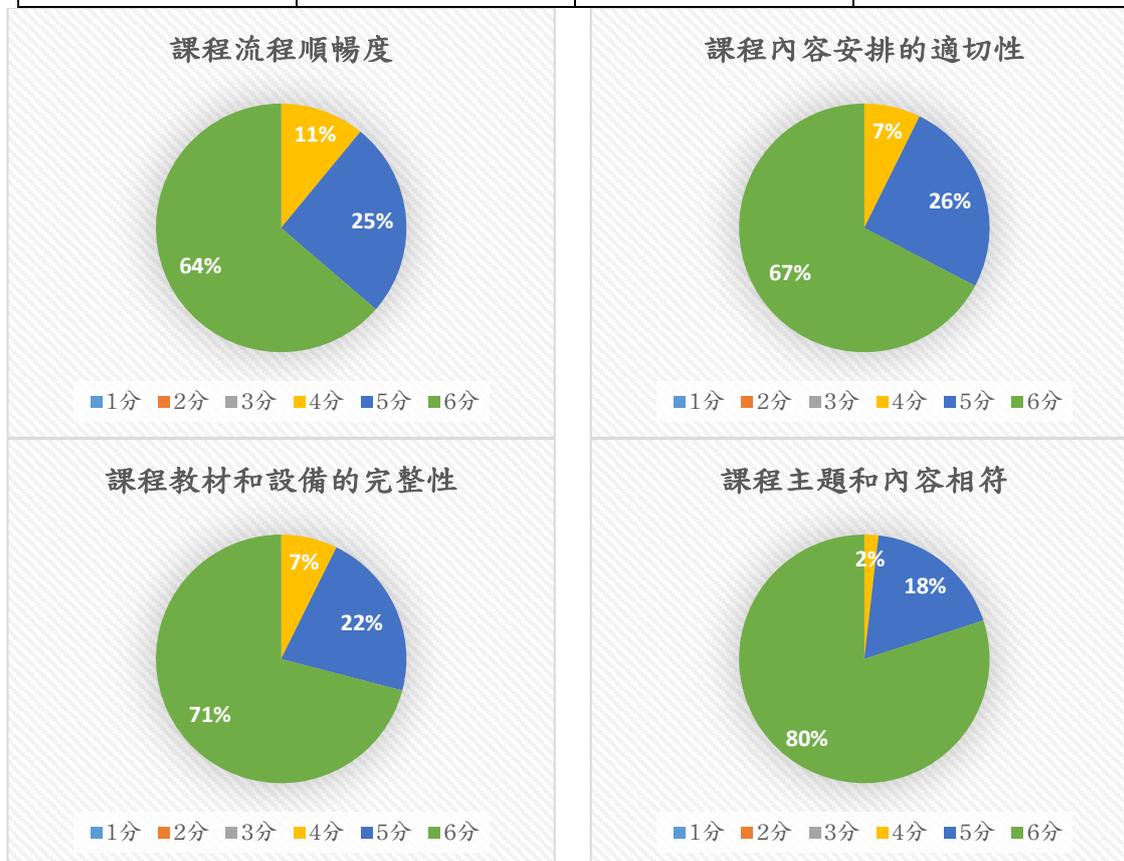
實務的興致，引導學生投入專題創作，逐步完成專題內容。以下為學生於本課程所製作出來的期末專題，並於附件章節介紹學生之專題創作：

物聯網技術	數位家庭網路
1. 還敢坐！健康拉警報！	1. 快樂花園(自動灌溉系統)
2. Bus Reservation	2. 樹莓派縮時影像監控
3. 物聯網於家庭安全之應用	3. 樹莓派實作 OLED 屏幕即時影像串流
4. Smart Agriculture	4. 跨平台雲端智慧家庭助理
5. 洗衣機預約系統	5. 智慧居家環境監控警報系統

表一、期末專題

以下為教學實踐計畫課程之學生回饋調查，修課人數共 59 人，分別為通訊系大學部三、四年級，碩士在職專班學生等。根據統計，97%的學生對於整體課程感到滿意，推測不管是學理性或是實作，課程難度適中也同時有學到相對應的知識，樹莓派及感測器等設備完整且實用性高，達到良好效果。

課名	授課對象	修課人數	填表人數
物聯網技術	大學三、四年級	12 人	12 人
數位家庭網路	碩士在職專班	28 人	28 人
研習工作坊	種子助教	19 人	19 人



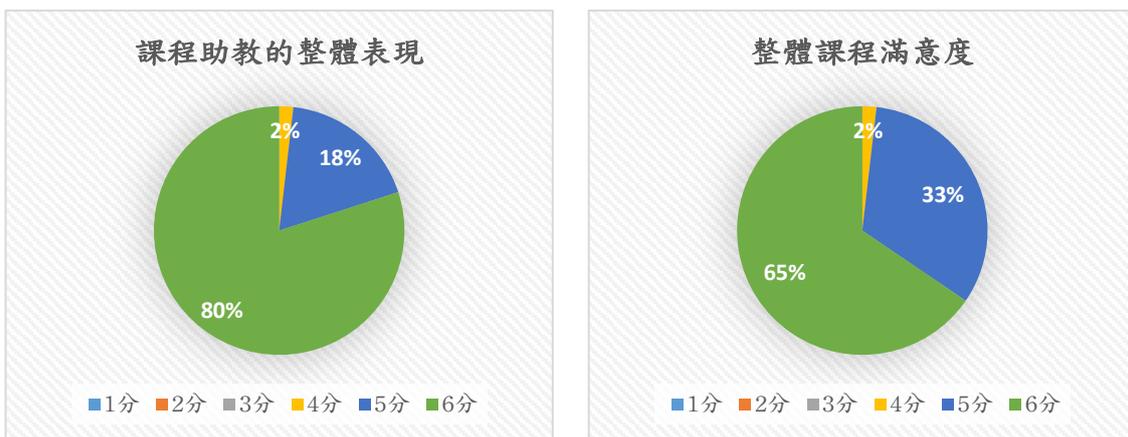


圖 十四、教學實踐計畫課程之學生回饋調查統計

以下為國立中央大學教學課程問卷之學生回饋調查，學生針對 IEET 八大核心能力進行評分，滿分五分，評分項目說明詳見附件表二所示。根據統計結果圖十五、十六所示，我們針對相同授課對象之課程評分加總平均做比較，教學實踐計畫兩門課程之整體學生評分優於系所開課總平均。其中，此計畫課程之物聯網技術之團隊合作、國際觀、專業倫理和數位家庭網路之專題研究的分數顯著高於系所平均。詳細的數值如表三所示

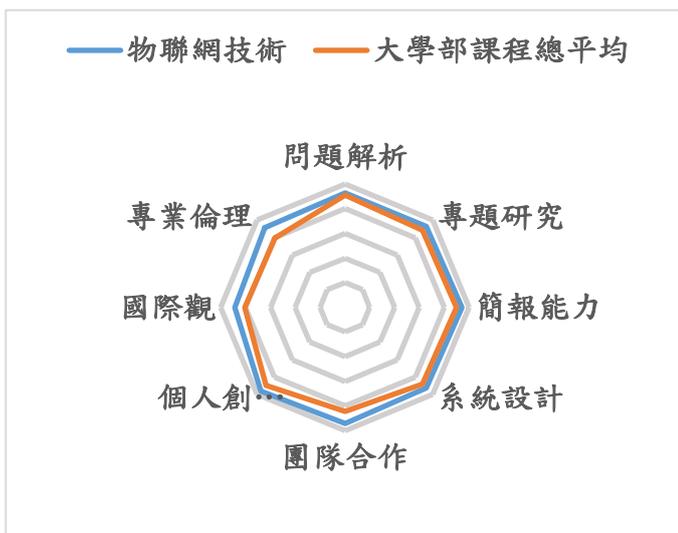


圖 十五、物聯網技術之問卷統計對照圖

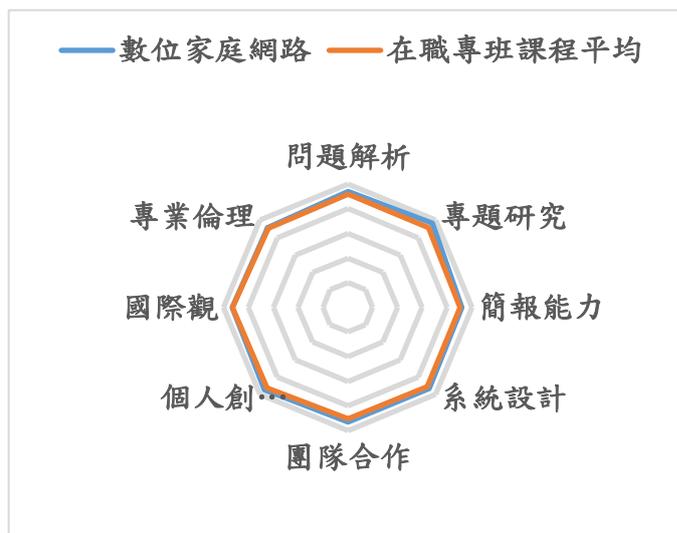


圖 十六、數位家庭網路之問卷統計對照圖

項目	問題解析	專題研就	簡報能力	系統設計	團隊合作	個人創造力	國際觀	專業倫理
大學部所有課程	4.55	4.41	4.49	4.42	4.22	4.49	4.03	3.99
物聯網技術	4.64	4.64	4.71	4.64	4.71	4.79	4.43	4.57
在職專班所有課程	4.59	4.58	4.52	4.54	4.52	4.61	4.64	4.52
數位家庭網路	4.7	4.83	4.59	4.65	4.65	4.74	4.65	4.57

表二、課程問卷統計結果

## 二、建議與省思

本次課程獲得很多正面回饋，但是仍有需要加強與改進的空間，從課程回饋中我們可以得知本次課程雖強調實作跟創意發想，但期末所預留的專題實作時間稍嫌不足，使得學生的表現受限於時間，無法有更好且完整的成果展示，建議下次相同類型課程在執行時，可以讓學生先擬定初略的實作目標，隨著課程的深入漸漸修改至合適難度的題目，並在過程中評估所需的時間，讓學生及早進行規劃及蒐集資料，以利更好的呈現結果，過程中也可以讓助教隨時觀察各組的狀況進行回報，作為課程進展調整的依據。

以下分為學生、助教與老師的教學建議與心得：

- **學生**：這堂課真的要投入很多時間，除了要思索專題方向之外，還要廣泛地蒐集資料及學習新的技能，但是成功完成作品後讓我收益良多，學會從問題的根本出發去思索如何解決問題，也很感謝助教與老師在過程中的指點與協助
- **助教**：在課堂的過程中，其實除了PBL導向的課程協助之外，助教也要視各組的專題方向，了解學習相關的知識，以便在學生有問題時能及時地給予協助。
- **老師**：在問題的發想與定義之初，仍需要有系統性方法來引導，如何定義問題、檢驗問題以及如何合作來解決問題。後續課程的進行將引入設計思考之類的課程單元，協助師生著手問題企劃、雛型設計，以與提高PBL作品的可性度。

## 三、參考文獻

- [1] Costa, Honkala, and Lehtovuori, “Applying the problem-based learning approach to teach elementary circuit analysis,” *IEEE Trans. on Education*, vol. 50, Issue. 1, pp. 41-48, Feb 2007.
- [2] L. R. J. Costa, M. Honkala, and A. Lehtovuori, “Applying the problem-based learning approach to teach elementary circuit analysis,” *IEEE Trans. on Education*, vol. 50, no. 1, pp. 41–48, Feb. 2007.
- [3] R. A. Cheville, A. McGovern, and K. S. Bull, “The light applications in science and engineering research collaborative undergraduate laboratory for teaching (LASER CULT)- relevant experiential learning in photonics,” *IEEE Trans. on Education*, vol. 48, no. 2, pp. 254–263, May 2005.
- [4] T. Markham, J. Larmer, and J. Ravitz, “Project based learning,” in *A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*, 2nd ed. Novato, CA: Buck Institute for Education, 2003.
- [5] Barrows, H. S., “Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview.” *New Directions for Teaching and Learning*, No. 68, pp3-12,1996.
- [6] Barrows, H. S., & Tamblyn, R. H., “Problem-based learning: An approach to

medical education,” New York: Springer Publishing Company, 1980.

#### 四、附件

##### 1.課程期末專題

###### 1.1 期末專題、訪談影片

<https://reurl.cc/KkZVrq>

###### 1.2 學生課程期末專題介紹

- 快樂花園(自動灌溉系統)

成員經由討論後，發現現在的人們因為工作的壓力，喜歡種植植物來紓壓，但卻常常因為忙碌或是長時間不在家，而無法澆水，導致植物枯萎死亡。此作品利用土壤含水量感測器、溫溼度感測器以及抽水幫浦來感測目前的環境條件，並判斷是否適合澆水。當啟動灌溉程序時，直到土壤含水量感測器判斷含水量已足夠，即停止灌溉。

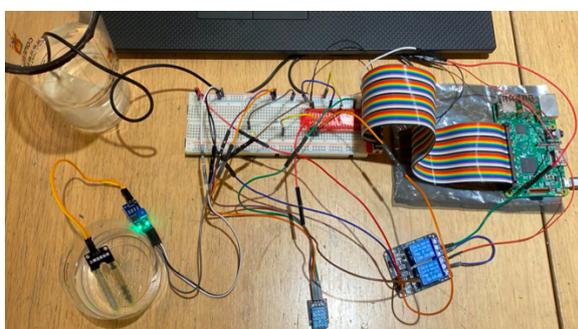


圖 十七、快樂花園\_接線圖

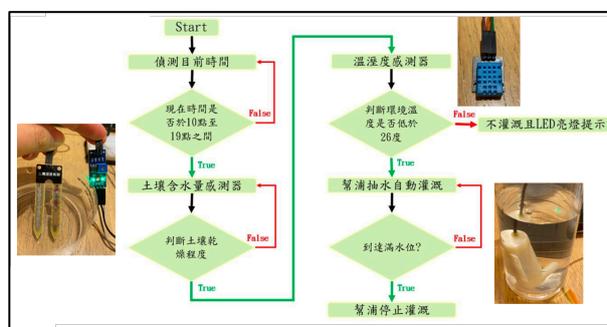


圖 十八、快樂花園\_系統流程圖

- 洗衣機預約系統

成員於生活中常因宿舍等不到洗衣機而困擾，因此設計此作品，希望透過 Web 就可進行預約，且知道還有多久有可用的洗衣機。使用者只需拍攝預約系統上所產生的 QRcode 即可進行預約，也可於螢幕上查看目前的訊息，如目前沒人使用、可進行預約動作或是還需要等多久才可使用。

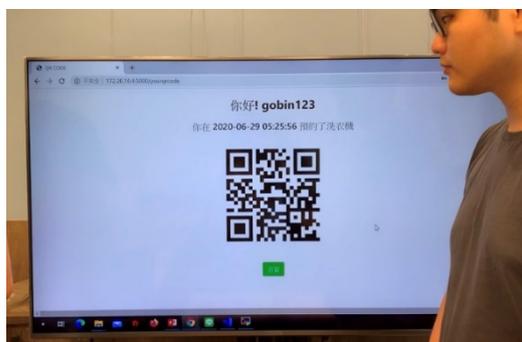


圖 十九、洗衣機預約系統\_Web Page



圖 二十、洗衣機預約系統\_展示結果

##### 2.教學課程問卷

- 平分項目說明

項目	內容
問題解析	運用數學、科學及工程知識，以解析專業問題的能力。
專題研究	設計、規劃與執行實驗或專題研究，以及分析與解釋數據的能力。
簡報能力	執行通訊工程實務所需技能，並具撰寫中、英文專業論文，及專業口語報告能力。
系統設計	設計通訊工程系統的能力。
團隊合作	跨領域團隊合作、溝通協調與領導的能力。
個人創造力	發掘、分析、創新思考及獨立解決問題的能力。
國際觀	具良好國際觀並認識時事議題、瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，並具終身自我學習成長的能力。
專業倫理	理解專業倫理及社會責任。

表 三、評分項目說明