

教育部教學實踐研究計畫成果報告  
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PSK1080013

學門分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日

運用 SMART 原則提升學生實務技術學習成效之研究  
-以物聯網實務課程為例  
(物聯網實務)

計畫主持人(Principal Investigator)：呂全斌

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：美和科技大學 資訊科技系

繳交報告日期(Report Submission Date)：109 年 07 月 31 日

# 計畫名稱：運用 SMART 原則提升學生實務技術學習成效之研究-以物聯網實務課程為例

## 一. 報告內文(Content)

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

本系(資訊科技系)以培育資電整合專業人才為教育使命，為了符合現今時代對物聯網、人工智慧、大數據等資電人才需求趨勢，資電整合技術是本系學生專業核心能力，是就業必須具備之關鍵專業能力，因此，本系學生需透過系專業課程的學習，來建立資電核心技能與所需之學理，這實務技能包含系統分析與設計、程式開發、晶片實務、網路通訊，相關技能雖然已經於大一到大三課程學習過，但課程學習到的技能總是單一性，並無專門課程將相關技能整合一起，昔日本系教師期望透過「實務專題」課程讓學生學習到資電整合技巧，但因「實務專題」題目的訂定是由教師與學生共同決定，因此無法保證一定能做到資電整合的相關題目，即便「實務專題」是資電整合型題目，學生也必須透過半年時間的摸索才能掌握住技巧，為此吾等預計調整「物聯網實務」課程內容，透過此課程來教授資電整合的完整程序，達成資電整合之訓練目的，讓學生以物聯網為應用具備基礎資電整合技巧與經驗。

本計畫課程之目的為訓練學生具備物聯網系統開發實務技能，透過 SMART 原則與教材來進行教學程序，配合業師協同教學提升學生於物聯網實務技術與就業市場人才需求之認知，透過實務課程內容與實作技術讓學生習得系核心資電整合能力。從系統分析與設計文件設計開始，UI 人機介面開發、通訊程式撰寫、軟硬體整合、問題解決、系統功能驗證、使用者挑戰修正，以及到最後的軟體封裝，如同業界物聯網系統開發完整流程，透過小型專案的實現，獲得實務經驗與實務能力。藉由此計畫的進行，找出適合提振學習自信低落學生的學習方式，分析出適合學習自信低落學生的教學方式，破除學習心理障礙方法，以及學生真正需要的協助與資源，最終讓能達到自主學習的目標。

實踐課程目標方式採以實作為初始學習方式、理論實現為最終實作目標，課程內容則以 SMART 原則作來進行設計，配合 SMART 教材讓學生來進行專案開發，在學習動機上則藉由教師、業師與成功校友學習經驗的分享，進而產生同伴效應，進而激勵學生學習動機；同時也透過 Teach Others 的體驗來強化學習深度。依據學生最終實際表現，作為修正此實務課程作法的依據，最後讓此課程的結果透過漣漪效應將成效擴展到本系其他實務課程。

綜合上述，申請人在此計畫課程從兩個層面做起，一、為使用 SMART 原則進行課程學習心理建設，建立起明確的學習目標，以及透過同伴效應來維持學習動力，最後透過成果發表與競賽來提高課程的張力性、壓力性、趣味性與挑戰性；二、為透過符合 SMART 原則所設計之學習教材，讓學生學習資電整合技巧與獲得相關經驗。在 SMART 原則心理建設上，首要打破資電整合系統需要熟悉高階數學基礎，以及撰寫複雜演算法的迷思，且訂定出明確、可衡量、可達成、相關的、有時限的物聯網專案實現目標，同時必須能符合 STEM (Science、Technology、Engineering、Mathematics) 要項，透過教師、業師與畢業學長的經驗分享來建立學生實踐技術實作認知。除了自我的學習之外，依據學習金字塔學習原理(Cone of Learning)，過程中加入學生擔任對同儕進行教學(Teach Others)單元，提升課程所學的記憶

成效。透過上述所提的「SMART 心理建設」、「SMART 教材」、「STEM 學習內容」、「Teach Others」來達成精進學生的技術實作能力。

## 2. 文獻探討(Literature Review)

「做中學 學中做」一直是學校教育作法上的遵循的方向，因為透過「做中學 學中做」的做法可以大幅度的提升學生學習成效，讓學生不僅能獲得知識理論，也能透過課程學習建立起相對應的能力(專業知識、方法技能、社會能力)，達到學校教育的目的。「做中學 學中做」是 Dewey 所提出的教育方法，並將他的教育理念於 1915 年與 1916 年撰寫在「Schools of to-morrow」[1]與「Democracy and Education」[2]的著作上，Dewey 之後的許多的著作[3, 4]也影響了許多教育者的教學理念，之後的教育研究者也對 Dewey 的教育想法進行了許多的探討，如 Mina[5]、Fardoun 等人[6]、鄭與耿[7]、吳[8]的進階探討文獻。其中，Mina、Fardoun 等人將 Dewey 的教學方法應用於工程教育上，並探究其教學成效；而鄭與耿[7]在文獻中探討了技職教育中的“做中學”與“學中做”之間的差異與選擇，作者認為“做中學”是最佳的技職教學方法，但必須視科系與教師的實務經驗來規劃課程內容，而“學中做”是目前許多學校實務課程常見的作法，這種方法是以非專案性的教學內容來進行，不同於“做中學”特定專案的學習內容，在實際上的教學必須兩種相互交換使用，才能有效的達到教學目標。吳[8]曾經“杜威經驗哲學對課程與教學之啟示”一文中探討杜威經驗哲學，並提出其經驗哲學的論點對課程與教學相關啟示，吳在文章中提到 Dewey 強調教學必須依據學生的經驗來進行出發，並且認為反省是獲得經驗的重要過程，同時也認為讓活動式的課程可以提高學生的學習意願。在這一點上，吳也引用了歐[9]的不同的看法來告知太多樣化的活動課程雖然可以提高學生的意願，但也容易導致“知識淺化”的現象，使得學生無法獲得應有的能力。最終，吳在論文[8]中提出看法是「有效的學習應該是“深刻的意義及長遠的影響”，由學習者省思內化之後的結果」，並且歸納出幾個看法，如 生活化與活動化的教學必須將課程內容以教學目標為導向，才能達到教學的意義；做中學要能讓學生自主性的將所學內容與問題進行整理與歸納，如此學生才能真正願意為了求知而行，進而提升之知識的層級；問題導向之教學必須考量到學生的興趣、難易度，並適時的引導學生才能有效的達到教學目標；教師必須不斷的教學反省與專業精進才能與時俱進，給予學生更好的教學品質與引導。

SMART 原則主要是應用於企業管理上的方法，是由 Drucker 於 1954 年[10]於「The Practice of Management」一書中所提出目標管理的概念；Doran 則將 Drucker 的方法用 SMART 名稱來表達整個觀念於文獻[11]中。SMART 分別代表明確性(Specific)、可衡量性(Measurable)、可達成性(Achievable)、相關性(Relevant)、有時限性(Time-bound)的目標管理，吾等認為這對制定學生的學習管理上，也有著同樣的效果；對於學習自信低落的學生而言，要提高「做中學 學中做」的學習成效，必須給予學生明確的實作目標與內容，同時必須要求時效性來促使學生積極實作；因此，學習教材就必須符合 SMART 原則，如此一來才能相輔相成。Hartup 與 Nan 在同伴效應影響(Peer Effects)的研究中[12]指出同伴在應對發展轉型和生活壓力方面上，能培養出自尊與幸福感，進而達到相互交往，相互支持的互動，這樣的互動是有助於同伴突破學習困境，並且願意接受挑戰。學習金字塔(Cone of Experience)的概念是 E. Dale 於 1946 年所提出的學習現象[13]，Dale 認為所有的學習成效中，學習過程所涉及的感官越多(不論是教材或是與學習互動)，僅是聽授課教師講課的學習

效果是最差的，而將所學轉為教導他人的學習效果是最高的，其次是實作演練、小組討論、示範、多媒體教材與閱讀；但並不意味教育者必須以唯一且效果最高的教學方法來進行教學，應該是將每一種方法混合使用，以幫助每位學習者的學習發展。STEM (Science、Technology、Engineering、Mathematics)是美國教育部針對該國學生教育所提出的方針[14]，同時也已經在全球逐漸形成一股潮流，這是因為科技的進展逐漸改變生活的習慣，為此在教育上必須讓學生能接觸、了解與學習相關科技知識。

上述論文(尤其是吳[8]的文獻)的許多結論與吾等 12 年的教學過程所觀察到的部分現象非常契合，除了學習對象上的分級，不同學習階段與不同年紀的學生，在學習省思能力上仍有大幅度的差異，就吾等觀察本系大一學生與大三學生在學習態度上有明顯之差異，與多數學生面談後探究其原因得知結果，由於大一學生剛從高中畢業，認為尚有三至四年的時間才會面對畢業後問題，在學習自信、動機與動力較為薄弱，這樣的學生面對問題或挫折大部分都是選擇“放棄”與“逃避”，無法進行學習省思的行為；因此，面對學習自信低落的學生必須有其他輔助方式提升學習動機與動力，之後學生才有意願進行學習省思。為此，本研究計畫針對本系學生來實施以 SMART 原則為基礎教學的方法，配合使用 SMART 教材與 STEM 內容來讓學生進行物聯網實務技術學習，體驗理論與科技實務間的關係，透過做中學的問題導向式來獲得解決問題的能力，同時也藉由同伴效應來提升學習動力，過程中也透過學生單元技術教導來加強學習深化成效。

### 3. 研究方法(Research Methodology)

#### (1) 研究設計

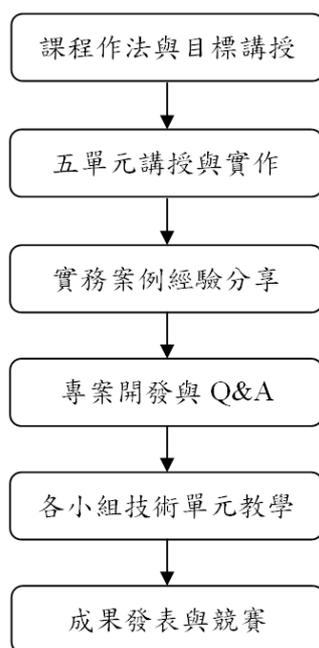
本計畫教學目標運用“做中學、學中做”的 SMART 原則提升學生物聯網實務技術學習成效，配合以「SMART 原則」、「SMART 教材」、「STEM 學習內容」、「Teach Others 學習強化」來達成精進學生的技術實作能力，並且透過「同伴效應」的方式來激勵學習士氣。此計畫主要是以先前課業成績不佳的學生來做為學習動力提升為對象，透過「物聯網實務」課程來落實本研究計畫之施行方法與目標。

在教學方法上以“做中學、學中做”的六種型態來進行(如圖一的課程實施流程所示)，如課程理論講授、單元技術實作、實務案例經驗分享、實際專案開發與實作問題討論(Q&A)、小組技術單元(學生)教學、成果發表與競賽，配合「SMART 原則」、「SMART 教材」、「STEM 學習內容」、「Teach Others 學習強化」來促進學生的技術實作能力與學習深度，藉由「同伴效應」提高學習士氣。在課程理論講授上，首先講述課程作法與目標，其次解析物聯網系統內涵與所需之資電整合核心技術，所需基本設備功能與原理，以及解析關鍵程式技術，並以 C++ 程式語言配合 Embarcadero RAD (Rapid Application Development) 型態的 IDE (Integrated Development Environment) 編譯器作為程式撰寫工具。其次，以五個物聯網技術單元「感測裝置」、「系統分析與設計」、「人機介面設計」、「Modbus 通訊程式」、「網路程式」，以物聯網實務為內容，溫室監控為樣本應用，採範例實作模式進行，來做為單元教學內容範圍，達到明確、可衡量、可達成、相關性、有時限的學習目標。接著，安排企業專案經理(Project Manager)作為業師來講述專案開發時程與一般業主需求，以及安排本系於業界擔任物聯網工程師的校友講述開發技巧與分享個人經驗，兩位業師也於學生專案成果發表時

於現場提供建議，以及競賽成果評分。下一週則開始進入專案開發實作，專案開發以 4 至 5 人為原則(角色為 PM 與 RD 工程師)，擔任 PM 工程師角色學生必須規劃小型專案應用方向與協調成員小組負責工作，擔任 RD 工程師學生則必須解決實務問題，過程中提供學生開發過程中遇到問題的詢問與解決方法建議；在專案實作階段中以 2 週為一週期作 20 分鐘心理建設與士氣激勵，同時也為了讓學生體驗學習深度的提升，每個小組都必須準備一個 20~25 分鐘的技術教學。最後一週則是專案成果發表與競賽，由教師、專案經理(業師)、物聯網工程師(業師)與全體學生共同進行評分，依據評分結果進行成果選拔，並給予前三名頒發獎品以茲鼓勵。

成績評定方式不以期中考與期末考模式進行，僅以平時成績作為評定標準，平時成績則包含「小組單元學生教學」評定(20%)、「工作合理分配」評定(10%)、「前三週開發成果」評定(20%)、「專案開發總成果」評定(50%)。

- 「小組技術單元教學」：以簡報檔(20%)、內容(40%)、簡報順暢度(20%)與相關資源準備(20%)等項目來進行評分。(第 13 週評分)
- 「工作合理分配」：工作分配如表一所述，以工作合理分配來避免專案開發工作集中於一人，成績評定依據小組成員針對自己擔負工作說明清楚程度(60%)與公平性反應(40%)。(第 11 週評分)
- 「前三週開發成果」：以實際實作進度進行評定，負責工作初步成果完成度(70%)，成員合作狀態評估(20%)，Q&A 問題詢問狀況評估(10%)。(第 12 週評分)
- 「專案開發總成果」：以實際實作結果(80%)與成果簡報(20%)進行評定，成果分四個實作等級(基礎級、進階級、高階級、職人級)，若僅做到課程所教授之基礎級功能為 50%，進階級功能(加入兩項以上新功能)為 60%，高階級功能(具原創性之功能與應用)為 70%，職人級功能(系統穩定，具原創性與商業價值，由業師給予認定；或者能獲得所有組別競賽第一名)為 80%。(第 18 週評分)



圖一、課程實施流程圖

表一、小組工作表

專案題目	(如 智慧溫室物聯網系統開發)			
小組編號	(如 1 號)			
小組成員	葉 X 華	郭 X 賢	馮 X 辰	蔡 X 禾
角色	PM	RD	RD	RD
負責工作	如 專案應用方向訂定、協調工作、進度管控、人機介面與功能設計，規格文件訂定，簡報說明，軟體封裝、系統總測試、提出修正方案。	如 設備(或電路板) Modbus RTU / TCP Socket 通訊程式撰寫，網路架設與通訊測試，負責感測器接線與訊號讀取，硬體測試與整合。	如 PC Windows 程式撰寫，Windows 程式系統分析與設計，Windows 程式撰寫，Windows 系統測試。	如 Android App 程式撰寫，Android App 程式系統分析與設計，Android App 程式撰寫，Android 系統測試。

實務課程規劃如下(課程 3 學分，實務課程單元講為期 7 週，專案實作週數共 7 週，1 週課程內容與目標講述，1 週開發案例與經驗分享，1 週為小組技術單元教學，1 週為成果發表與競賽，共計 18 週，以 2 週為一期進行心理建設與士氣激勵(一次 20 分鐘))：

1. 物聯網實務課程內容與目標講述(第一週)
2. 物聯網實務課程單元講授
  - A. 物聯網系統感測裝置講解(第二週)
  - B. 物聯網系統分析與設計實作(第三週)
  - C. 物聯網人機介面設計實作(第四週)
  - D. 物聯網 Modbus 通訊程式設計實作(第五週、第六週)
  - E. 物聯網網路程式實作(第七週、第八週)
3. 物聯網系統開發案例與經驗分享(第九週)
4. 物聯網系統小型專案開發與 Q&A(第十、十一、十二週)
5. 小組技術單元教學(第十三週)
6. 物聯網系統小型專案開發與 Q&A(第十四、十五、十六、十七週(續))
7. 成果發表與競賽(第十八週)

實踐課程目標方式採以實作為初始學習方式、理論實現為最終實作目標，課程內容則以 SMART 原則作來進行設計，配合 SMART 教材讓學生來進行專案開發，在學習堅持上則藉由教師、業師與成功校友的學習經驗分享與實務工作要求，來激勵學生學習動機。

在學習成效的評量上，以「學習動力」、「實作完成度」、「實作完整度」、「使用課外時間長度」、「後續開發意願」、「學習心得評估」、「聘請專家評鑑」等七項指標，評量標準採多元評量方式進行，如平時點名、一般問卷調查、實作成果來進行，這七項指標說明如下：

1. 「學習動力」：以正式課程時間出席率(課程點名)與其他時間出席率(參考)，其他時間指物聯網專業教室除正式課程時間之外，每週將額外開放兩天(共 16 小時)讓學生使用，也為了讓學生能隨時進行系統開發，本計畫將設置一組設備於一週七日全天 24 小時網路上線，學生可以透過此設備來進行系統開發。
2. 「實作完成度」：以各小組的系統完成度來進行評量。
3. 「實作完整度」：以各小組的系統的四個實作等級的比例(基礎級、進階級、高階級、職人級)來進行評估，當高階級以上的系統較多時，表示實作完整度較高，反之表示實作完整度較低。
4. 「使用課外時間長度」：以問卷方式進行調查，分為五個等級：(1)無；(2)5 小時以內；(3) 10 小時以內；(4) 20 小時以內；(5) 20 小時以上。
5. 「後續開發意願」：以問卷方式進行調查，為兩個選項：(1)願意，作為專題製作題目繼續開發；(2)不願意。
6. 「學習心得評估」：以問卷方式與訪談方式進行調查，以問卷方式採心得報告方式進行撰寫，透過訪談來直接獲得學生學習感受與學習成果。
7. 「聘請專家評鑑」：透過專案成果發表，透過業師與學生的對話，來評估學生的學習成效，此評量由業師來訂定結果。

## (2) 研究步驟

### A. 研究架構

此研究是以“做中學、學中做”作為出發點，嘗試將自身經驗與輔導學生過程經歷進行分析，並嘗試使用 SMART 原則來訂定課程內容，配合 SMART 教材來進行物聯網 STEM 實務教學，從過去個人的直覺經驗轉換成有程序有學理根據的教學型態，配合同伴效應的學習士氣鼓舞來提高學生學習動力，也透過 Teach Others 學習強化體驗，讓學生能提高學習深度；最後透過成果發表、多次問卷施測與後續追蹤的評量方式，驗證此研究方法對本系學生學習提升的有效性。

### B. 研究假設

本人在 12 年的教學期間，已經有類似之經驗，每年皆輔導專題生以“做中學、學中做”的方式，進行專業學習與專題研究，作法從 10 年前僅一學年的大四專題實務課程模式，到現今大一專題預備生的非課表專業訓練(共三學年)至大四正式專題生的專題實務課程模式，從學生學習的過程中觀察到若學生能完成任務性質的學習目標，可逐漸改善學生的學習自信，以「溫水煮青蛙」的模式加深學生學習難度與困難挑戰，培養學生的成長性思維，學生也能逐漸習慣這些挑戰，進而在無形過程中大幅度成長。

- 以實作進入理論學習方式為例：人各有自有的特性，有人擅長演唱，有人擅長運動，有人擅長美術，但我國大學入學管道大部份仍以筆試為重，雖然前已有多元入學管道，如繁星甄選與技優甄選等管道，但大部分的家長/學生/老師仍以在校課業成績或統測成績作為主要評比依據；經本人多年與學生相處及多方觀察發現，本系有 50% 以上學生不喜歡不知為何而學與學用落差，在這樣的情況下，無法提起學習動機，高中期間僅是應付

學校考試與家長的期待，因此，無法盡全力學習學校課程教授的內容；另 50% 學生則有身心症狀的問題，如專注力不佳、心思不定的狀況，再加上智慧型手機的過度使用，以及打工後隔日精神疲憊，這些狀況容易導致課程學習狀況不佳，無法留意老師教學內容，進而影響學習成效。為了讓學生提高學習動機，以及訓練專注力，本人以具趣味之輪型機器人來進行專業訓練，透過程式與機器人的互動來提升學生意願，一方面也能讓學生「體會」程式指令的功能，讓學習不再是應付筆試，而是實作訓練。學生也經常為了能在全國競賽中獲得名次，願意花上許多時間進行程式與硬體的調整(提高學習動機)。學生在過程中就能獲得專注力提升，以及建立起程式核心能力，只要再獲得名次，就能讓學生大幅度的肯定自己的學習價值與學習自信。事實上，本人使用此方法來提升學生學習動機與專注力已有多年經驗，發現這樣的做法成效非常良好，此成效幾乎奠定了學生願意接收更高階的專題研究挑戰；資訊工程的專題研究大都需要碰觸演算法，以及閱讀英文期刊文章，這對本系學生且是大學部而言是件相當不容易的事。在碰觸專題研究過程中，學生會發現一般的試誤法(Try Error)無法解決特定實務問題(如訊號分離、裝置移動控制)，必須借助數學理論的實現來解決，配合刻意設計的任務(頻域處理、閉迴路控制器使用)，讓學生試著使用理論所實現的演算法(Fourier 轉換、PID 控制器)來解決問題，在經歷過這樣的過程之後，學生都會因為數學理論的「神奇效果」而「重新接受」理論，就此由實作進入理論學習方式。當學生對所學用途有所認知，以及能從過程中獲得成就感，而且是有趣味且看的到的結果，學生就會願意犧牲平時的玩樂，改投入踏實且辛苦卻著實自我成長的專業學習。

- 以同伴效應提高學習意願為例：訂定學習目標不難，難的是訂定的目標是必須花下苦心、大量時間且克服許多困難，還必須有機會達成，這樣的學習目標通常是學生避之唯恐不及的事，只要學生願意訂定這樣的目標，並且踏實的實踐整個過程，一定能大幅度的改善過去學習狀況低落的現象，甚至可以翻轉整個人以往不佳的學習態度。然而，這是一件非常不容易的事情，尤其是在大部分同學都在快樂輕鬆上課，而自己卻獨自一人在辛苦努力學習的情況下，這種情況在本校經常發生；為此，本人透過自己主持研究室環境來進行學習氛圍的建立，讓四個年級的專題生與預備生皆進入研究室學習，以高年級學長來帶領低年級學生共同學習，同時以高年級學長的成果作為經驗標竿，不定期的邀請碩士畢業或正就讀研究所的校友回校與在校生聚餐與會談，透過經驗分享與打氣激勵方式，讓在校生能藉由「同伴效應」提高學習堅持，同時本人也鼓勵研究室的學生，同樣以「同伴效應」來鼓勵其他同學的學習堅持，碩士畢業校友在持續增加的情況下，此方法對本系學生的成效會越來越好。
- 以產業實務技術降低學用落差為例：學用落差是技職體系學生關心之事，學生在乎所學是否能於職場所用，當學用是有落差或落伍之時，學生學習意願大幅下降。為此，吾等秉持以研究成果為課程帶來內容創新，以研究計畫、產學計畫、專利獲取所獲得技術實作經驗，做為教學內容更新之題材，讓課程內容永遠能推陳出新，配合本人過去在產業界擔任資電工程師經驗，讓課程內容做到低學用落差。除課程內容與設備，也藉由研究成果導入課程單元的做法，讓學生能習知未來技術趨勢(如深度學習之人工智慧科技)，透過學生專題成果的展現，讓學生感受到這樣的高階專業能力是可以經過課程學習與實

作的專精教育來獲得，讓學生以學習最新專業是驕傲的一件事，提升學生學習意願。

### C. 研究範圍

課程教學目標為教授物聯網系統開發實務技能，其中包含系統/App 程式開發、網路通訊環境架設、資電整合技術、TCP/RS485 通訊硬體接線與軟體機制、推播伺服器建置等項目，在 SMART 原則之下，讓學生以範例做法為基礎，具特定目標的課堂講授，以及軟硬體操作與專案實作方式來進行實作學習，達到做中學、學中做的成效。在教材的選用上是以自行開發的 SMART 教材來進行，透過微型物聯網資電設備來體現大型物聯網系統的開發技術，縮短學用落差程度。並且輔以業師與校友業師來提升學生學習動力，配合小組技術教學來強化學習深度。在學習成效的評量上，以「學習動力」、「實作完成度」、「實作完整度」、「使用課外時間長度」、「後續開發意願」、「學習心得評估」、「聘請專家評鑑」等七項指標，評量標準採多元評量方式進行，過程中藉由成果發表、多次問卷施測與後續追蹤的評量方式，驗證此研究方法對本系學生學習提升的有效性。

### D. 研究對象

本計畫研究主題對象為本系修課大三學生，並依據本系學生屬性以及為了提昇學生學習成效來提出此研究構想，本系學生入學管道為申請入學、甄選入學、技優甄選、聯合登記分發以及單獨招生等管道，近十年來本系學生(約 90%以上)為屏東區域住民，經本校教務處統計，本系約有三分之一以上學生必須申請助學貸款才能就學，平時課外之餘亦必須要打工，賺取自身的生活費。本人觀察到需申請助學貸款或打工賺生活費學生的家庭經濟大多不佳、或者單親狀態、或者是低收入戶家庭，這些學生在國小中與高中階段的學習上，大多缺乏學習關照與額外的學習資源，再加上有些學生在高中時就已經在打工補貼家用；因此，無法將時間用於學習上，而國內高中大部分都以學科為主的升學管道，所以大部分經濟弱勢的學生較無法有心或付出足夠的時間在學科的學習上，導致升學考試成績不佳，只好選擇一所離家近的學校就近就讀。另外的學生雖然家庭經濟水準達一般以上，但基於許多原因，如興趣差異、課程認知、學用落差、學習目標不同、筆試能力不佳、專注力不好、學習動機低落、自信不足...等等原因，使得對升學期待不高，就讀大學僅是配合一般社會的期待而進行之事，對於自己的學習總是相當迷惘；真正了解自己就讀大學目的而學習的學生僅是少數，低於五分之一人數。

如何提升修課學生的「學習動機」，一直是本人課堂努力的目標，尤其是針對學習自信低落的學生，一直是教學的一大挑戰，學生在自信不足、自我懷疑與學習動機低落的狀況下，即便是內容簡單、豐富與實用的課程內容，都無法進行有效的學習；然而，只要學生學習動機強烈，即便面對需要花上許多時間學習的課程，也都能甘之如飴、盡心盡力，最終獲得大幅度的進步。本人自擔任教職至今為 12 年，期間經常鼓勵學生跟隨本人進行近身學習，透過三年以上的 SMART 目標導向學習，培養出扎實的專業技能。事實上，學習自信低落學生的學習是必須在想法上給予引導、精神上給予鼓勵，作法上協助建立階段性目標，才能讓學生學習的路走得更積極、更堅定、更遠，進而實現自我能力的成長；這樣的經驗是來自於本人多年以 SMART 原則來輔導學生所獲得感想，由於成果相當不錯，因此想透過這樣的 SMART 原則，加上自行開發的 SMART 教材，以及教師、業師、成功校友

的精神激勵，應用在系核心的課程上，大幅度提升修課學生的學習成效。

以下是為個人先前輔導學生學習與成果來進行敘述，首先就本系學生的 SWOT (優勢/Strengths、劣勢/Weaknesses、外部競爭機會/Opportunities、威脅/Threats)來進行說明，其次針對學生的 SWOT 來導入 SMART 原則方式說明，最後敘述本人目前輔導近身學習學生之狀況。

### 本系學生的 SWOT

1. S 優勢：屏東區域學生具有本質純樸、心地善良、任勞任怨，以及安份守己的特性，能尊師重道。大部分家長與學生保持正向的觀念，仍認為努力念書才有機會提升未來生活品質，雖然目前僅就讀私立大學，願意為了進入國立研究所就讀或者大企業工作，而努力不懈。
2. W 劣勢：長期處於習得無助感，學習自信低落，總認為學不好而畏懼學習，容易放棄。
3. O 外部競爭機會：認為值得做或該做的事情，可任勞任怨做事，不容易計較。
4. T 威脅：家庭經濟不佳，必須於課外時間打工；校外朋友活動邀約，影響在校學習。

由於本系學生本質不壞，僅是學習自信低落，只要建立學生學習動機與維持學習動力，學生即可大幅度提升學習成效，而提升學生學習動機，則必須協助學生建立明確、可達成、有價值性之目標，如此一來，可以做到讓本系學生學習成效能大幅度成長。

### E.研究方法及工具

本研究嘗試使用 SMART 原則來提升實作技能課程學生學習成效，透過學習認知的建立，以及鎖定學習技能項目，來達到明確、可衡量、可達成、相關性、有時限的學習目標，過程中也配合使用 SMART 教材來協助學習 STEM 特性的物聯網實務技術，將學用落差降至最低。藉由具有工作經歷的業師、校友來產生同伴效應，提高學生學習的堅持力，最後透過課程結束後的結果(問卷、訪談、實作狀況、學習心得)，分析 SMART 原則的學習管理是否能提升學習自信低落的學生學習動力，強化學生的學習意願。以下就 SMART 原則、SMART 教材、STEM 學習內容、Tech Others 學習強化方法來進行說明。

### SMART 原則

SMART 原則是 P. F. Drucker 於 1954 年所提出目標管理的方法[1]，主要是應用於企業管理上，SMART 是一縮寫字，這個名詞分別代表明確性(Specific)、可衡量性(Measurable)、可達成性(Achievable)、相關性(Relevant)、有時限性(Time-bound)的目標管理，先前是被應用在企業管理員工工作效率的提升，透過目標管理可以讓員工清楚的了解任務目標，以及有效率的完成任務。這樣的方法也可以應用在學生的學習上，透過課程內容的設計，讓學生清楚明確的瞭解修讀此課程最終能獲得的能力為何，過程中學習何種技能，最後的成果是甚麼，而這樣的成果與未來就業所需的專業能力相關性，同時也讓學生清楚了解專案成品產業應用性，以及在八週內可完成的可能性。以下是為針對本研究所執行物聯網實務課程的 SMART 五項原則說明：

- I. 明確性：修讀此課程最終獲得的能力，明確的學習專業技能項目。
- II. 可衡量性：單元學習任務與專案實作成果達成的評估指標，以及專案開發小組成員依職責需完成分內工作指標。
- III. 可達成性：由一組有經驗的大四學生先行進行專案開發，並依據開發經驗來訂定可達成的四個實作等級(基礎級、進階級、高階級、職人級)。
- IV. 相關性：課程專案的開發必須與物聯網系統相關，學生必須將學習與開發重點放在物聯網實務相關技術與系統功能建立。
- V. 有時限性：訂定六週內能完成物聯網系統之小型專案基礎功能之目標。

整個課程的實施將聘任大四學生作為兼任助理並擔任課程助教，以及邀請畢業校友回校演講，共同執行「同伴效應」，配合「習得性樂觀」想法的導入，提升修課學生的學習動力。

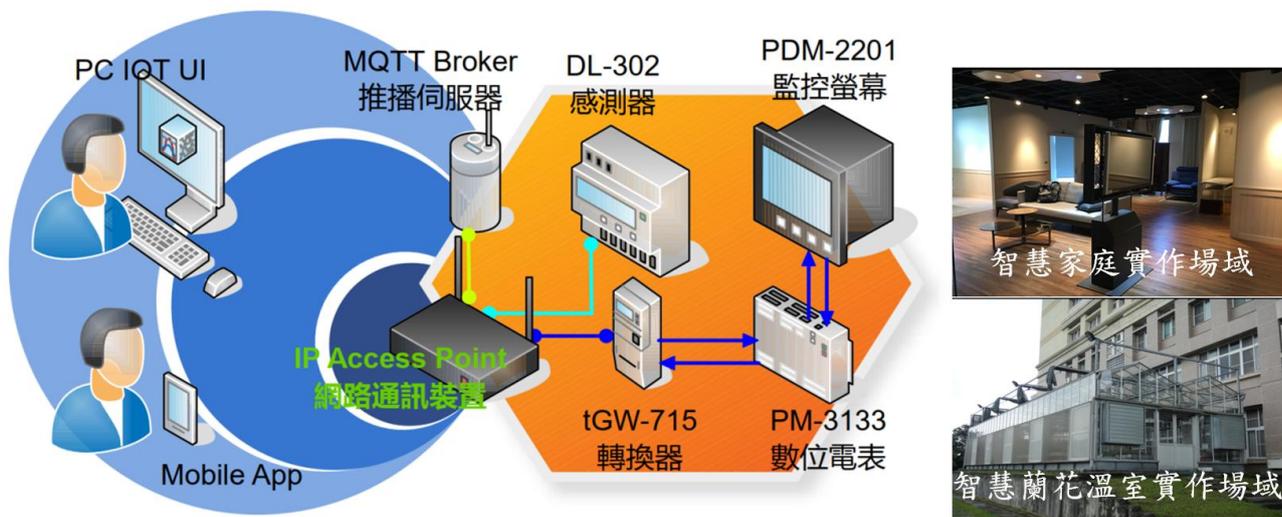
## SMART 教材

教材對於學生有效學習專業是一個不可或缺的元素，教材具有特定性與專一性，可以快速引導學生入門，以及掌握住學習目標。學用落差是技職體系學生關心之事，學生在乎所學是否能於職場所用，當學用是有落差或落伍之時，學生學習意願大幅下降。為此，本計畫針對執行課程「物聯網實務」將設計特定性與專一性教材(如圖二所示)，此教材開發一「物聯網監控盒」，並將其應用於本系的智慧家庭實作場域或智慧蘭花溫室實作場域，以「物聯網監控盒」來監控環境條件與用電量，學生必須自行依據其中一實作場域來設定情境，將「物聯網監控盒」實際應用在場域上，如同產業系統整合商(System Integration)進行專案開發一般，提供客戶所需之系統；其實作專案成果可與本系實作場域現有之商用系統進行比較。SMART 教材「物聯網監控盒」包含三種環境感測器(二氧化碳、溫度、濕度，如圖三所示)、數位電表、推播伺服器，以及 WI-FI IP 分享器，教材設備採用 Modbus TCP 與 RTU 通訊，可採 Ethernet 與 WI-FI 網路通訊，學生可以使用 C++、HTML5、C#、JAVA... 等程式來開發通訊程式連結此設備，此物聯網監控盒已經涵蓋業界常見物聯網系統重要元素；此教材以模組範例為學習基礎，強調模組連結、系統整合、問題解決等實務，也能在六至八週內能完成小型物聯網專案開發。不僅能讓學生掌握住物聯網系統的核心結構與技術，習得之技術未來亦可直接應用於工作，學生透過教材的展示與操作，進行做中學、學中做，這樣做法學生較容易達到課程學習目標。以下就 SMART 教材目的進行說明：

- I. 明確性：學習物聯網系統中感測裝置類型、功能與原理，以及物聯網 Modbus 通訊技術、WI-FI/Ethernet 網路結構與推播技術，物聯網系統，並將其應用於本系的智慧家庭實作場域或智慧蘭花溫室實作場域。
- II. 可衡量性：單元學習任務為「感測裝置」、「系統分析與設計」、「人機介面設計」、「Modbus 通訊程式」、「網路程式」等五項，以及情境設定發想。
- III. 可達成性：以 C++範例程式做為教學基礎內容，以及 TCP Socket 通訊，學生可以 PC-Based 或 Web-Based 或 Mobile-Based 程式來實現小型物聯網監控系統開發。
- IV. 相關性：課程專案的開發系統功能與額外相關功能，需與本系場域現有之商用系統部

分功能相同，應用可以是原創性新式小型應用或產業現有實際問題改善。

- V. 有時限性：以模組範例為學習基礎，強調模組連結、系統整合、問題解決等實務，並訂定六至八週內能完成物聯網系統之小型專案基礎功能之目標。



圖二、物聯網實務 SMART 教材



(a)



(b)

圖三、SMART 教材(a)物聯網監控盒;(b) 物聯網大型控制箱

### ● Modbus 通訊

Modbus 通訊協定是由 MODICON[16]公司為自己所生產的 PLC(可程式邏輯控制器)所開發，後來廣泛為工業界所使用，至今，Modbus 通訊除了可以使用在 PLC 設備通訊之外，亦可以使用在物聯網設備的通訊上，讓新時代的物聯網系統能直接整合 PLC 設備，可將先前的 RTU 設備經過轉換器或具 TCP 通訊功能的設備，連結乙太網路 Ethernet 有線與 WI-FI 無線網路。其中 Modbus RTU 是以 Binary 的方式來傳輸，在實作上皆採 Byte 型態進行資料傳送，是一種相對強健、簡單且容易使用的通訊協定。使用 Modbus 通訊設備的優點，Modbus 通訊是一種公用規定的協定(TCP Port Number: 502)，只要是遵守 Modbus 通訊規範的設備，不論任何廠牌都可以相互通訊，不須使用額外的處理或通訊元件就能進

行資料交換，非常符合物聯網的核心價值，在台灣大多的設備商如 泓格科技、研華科技、銓盛電子、永宏電機、菲尼克斯、科勝科技、巨曜自動化...等企業，生產的物聯網設備都是使用 Modbus 通訊，來進行設備與設備的資料交換。為了讓本系學生學習物聯網的通訊技術，在 SMART 教材「物聯網監控盒」中的感測設備通訊設計有 Modbus TCP(感測器/資料顯示器)、Modbus RTU(數位電表)、Modbus TCP/RTU 轉換器、有線/無線 Ethernet 路由器、TCP MQTT Broker 服務控制器，感測器帶有一繼電器功能；因此，此教材涵蓋了產業主流之有線與無線通訊，乙太網路(Intranet)與網際網路(Internet)通訊，資電整合主結構，小型嵌入式系統之推播服務。雖然設備不多，但物聯網硬體結構相當完整。以下為 Modbus 訊息結構(表二)、Modbus 前 6 個 Header Byte 說明(表三)、RTU Data 說明(表四)、Modbus 通訊功能代碼說明[16](表五)：

表二、Modbus 訊息結構[16]

Byte 00~05	Byte 06~11
Header 共有 6 個 Byte	RTU Data

其中，Modbus/TCP 協定的前 6 個 Header Byte 的說明如表十四，RTU Data 的說明如表十五。

表三、Modbus 前 6 個 Header Byte[16]

Byte 00	Byte 01	Byte 02	Byte 03	Byte 04	Byte 05
傳輸順序標識符 (Transaction Identifier)		協定標識符 (Protocol Identifier)		欄位長度 (Upper Byte)	欄位長度 (Upper Byte)

表四、RTU Data 內容[16]

Byte 06	Byte 07	Byte 08~09	Byte 10~11
站號 (Net ID)	功能代碼 (Function Code)	資料欄位	
		參考位址 (Address Mapping)	通道數 (Point)

表五、Modbus 通訊功能代碼[16]

功能碼	功能敘述	參考位址
01 (0x01)	Read the Status of the Coils (Readback DOs)	0xxxx
02 (0x02)	Read the Status of the Input (Reads DIs)	1xxxx
03 (0x03)	Read the Holding Registers (Readback AOs)	4xxxx
04 (0x04)	Read the Input Registers (Reads AIs)	3xxxx
05 (0x05)	Force a Single Coil (Writes DO)	0xxxx

06 (0x06)	Preset a Single Register (Writes AO)	4xxxx
15 (0x0F)	Force Multiple Coils (Writes DOs)	0xxxx
16 (0x10)	Preset Multiple Registers (Writes AOs)	4xxxx

## STEM 學習內容

STEM[14] 是科學 (Science)、技術 (Technology)、工程 (Engineering) 及數學 (Mathematics) 四個字的縮寫[1]，這四項元素也非常符合此課程內容，在 STEM 學習內容中，必須訓練學生撰寫 C++ 程式語言、IDE UI 介面與流程設計、通訊程式撰寫、軟硬體整合、系統測試修正，以及到最後的軟體封裝；STEM[14] 是近年來美國教育部提出的教育概念，教育單位希望透過 STEM 的教學讓莘莘學子除了擁有知識，也能有解決困難問題的能力，以及具備實證精神與整合各種資訊的思維能力。物聯網 (Internet of Things) 是從早期 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 監控系統的概念演進而來，應用從工廠延伸至辦公室與家庭，主要的原因是人們對生活便利要求提升，加上現今網路科技的普及與進步，以及智慧手機普及，晶片效能提升與成本下降，讓 SCADA 系統進行了型態上的改變。學生在物聯網實務的學習上，必須了解物聯網實務科技的演進，掌握網路通訊數據格式設計方式，以及學會系統開發相關技術與解決實務技術問題，並且思考如何應用於產業、改善現有產業問題或創新思維。這一切看似困難，事實上只要能透過實作過程就能掌握住核心技術，能將小型專案擴展成大型系統；而 Modbus RTU (RS485) 與 TCP (WI-FI/Ethernet) 通訊為我國產業主流使用之通訊方式，學會通訊程式技巧就能掌握 85% 以上設備的通訊方式；完成小型專案開發後，學生可以獲得系統開發之經驗，這對學生未來就業力的提升與專案開發經驗累積有極大的助益。

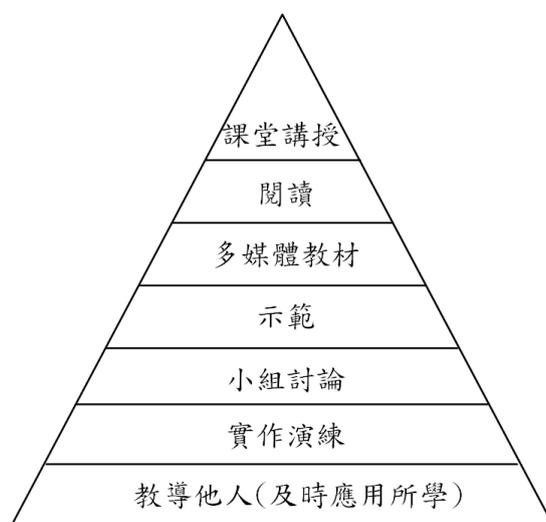
## Teach Others 學習強化

學習金字塔 (Cone of Experience) 的概念是 E. Dale 於 1946 年所提出的學習現象[13]，在學習金字塔的學習成效中，僅是聽授課教師講課的學習效果是最差的，而將所學轉為教導他人的學習效果是最高的，其次是實作演練、小組討論、示範、多媒體教材與閱讀 (如圖四所示)。在整個學習金字塔中，底部的具體體驗對人的學習是最直接，以及有感受的，因此學習記憶效果最好，然後隨著接近金字塔頂的方向時，則會變得越來越抽象，學習記憶越來越薄弱。此外，根據 Dale 的說法[13]，金字塔中的排列並非以學習難度來做為指標，而是與人的對學習內容的抽象程度與學習教材影響的感官數量有關，換句話說，教人實作達到的學習效果比看多媒體教材來的更容易深刻記住，而多媒體教材又遠比聽老師單純講授書本內容效果佳。雖然學習金字塔指出學習教材與教學型態對學習成效的影響，但並非指教育者應該使用的唯一方法將知識傳授給學習者，而是必須將學習金字塔內的每種方法混合使用，以及相互關聯，也必須在具體和抽象經驗之間取得平衡，以滿足學習者的學習有需求。本研究使用的課程實施流程就是包含了學習金字塔中的七種方法，為了讓學生體驗到學習強化的效果，因此納入了「小組技術單元教學」，由學生自行找尋物聯網技術項目或將實作過程問題解決的方法作為教學內容，教導自己的同學來達到學習強化的目標。

為了進行檢視其教學研究之成效，在學習成效的評量上，以「學習動力」、「實作完成

度」、「實作完整度」、「使用課外時間長度」、「後續開發意願」、「學習心得評估」、「聘請專家評鑑」等七項指標，評量標準採多元評量方式進行。這七項指標說明如下：

1. 「學習動力」：以正式課程時間出席率(課程點名)與其他時間出席率(參考)，其他時間指物聯網專業教室除正式課程時間之外，每週將額外開放兩天(共 16 小時)讓學生使用，也為了讓學生能隨時進行系統開發，本計畫將設置一組設備於一週七日全天 24 小時網路線上，學生可以透過此設備來進行系統開發。
2. 「實作完成度」：以各小組的系統完成度來進行評量。
3. 「實作完整度」：以各小組的系統的四個實作等級的比例(基礎級、進階級、高階級、職人級)來進行評估，當高階級以上的系統較多時，表示實作完整度較高，反之表示實作完整度較低。
4. 「使用課外時間長度」：以問卷方式進行調查，分為五個等級：(1)無；(2)5 小時以內；(3) 10 小時以內；(4) 20 小時以內；(5) 20 小時以上。
5. 「後續開發意願」：以問卷方式進行調查，為兩個選項：(1)願意，作為專題製作題目繼續開發；(2)不願意。
6. 「學習心得評估」：以問卷方式與訪談方式進行調查，以問卷方式採心得報告方式進行撰寫，透過訪談來直接獲得學生學習感受與學習成果。
7. 「聘請專家評鑑」：透過專案成果發表，業師與學生對話來獲得學生學習成效，此評量由業師的感受來訂定結果。



圖四、學習金字塔[13]

#### F. 資料處理與分析

在學生學習成效評量資料收集的作法上，以四次學習狀況問卷來做為學習成效的評估，第一次施測於第一週課程內容與目標講述完成後，進行學生於課程目標理解進行評估；第二次施測於第九週，於專案開發之前進行課程目標理解評估；第三次施測於第十八週，於專案開發之前進行課程目標理解評估。第四次施測則於下學期開學後前兩週進行後續調查。前三次的調查可分析出學生在各階段課程內容與目標的了解，亦可以驗證學習金字塔的論

點是否適用於本系學生。最後的調查在經過兩個月的暑假後，針對學生對於當時該課程內容的記憶程度、轉為專題製作、應用於其他課程規劃、與其他課程比較感受度等調查，透過這些數據來確認了解此研究所使用之教學方法是否有助於本系學生學習。

## G. 實施程序

在教學實施程序上就如圖一的課程實施流程所示，程序包含課程理論講授、單元技術實作(含模組範例程式教學)、實務案例經驗分享、實際專案開發與實作問題討論(Q&A)、小組單元學生教學、成果發表與競賽，配合「SMART 原則」、「SMART 教材」、「STEM 學習內容」、「Teach Others 學習強化」與「同伴效應」來促進學生的技術實作能力、學習深度與提高學生學習堅持。

在課程理論講授上，首先講述課程作法與目標，其次解析物聯網系統內涵與所需之資電整合核心技術，所需基本設備功能與原理，以及解析關鍵程式技術，以 C++ 程式語言配合 Embarcadero RAD (Rapid Application Development) 型態的 IDE (Integrated Development Environment) 編譯器作為程式撰寫工具。其次，以五個物聯網技術單元「感測裝置」、「系統分析與設計」、「人機介面設計」、「Modbus 通訊程式」、「網路程式」，以物聯網實務為內容，溫室監控為樣本應用，採範例實作模式進行，來做為單元教學內容範圍，達到明確、可衡量、可達成、相關性、有時限的學習目標。接著，安排企業專案經理(Project Manager)作為業師來講述專案開發時程與一般業主需求，以及安排本系於業界擔任物聯網工程師的校友講述開發技巧與分享個人經驗，兩位業師也於學生專案成果發表時於現場提供建議，以及競賽成果評分。下一週則開始進入專案開發實作，專案開發以 4 至 5 人為原則(角色為 PM 與 RD 工程師)，擔任 PM 工程師角色學生必須規劃小型專案應用方向與協調成員小組負責工作，擔任 RD 工程師學生則必須解決實務問題，過程中提供學生開發過程中遇到問題的詢問與解決方法建議；在專案實作階段中以 2 週為一週期作 20 分鐘心理建設與士氣激勵，同時也為了讓學生體驗學習深度的提升，每個小組都必須準備一個 20~25 分鐘的技術教學。最後一週則是專案成果發表與競賽，由教師、專案經理(業師)、物聯網工程師(業師)與全體學生共同進行評分，依據評分結果進行成果選拔，並給予前三名頒發獎品以茲鼓勵。

課程結束後，除了可以透過學習成效的評量來分析當學期課程教學方法適當性，同時觀察修課學生後續學習發展，由於實施學生對象是為本人所擔任導師的班級，於大三上學期所開設的「物聯網實務」課程；因此，每學期都會有該班級的課，尤其是大四一整學年的「實務專題」課程，可藉由平時與學生的互動，以及透過後續的調查與觀察來了解該課程學習方式對學生的影響，這些結果可用為日後課程實施方法的調整。

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

### (1) 已完成之教學成果

- A. 實際操作「運用 SMART 原則提升學生實務技術學習成效」於教學現場，解決過去教學現場遇到的問題：
  - I. 先前採單元式教授，學生只抄寫程式碼，不喜歡思考原理；
  - II. 無法專注課程講授內容，學生不愛聽與無法體會課程內容；

- III. 無法獨自學習，除遇到困難自己無法排解狀況外，也無法獲得與他人合作能力(AI 時代必須具備能力: 批評性思考/溝通/合作/創意)；
  - IV. 不知為何而學，不知為何而努力；
  - V. 學習自信不足，沒有安全感；
  - VI. 學習遇到挫折，容易放棄，學習動力低。
  - VII. 對於目的性高，以及能動手實作課程的學習較能感到興趣，反之對於僅能抄寫、閱讀與聽講的課程(如微積分)，或者無法直接應用在生活上之課程較無興趣。
- B. 計畫主持人使用 SMART 原則來進行課程學習心理建設，建立起明確的學習目標，以及透過同伴效應來維持學習動力，最後透過成果發表與競賽來提高課程的張力性、壓力性、趣味性與挑戰性；二、為透過符合 SMART 原則所設計之學習教材，讓學生學習資電整合技巧與獲得相關經驗。在 SMART 原則心理建設上，首要打破資電整合系統需要熟悉高階數學基礎，以及撰寫複雜演算法的迷思，且訂定出明確、可衡量、可達成、相關的、有時限的物聯網專案實現目標，同時必須能符合 STEM (Science、Technology、Engineering、Mathematics)要項，透過教師、業師與畢業學長的經驗分享來建立學生實踐技術實作認知。除了自我的學習之外，依據學習金字塔學習原理(Cone of Learning)，過程中加入學生擔任對同儕進行教學(Teach Others)單元，提升課程所學的記憶成效。透過上述所提的「SMART 心理建設」、「SMART 教材」、「STEM 學習內容」、「Teach Others」來達成精進學生的技術實作能力。
- C. 收集學生學習成效，與過去學生的表現比較。詳見「(2)達成之學生學習成效」

## (2) 達成之學生學習成效

- A. 本學期(108 學年度)，共計 34 位學生參與研究中共計缺課 13 小時(含病假與事假)，平均每人缺課 0.38 小時，顯示學生上課意願與積極度高，願意出席課堂學習。
- B. 將本課程的期末總成績進行分析，學生依成績分成 5 個級距(90 以上、80~89、70~79、60~69、59 分以下)。期末總成績最高為 98 分，最低分為 47 分(1 位)，不及格比例為 2.94%，及格學生數為 33 位(70 分以上既有 29 位；60~69 共計 4 位)；90 分以上有 8 位學生。而 106 學年度學生的期末總成績期末總成績不及格比例為 11.11%(2 位)，及格學生數為 14 位(70 分以上既有 29 位；60~69 共計 2 位)；90 分以上有 6 位學生。將兩學年度做一比較，108 學年度學生的成績確實提升了。
- C. 透過問卷調查學生學習成效(問卷內容如圖)，問卷在工作實務需求視野拓展的項目上(如圖六所示)(包含前五項學習單元可拓展就業能力視野之目標明確、六項學習單元技術難度可以接受、前五項課程單元內容確實有包含資料系專業程內涵、課程單元辦理方式、課程單元提供之教材講義等資料有參考價值)，選擇“非常同意”與“同意”以上的比例為 94%。問卷在學習

情形 I 的項目上(如圖七所示)(包含能整合一至五項所學技術於一專案、能跨領域實務應用,創造產品、願意日後就業使用所學物聯網技術、喜好課程單元所學、具備後續開發意願)選擇"非常同意"與"同意"以上的比例為 51%。問卷在學習情形 II 的項目上(如圖八所示)(包含能了解課程單元學習目標、願意花時間學習程式實作技術、課程提供教學資源(軟硬體)足夠我的學習、願意與同學共同學習與教導同儕、若能投入足夠的學習時間,此課程對我應有實質的收穫)選擇"非常同意"與"同意"以上的比例為 78%,以上三項的比例平均為 74%。另外,在使用課外學習時間長度上,高於 20 小時以上的學生數為 17 人(53%)(如圖九所示)。投過此問卷調查結果可以觀察到學生對於此課程的做法是相當正面肯定的。

教育部 108 年教學實踐研究計畫  
美和科技大學  
物聯網實務課程學習心得調查表

☆以下各項問題為單選題,請依據實際情況與感受,在最適當的□中打勾✓。

1. Indusoft +Modbus Poll 物聯網實務單元	非常 同意	同 意	尚 可	不 同 意	非 常 不 同 意
2. Modbus +TCP Socket IO+數據轉換解析(C++)					
3. 空氣盒子裝置實作(LinkIt+EDIMAX)					
4. MQTT 系統架設+App 製作					
5. Apple iOS App XCode 技術實作					
6. 六題目自選一題專案實作+小組教學單元					

**A.工作實務需求視野拓展**

1.前五項學習單元可拓展就業能力視野之目標明確	<input type="checkbox"/>				
2.六項學習單元技術難度可以接受	<input type="checkbox"/>				
3.前五項課程單元內容確實有包含資料系專業程內涵	<input type="checkbox"/>				
4.課程單元辦理方式	<input type="checkbox"/>				
5.課程單元提供之教材講義等資料有參考價值	<input type="checkbox"/>				

**B.學習情形 I(假設已有程式設計能力)**

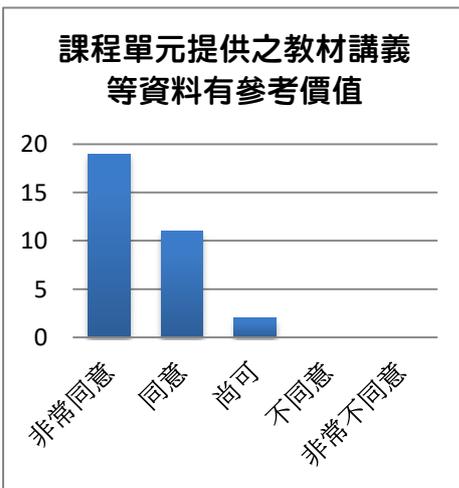
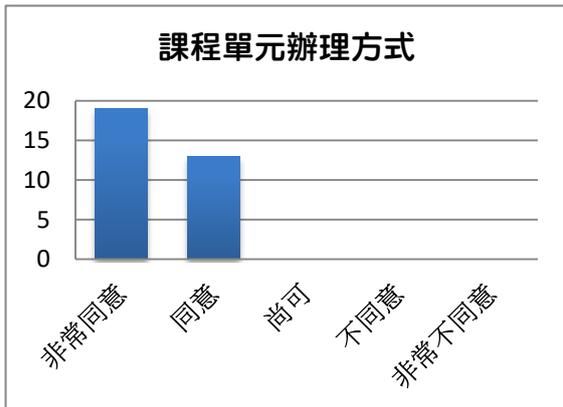
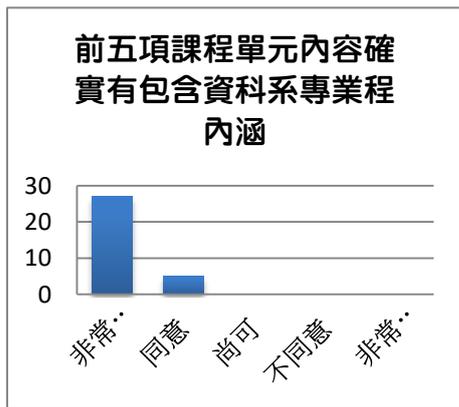
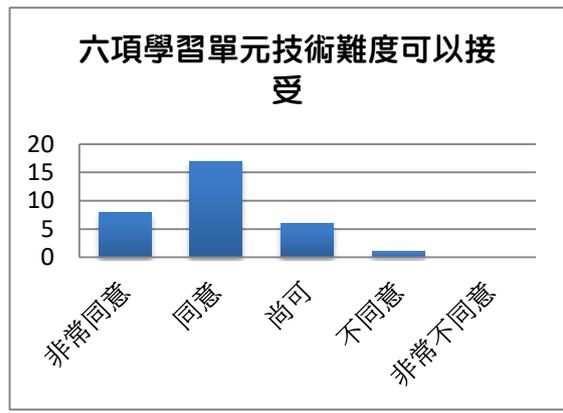
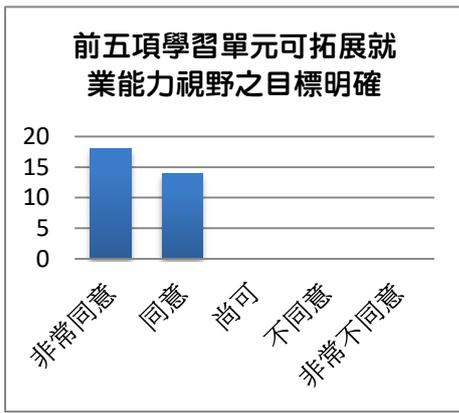
1.能整合一至五項所學技術於一專案	<input type="checkbox"/>				
2.能跨領域實務應用,創造產品	<input type="checkbox"/>				
3.願意日後就業使用所學物聯網技術	<input type="checkbox"/>				
4.喜好課程單元所學	<input type="checkbox"/>				
5.具備後續開發意願	<input type="checkbox"/>				

**C.學習情形 II(假設未具備程式設計能力)**

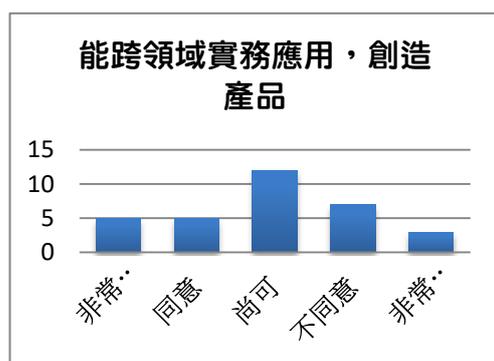
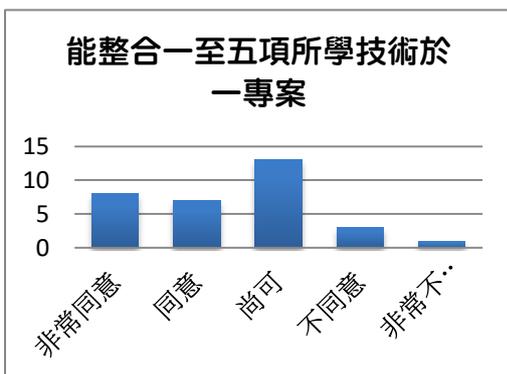
1.能了解課程單元學習目標	<input type="checkbox"/>				
2.願意花時間學習程式實作技術	<input type="checkbox"/>				
3.課程提供教學資源(軟硬體)足夠我的學習	<input type="checkbox"/>				
4.願意與同學共同學習與教導同儕	<input type="checkbox"/>				
5.若能投入足夠的學習時間,此課程對我應有實質的收穫	<input type="checkbox"/>				

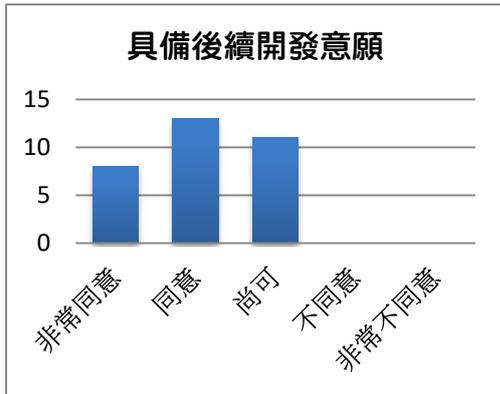
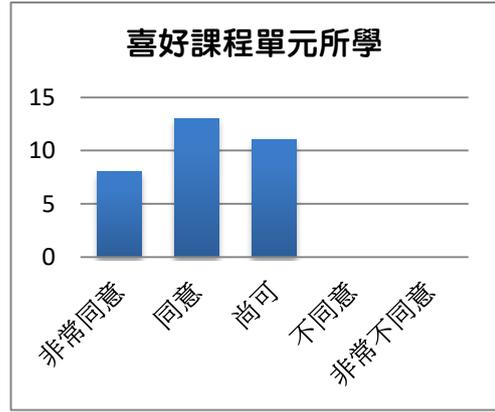
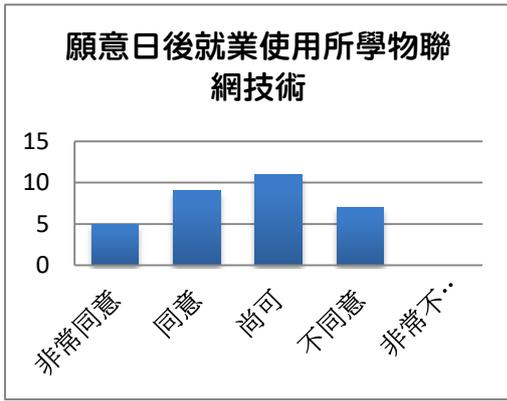
使用課外學習時間長度 無 5 小時以內 10 小時以內 20 小時以內 20 小時以上

圖五、學習成效問卷項目

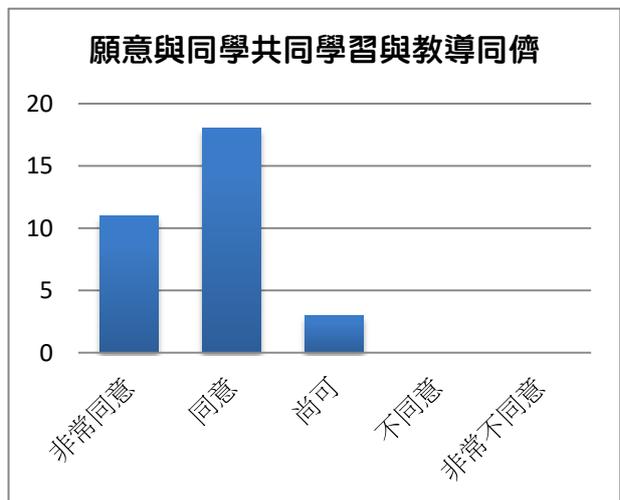
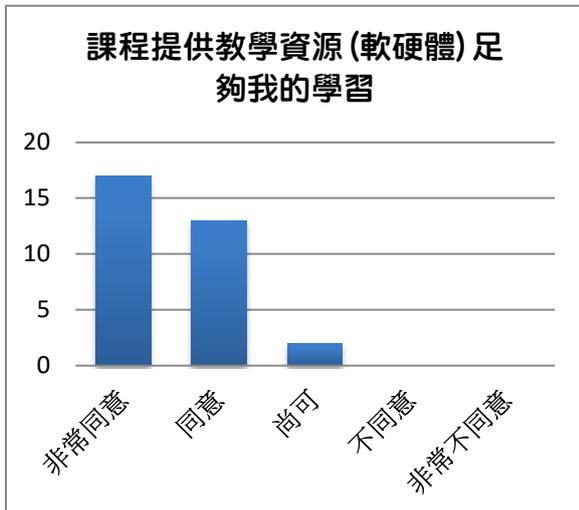
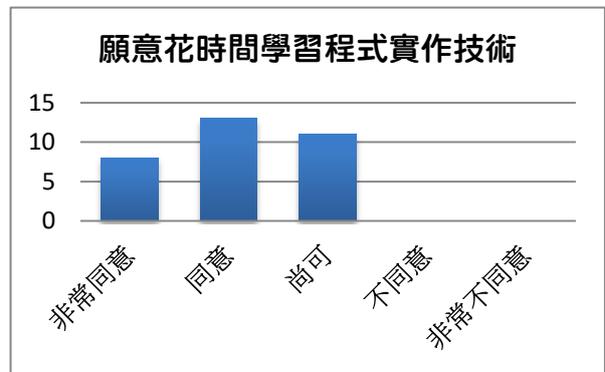
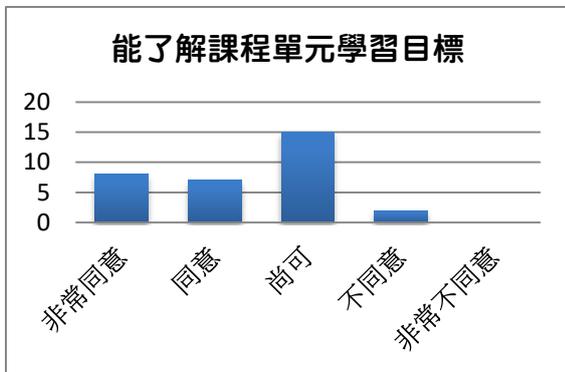


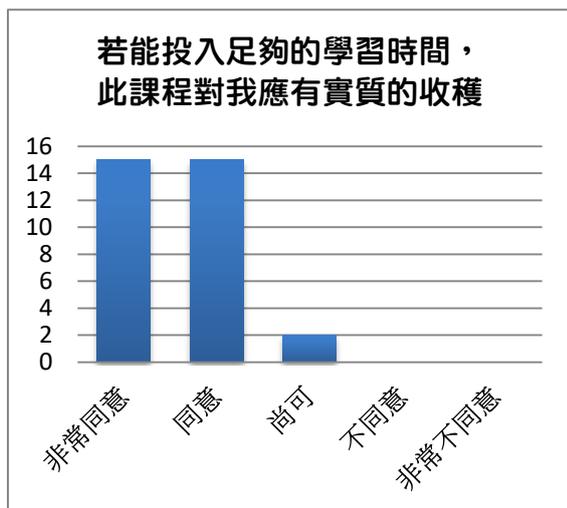
圖六、工作實務需求視野拓展



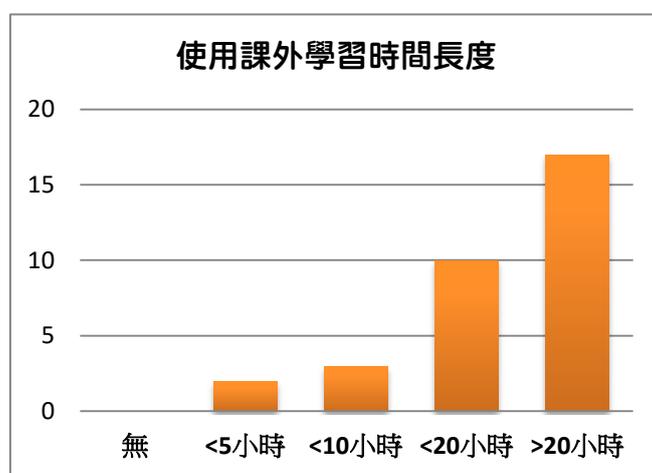


圖七、學習情形 I





圖八、學習情形 II



圖九、使用課外學習時間長度

表六、小專題題目列表

1.	物聯網空氣盒子實作應用(智慧菇舍/智慧蘭花溫室):7 組(中)
2.	智慧家庭物聯網系統系統(硬體設備/軟體功能分析): 6 組(易)
3.	智慧菇舍物聯網系統(硬體設備/軟體功能分析): 0 組(易)
4.	智慧菇舍開發實作平台(軟硬體通訊程式實作): 3 組(難)
5.	物聯網控制箱實作 (HTML5 網站程式實作): 2 組(難)
6.	其他(自行找尋物聯網相關題目): 3 組(難)
7.	物聯網空氣盒子實作應用(智慧菇舍/智慧蘭花溫室):7 組(中)

- D. 在整個小專題的分組上，依據表六的題目，共分為 28 組(每一組 1~3 人)，大多為 1~2 人為一組；其中有 8 組選擇難度高的題目(需完成兩種以上的介面軟硬體開發，如 Android App、Web App 與 PC App)；14 組則選擇為難度適中題目；6 組則選擇較簡易的題目。在難度高的題目上，學生必須自行找尋解決方案，以及自主學習本系課程未教過之高階物聯網技術；難度適中的題目，學生必須自力完成空氣盒子晶片設備的摸索與自主學習。觀察學生完成的專題成果來看，83%的組別專題完成度高，確實有提升學習意

願。

- E. 透過 SMART 原則與教材來提升學生實務技術學習意願，學生確實能願意投入較多的時間來進行學習，加上業師協同教學、校友業師的求學與工作經驗分享(如圖十所示)，能明確的提升學生的學習意願與學習強度，而同伴效應也能發揮同儕的學習效應(如圖十一所示)。有八成組別學生在專題成果發表成果的投入都表現得當(如圖十二所示)。



(a)



(b)



(c)

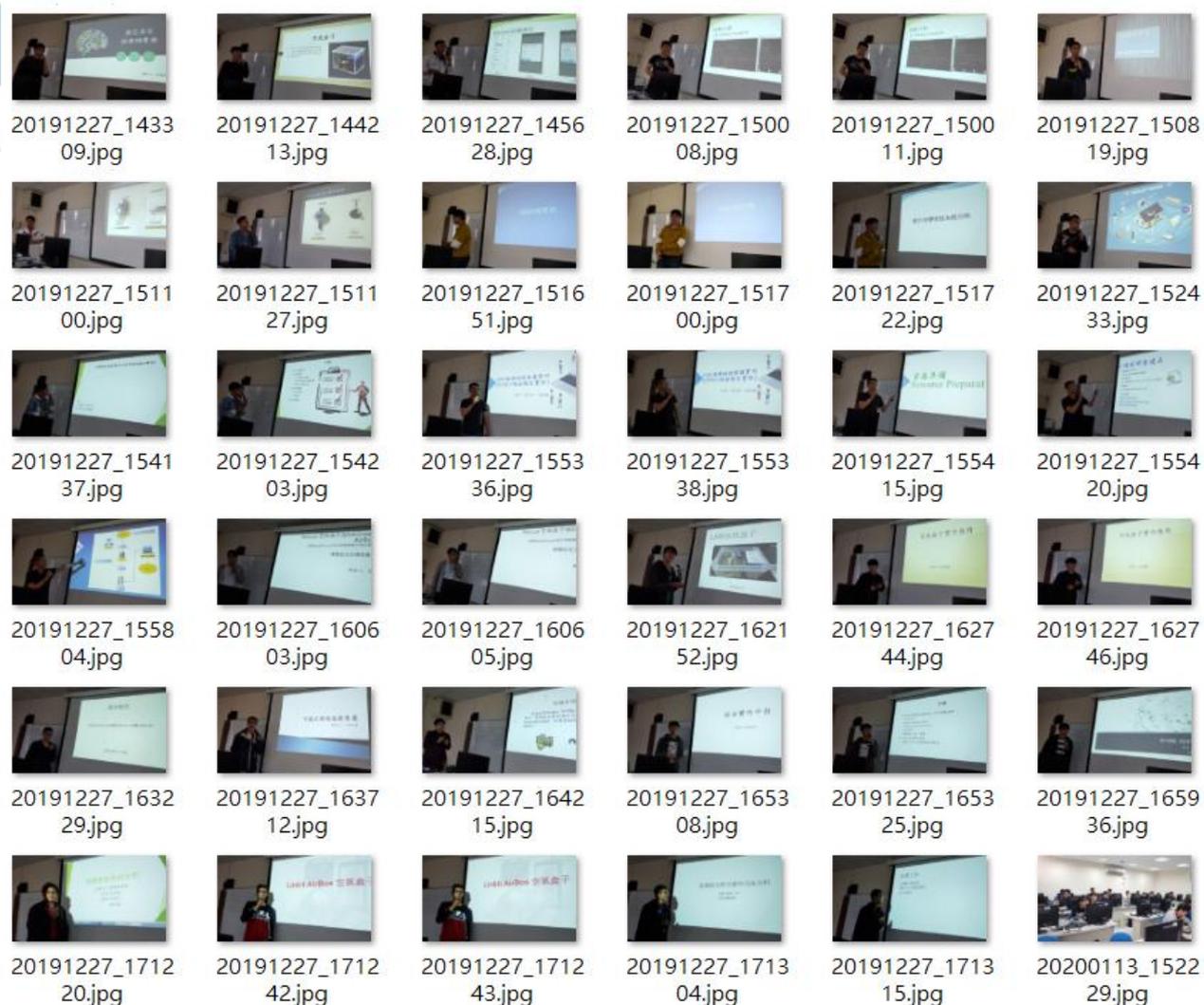


(d)

圖十、業師協同教學：(a)校友業師 1;(b)校友業師 2;(c)業師 1;(d)業師 2.



圖十一、同儕學習之同伴效應



圖十二、專題成果發表

### (3) 教師教學反思

使用做中學、學中做的動覺學習確實是個有效的教學方法，但在實作的過程會需要較多的時間，導致課程預定之進度容易落後，必須使用課程外之時間進行加課。透過計畫的支援，也確實可以讓一般性的課程型態變得更豐富，尤其是業師的協同教學，以及實作材料的支援。

透過「學習動力」、「實作完成度」、「實作完整度」、「使用課外時間長度」、「後續開發意願」、「學習心得評估」、「聘請專家評鑑」等七項指標，分析出學生預期達成之學習成效。資訊科技系學生畢業後擔任資電工程師所需之工作能力要求，是能實作、能開發、具備運算思維能力、能負責態度，至於中高階數學與英文(聽說寫)能力的需求並非是必需的部分。因此將學生學習基本成效定位在能實作、能合作、能負責態度，進階成效則加入能開發、具備運算思維能力的評估。事實上，上述的七項指標以「後續開發意願」是最重要觀察項目，這表示學生願意持續此專業的學習，並認同課程所學或認同這是未來就業必備能力，截至結案報撰寫前，已經確定此計畫執行對象學生目前專題會持續物聯網

題目來進行的人數為 24 人(佔 75%)。吾等認為，高度的「學習意願」一直是成功學習最基本且最重要的因素，而開發技巧與方法是可以透過經驗的累積與課程的學習，沒有學習動力，即便所學簡單的專業也無法獲得成效，有了學習動力，在高階的困難的專業，學生也願意努力學習。學生的學習成效的提升，可由幾點觀察到：1. 出席率與學期成績較佳，這表示課程型態較為豐富，課程因為不單調，所以學生願意出席。2. 實用性高的課程容易提升學生的學習動力與意願，學生清楚為何要學習。3. 問卷的調查可以反映學生學習的想法。4. 實作出來的成果作為成績評定的依據，比起筆試更容易讓學生在意，自身學習的成效。

## 二. 參考文獻(References)

- [1]. Dewey, John and Dewey, Evelyn (1915), *Schools of To-Morrow*, New York: Dutton.
- [2]. Dewey, John (1916), *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*, New York: Macmillan.
- [3]. Dewey, John (1997), *How We Think*, Dover Publications.
- [4]. Dewey, John (2005), *Art as Experience*, TarcherPerigee, ISBN-13: 978-0399531972.
- [5]. Mani Mina (2013), *Liberating engineering education: Engineering education and pragmatism*, 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), p. 832 – 837, DOI: 10.1109/FIE.2013.6684942.
- [6]. Habib M. Fardoun, Abdullah Almalaise Alghamidi, Antonio Paules Ciprés (2014), *New Teaching Methods: Merging “John Dewey” and “William Heard Kilpatrick” Teaching Techniques*, p. 803 – 808 DOI: 10.15439/2014F398.
- [7]. 鄭春祿, 耿玉香 (2010), 做中學與學中做的選擇, *機械職業教育* 2010 卷 3 期, p. 3 – 5.
- [8]. 吳木崑, 杜威經驗哲學對課程與教學之啟示, *臺北市立教育大學學報*; 40 卷 1 期 (2009 / 05 / 01), p. 35 – 54, DOI : 10.6336/JUTe/ 2009.40(1)2.
- [9]. 歐用生(2003), *課程典範再建構*, 出版社：麗文文化, ISBN13 : 9789577482136.
- [10]. Drucker P. F. (1954), *The Practice of Management*, New York : Harper & Row.
- [11]. Doran G. T. (1981), *There’s a S.M.A.R.T. Way to Write Management’s Goals and Objectives*, *Management Review*, 70, p. 35 – 36.
- [12]. Hartup, Willard W., and Nan Stevens (1997), *Friendships and Adaptation in the Life Course*, *Psychological Bulletin*, 119: p. 355 – 370.
- [13]. Dale, E. (1946), *In Audio-visual Methods in Teaching*, New York: Dryden Press.
- [14]. Gonzalez, Heather B., Kuenzi, Jeffrey J. (2012), *STEM, Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, Library of Congress. Congressional Research Service. Washington D.C.
- [15]. 國發會(2018), 107-109 年重點產業人才供需調查及推估.
- [16]. 泓格科技 (2016), tGW-700 系列使用手冊.