

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：PEE1080115

學門專案分類/Division：工程

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

微電腦介面技術翻轉教學策略實踐研究
介面技術設計

計畫主持人(Principal Investigator)：楊榮林

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department)：南臺科技大學/電子工程系

成果報告公開日期：延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020 年 8 月 17 日

一. 報告內文(Content)

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

教育部或是一般社會大眾對技職院校的期許，就是希望經四年技職教育訓練的學生，能具備解決職場實務問題等的能力，因此本校工學院各系皆將「實務專題」訂為必修課程，強調以問題解決成為驅使專業技能學習的動能，讓學生在專題實作歷程中統整四年所學的專業技能，藉由從「嫻熟的實務操作(Know How)」轉向對「探索基礎理論(Know Why)」的需求，以及訓練表達溝通、報告撰寫、與團隊合作等工作職場的必需技能，並設計開發專題作品參與國內外競賽，經由獲取專業證照與專題競賽強化學生的實務能力。

這看似完美的最後一哩路卻有非常多實務操作上的困難，光是統整四年所學的專業技能一項就窒礙難行，而這是結構性的問題並非單一課程所造成的，過去長久以來，學生在修習任何一門課程所面臨最大的問題就是「學習動機」，學生們通常是被「排定」修習系所的表定課程，因而大部分的學生所關心的是「作業多嗎？」「會不會當人？」而不是課程本身的實用性，當「動機」沒了自然就談不上學習成效。

因此長久以來雖然修習了多門專業課程，但是並不同於擁有各課程所教授的專業技能，事實上依主持人過去多次開設「實務專題」課程的觀察，學生到了大三所擁有的專業技能普遍極為鬆散，通常都必須仰賴主持人課後的補強教學，方能勉強補足專題實作所需的基本技能，主持人往往必須為了一門「專題實務」課程，而加開兩到三堂義務性的先修課程，這樣的教學方式既沒效率同時又增加授課教師的負擔。雖然這最後一哩路的「實務專題」課程多年來一直困擾著主持人，但卻也讓主持人觀察到學生並不是學不會，而是缺乏學習的動機及意願，本教學實踐計畫的研究動機與目的，就是希望協助學生找回學習的動機與樂趣。

這個計劃中我們在選定課程實踐上的主要變革，包含重新選訂符合時宜的教學內容及改採較為生動有趣的翻轉教室授課方式。本計畫所選定的課程是主持人在教授「實務專題」時最常補救的「介面技術」課程，雖然完成該課程的精進後，可能尚無法完全滿足技職院校最後一哩路的需求，但我們希望借鏡此次教學實踐研究的經驗，將研究成果推廣應用到遭遇類似困難的其他課程，且持續地進行教學內容及授課方式的滾動式調整，主持人堅信只要能找回學生的「學習動機」，學生自然能夠在進入最後一哩路前備足所需的專業技能。

2. 文獻探討(Literature Review)

第一部符合物聯網(Internet of Things)精神的機器出現在 1982 年的卡內基美隆大學(Carnegie Mellon University)，為了避免走至遙遠的販賣機前才發現已經沒有可樂的窘境，一群不願走冤枉路的聰明學生將販賣機連上網路，在研究室裡就能得知販賣機的庫存狀況[1]。Microsoft 創辦人 Bill Gates 在 1995 年出版的「THE ROAD AHEAD」書中，也曾提及他對互聯網(Internet)未來應用的期許，如此一個可容納海量資料高速互通的網路，不該僅侷限於傳遞由「人」所產生的資料，應該更廣義的定義成萬「物」皆可互聯的資訊網。雖然「物物相聯」的概念及裝置可追溯至三十餘年前，但物聯網一詞，則是由麻省理工學院(MIT) Auto-ID 研究中心執行長 Kevin Ashton 於 1999 年的一場演說中才正式提出，因而 Kevin Ashton 後來被尊稱為「物聯網」之父[2]。

其實在「物聯網」剛出現的前幾年間，物聯網仍被視為資訊科技工程師不切實際的未來幻想，一直到 TIME 雜誌於 2008 年將物聯網列選為最佳發明之一[3]，加上 Google、IBM、Apple、Microsoft、Oracle、Cisco、Samsung、Amazon、... 等知名國際大廠，紛紛在物聯網相關產業布局卡位，「物聯網」生態儼然形成且勢不可擋，未來十至十五年間相關技術及應用無疑是最火紅的顯學，包括大數據(Big Data)、人工智慧(AI)、感測器架構、智慧居家、穿戴式裝置、智慧城市、智慧電網、工業 4.0... 等都將成為政府及企業關注的重要議題。

「介面技術」無疑是「物聯網」實務應用的重要入門課程之一，但是現有的微電腦介面技術教材，都是以過去 IBM PC 或工業電腦為主的資料匯流排(Data Bus)相關技術，這些課程內容顯然已不適用於當下業界的需求，所以我們希望藉由高教深耕創新教學計畫來編訂新的課程內容，盡可能減少底層資料傳輸原理的討論，將授課內容及實習重點放在不同資料傳輸介面的特性概述，及在不同物聯網終端組成架構下的應用程式開發，使學生能有足夠的知識背景及實作技能，參與未來黃金十年的物聯網裝置爆發性市場契機[4][5][6]。

在物聯網世界「介面技術」所扮演的角色，既是上述眾多週邊裝置、微處理器、雲端資料中心、雲端運算及相關服務的制式化黏著劑，無論是任何大小規模及複雜度的物聯網應用，都必須仰賴穩定可靠的介面技術來鋪陳出最適宜的裝置平台。因此本課程包括了微處理器架構、整合開發環境(IDE)、基礎程式設計、有線通訊介面、無線通訊介面等主題內容的簡介、技術原理說明、簡易實習示範、及團隊操作演練，以整合基礎概念與實務操演的教學方式來強化學習成效，並藉由團隊內同儕相互學習(Peer

Learning) 的方式，來激發學生對該課程實務應用的興趣，並及早體驗未來工作職場上的常態團隊工作模式。

翻轉教室(Flipped classroom)的概念最早是源自於 2007 年美國的一所高中，兩位老師喬納森·褒格曼 (Jonathan Bergmann) 與亞倫·薩姆斯 (Aaron Sams) 起初是為了解決學生因曠課而進度落後的問題，便錄製了教學影片上傳到網路空間供學生下載閱覽，讓學生可以在家先完成單向教條式的基本知識學習後，在課堂上再與老師互動討論影片中的教材內容，這樣子的教學方式能讓學生有效的吸收基本知識，此後教學影片越來越頻繁的被分享至網路上，漸漸的過去只能從書本上吸收的基本知識，透過網路的傳播變成了人人都能輕鬆取得的網路自學教材[7][8]。

身處網路資訊爆炸的 E 世代學生，手機及平板等行動裝置是再平常不過的資訊來源，網際網路突破時間空間限制的知識傳播，吸引力遠大於傳統單向教條式的學習方式，不言而喻學生早已厭倦課堂上單調的一言堂授課方式，若繼續在課堂上採用教條式的授課方式，學生的學習意願自然低落進而影響到學習成效。台大 MOOC 計畫(Massive Open Online Course)執行長葉丙成教授，曾在〈如何確保翻轉教學的成功？BTS 翻轉教學法〉一文中提到「因為我們要訓練學生『主動求知』的習慣」，所以我們需要尋找一種能夠有效提升學生學習意願的方法，而不再像過去在課堂上「聽老師說」回家「作業自己做」，而是把課程知識以影音的方式呈現供學生在家自學，學生再將自學過程產生的疑問帶到課堂上與同學及老師討論，課堂上老師再利用團體活動及問題解答的方式評量學生的自學成效，這樣的授課方式也是主持人近年來努力的方向 [9][10]。

3. 研究問題(Research Question)

物聯網世代下的「介面技術」包羅萬象，幾乎沒有任何一本教科書可以涵蓋所有主題，授課教師只能選用既有的微電腦介面技術教科書，並使用書商所提供的教學投影片在課堂上投放授課，然而這種傳統式的教學方式大都無法受到 E 世代數位原住民(Digital native)學生們的青睞。這中間突顯了兩個嚴重影響學生學習成效的問題：(一)不合時宜的「介面技術」教材內容對學生實用性不大，學生很難將上課所學運用在實務專題上。(二)傳統的授課教學方式難以引發學生學習欲望，使得學生普遍誤認為「介面技術」是一門毫無用處的理論課程，技職院校課表中如「介面技術」這樣同時遭遇這兩個問題的課程為數不少。

若要有效改善學生學習這類型課程的成效，這兩個問題是無法分開來解決的，授課老師耗費心思更新了教材內容，但卻仍以傳統式的教學方式授課，通常學生的學習意願不會有太大的改變。若是上課方式改為較活潑的翻轉教室，但是上課教材內容卻了無新

意，不用多久學生就會開始陷入「為何而學的疑問？」所以單從任何一方面著手都很難有效提升學生的學習意願，想當然也無助於學生的學習成效，這兩個問題必須同時解決並且採滾動式的即時調整。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本課程研究將混搭「做中學」及「翻轉教學」的創新授課方式，鼓勵同儕間相互學習及團隊間的良性競合學習方式，以期激發學生的學習動機並有效提昇學習成效。授課方式的調整就是希望學生能夠養成自我成長的學習態度，同時又能藉由同儕間程度相仿的語言來交流溝通授課內容，一來學生可以自我檢視並複習所學的專業知識，同時藉由共學成長來培養團隊合作精神，希望藉此正能量養成學生「如何學」的技能。授課方式除了技術原理簡略說明外，適度增加實務演練的實習教材以遂行「做中學」的教學方法，藉由演練示範主題明確簡要的參考範例，引導學生設計出相同主題的實習教材作為自我學習評量的依據[11]。

本課程的教授對象為電子、電機、資工、等電資學院相關科系的大三及大四學生，過去幾年因少子化的關係，本系所招收到的學生在入學成績方面落差明顯擴大，雖然學生同樣都來自高工、高職等強調實作的學校，但是在專業背景程度上卻有相當大的差異，過去我們只需擔心學生在理論上的不足，然而現階段的學生在實作方面的能力也已大不如前。這中間的原因當然不能夠完全歸咎於學生，因為電資學院相關科系的專業知識更替速度極快，往往學校的教學內容跟不上產業界變化的人才需求，這也是為什麼研究計畫當中所提的教材內容乃至於授課方式都必須滾動式的調整，哪怕是同一門課不同班級上課進度及教學方法都可能不同，而這些已不是假設性問題而是近年來計畫主持人經常遇到的困擾。

本計畫是採用問卷及訪談的方式來檢視教學實踐研究的成效，問卷的部分是採用本系新工程教育課程使用的「學習動機問卷」，這份問卷極具指標性且涵蓋了大部分本實踐研究計畫成效分析所需，問卷的分析方式將會參考本系新工程教育課程的作業程序及分析結果。除了客觀且普遍被認為較為科學的問卷方式，本研究方法亦加入了較「主觀即時」的隨機訪談，訪談方式依受訪對象分成兩種方式執行，首先是由計畫主持人使用教學工具 Zuvio，以類似樂透開獎有趣的方式隨機抽選訪談學生，藉此炒熱上課氣氛並降低被選中學生的心理壓力。而另外一種訪談方式則是煩請助教於課後輔導時，用比較輕鬆的聊天方式向學生們「打聽」上課狀況，這個訪談是對於被訪談的對象有一定的預設條件，綜合過去多年教學經驗顯示課後會主動尋求助教協助的學生，通常是屬於先前所描述的苦幹實幹型學生，這種學生意見反應通常對教材的內容較有助益，最終當然是

希望綜合這兩種訪談的結果，對實踐研究課程的授課方式及教材選用做較為即時的調整。

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

(1) 教學過程與成果

開學前我們已經預先錄製好前兩個月所需要的翻轉教室教材，然而在第一週上完課後我們發覺過度理想化學生的本職學能，只得重新規劃錄製上課所需的教材，表 1 是我們這個學期實際完成翻轉教室授課並上傳至 YouTube 的影音教材：

表 1：上傳至 YouTube 的影音教材

上課週次	翻轉教室影音教材
1	■ Arduino and Online IDE ■ Introduction to C Basics for Arduino I
2	■ Introduction to C Basics for Arduino II
3	■ Arduino Digital Examples 說明 ■ Arduino Digital Examples 操作
4、5	■ Arduino Serial Communication 說明 ■ Arduino Serial Communication 操作
6	■ Analog-to-Digital Converter (ADC)
8	■ 期中考剖析與複習
9	■ 期中考題詳細說明
10	■ Advanced Serial Communication and Interrupts
11	■ Interrupts and Timers
12	■ Inter-Integrated-Circuit (I2C) I
13	■ Inter-Integrated-Circuit (I2C) II
14	■ 期末專題討論及說明 ■ Arduino I2C Communication API
15	■ More I2C and Serial Peripheral Interface (SPI)
16、17	■ SPI and Long-Range (LoRa) Technology

這些教材可概分成 5 大類：1.單元主題說明、2.課堂實習操作、3.期中上機考複習、4.期中上機考題說明、及 5.期末專題說明，這些與原本計畫中規劃的內容大致相符，但在教材內容的部分我們刪減了一些來不及授課的單元，主要是在無線介面傳輸的部分，因為除了少數來自於資工系的學生外，其他學生在程式撰寫的基礎上稍顯不足，所以除了介面技術應用原理的介紹之外，課堂實習實作的部分必須額外加入程式設計補救教學，我們不得不捨去部分原先規劃好的授課教材，不過我們盡可能留下與期末專題製作直接相關的單元，表 1 中所有的教學影片 YouTube 連結都會收錄在本結案報告的附錄中，目前為了方便收集統計資料我們暫將所有影片設為私用，之後我們會將影片開啟為公開方便任何人在 YouTube 中搜尋，並歡迎有興趣的老師和學生作為教學及自學的輔助

教材。

以下使用圖 1 來說明這學期我們在教學實踐上的實際作為，我們每一週都重複這五個步驟並進行微調：1. 課堂授課、2. 課堂實作/作業討論、3. 觀察授課反應、4. 客製化教材設計、5. 錄製影音教/自學教材並上傳至 YouTube 平台。前三個步驟發生的場域當然是在課堂上，有別於傳統「老師說、學生聽」的授課方式，一開始我們採用的是翻轉教室方式，要求學生在進入教室前觀看我們所錄製的教學影片，然後把觀看影片所產生的疑問帶到課堂上，我們在依學生所提的疑問進行分組討論及問題剖析。

圖 1：翻轉教室教教學實踐策略

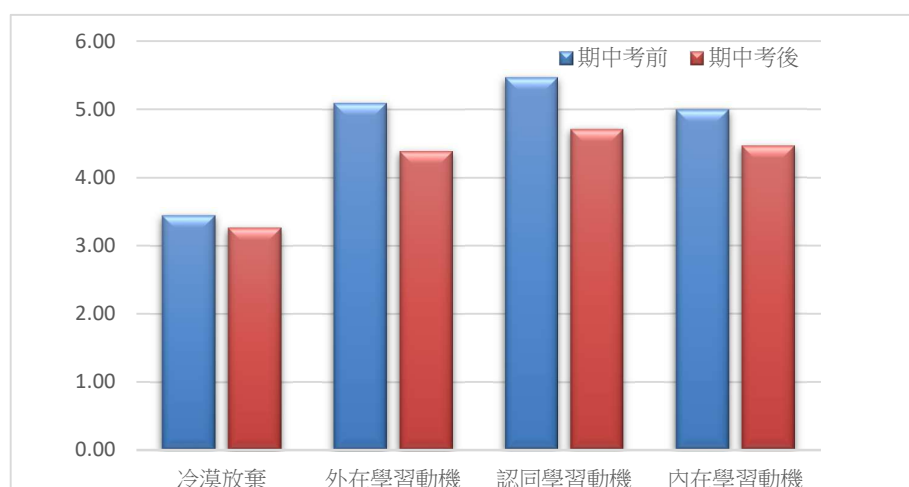


觀察了兩週後我們發覺僅有不到一半的學生可以實際參與討論，也就是說另外一半的學生依然對我們的「翻轉教室」教學無動於衷，於是我們將授課策略微調成「混合式」教學方式，依然鼓勵學生自學但卻也沒放棄停留在傳統思維的學生們，但也因為這樣的改變整個授課步調就得放慢了。經過微調之後的授課方式顯然得到更多同學的認同，所以在我們期中考前所做的一份問卷，我們發覺學生的學習意願及動機，顯然較剛開學的時候活絡了許多。然而好景不常，期中考後當單元主題漸漸趨複雜並需要更多的程式設計技巧，又開始出現一批因學習挫折而選擇自我放棄的學生，為了能盡可能讓學生能涉略足夠的介面技術知識來完成期末專題，雖不願但也只能暫時選擇無視這批自我放棄的學生。

圖 2 是「學習動機問卷」期中考前後的比較結果，這份問卷是本系因新工程教育計畫新採用的 7 分制問卷，分數越高代表题目的描述與實際情形吻合度越高，詳細的問卷問題內容將放置於附件中。因該問卷是我們首次採用所以沒有過去的參考資料，但以「介面技術」這樣一門硬邦邦的選修課，學生在上課幾週後所做的問卷結果，不論是在

外在學習動機、認同學習動機、或是內在學習動機都有 5 分以上的水準，這個分數和我們直接與學生對談的觀察結果應該算是吻合，加上期中考後問卷所呈現略為下降的趨勢，也呼應了我們實際觀察到學生課堂學習狀況的轉變。其實除了本計畫所提及的介面技術課程外，為了收集更多有用的統計資料，我們也在另外一門「數位系統設計實務」採用了相同的授課方式，系上給我們的學習動機問卷比較趨勢，也和本計畫中「介面技術」課程相似，在期中考前都是呈現微幅上揚的走勢，但是期中考之後因為課程內容漸趨複雜，部分學生的學習動機也被無法如期完成作業及實作的挫折給拉低了。

圖 2：期中考前後課堂學習動機比較



以上描述的是在課堂上發生的事，接著我們要說明的是我們在課後所做的準備工作，在計畫撰寫期間我與教學助理及我自己的專題生，多次討論嘗試以學生的立場來看待介面技術課程，同時也請教了不少目前服務於業界的工程師，篩選出列於原企劃書中的單元主題，並在開學前完成了期中考前的教材錄製。開學後發覺過於理想化所設計錄製的教學教材，反倒造成學生的學習挫折進而降低學習意願，所以我們在開學後「又」重新錄製了實際使用於課堂上的所有教材。這一次錄製的教材比較是以該班學生的程度為基準，為他們客製化錄製的專屬教材，當然我們不可能讓學生永遠處在於進度緩慢的學習舒適圈，在期中考之後開始增加授課內容的強度，我們也知道如此做法必然會影響到學生的學習意願，然而此次教學實驗的目標是期許大部分的學生能跟上我們的步調，就問卷的結果及我們的觀察顯示，我們是達到了我們設定的目標，但這樣的結果是不是對所有的學生都是最好的，我們目前還無法下定論，所以我們在今年新的教學實踐計畫會採另外一種較為溫和的方式，以期可以與今年的結果有個對照比較分析。

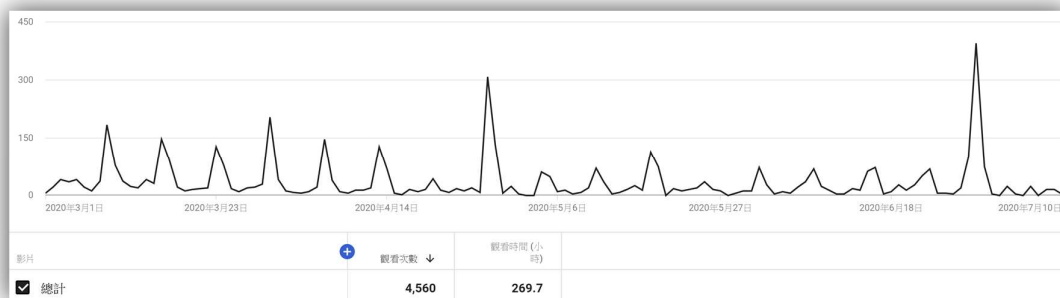
(2) 教師教學反思

在成為老師之前我們也曾經是學生，在過去專業知識學習過程中所接觸過的老師何其之多，但真正能夠讓我們印象深刻的老師卻寥寥可數。聽過那麼多場的专业課程或培訓講演，這些講師及演講者本身的专业素養絕對遠超過他/她所要傳授的专业知識，然而老師本身的专业素養就等同於「有效」的知識傳授嗎？再過去我們的學習年代，實在沒有太多機會去做比較，然而現階段我們所面對的「數位原住民(Digital Native)」學生，他們本就有多元的管道可習得課堂上所傳授的专业知識，那身老師的我們除了學分的授予外又憑什麼，把這一堆「見過世面」的學生拉進教室好好的聽我們授課呢？

「翻轉教室」及「做中學」的教學方法並非我們發明的，只是我們發現這些方法可能有效提升學生學習意願，我們把它們混合運用到我們的专业課程，從學生們的反應來看確實比傳統的授課方式有效，但可能因為我們操作手法上的不嫻熟，加上低估了學生本職學能程度上的差異，仍有部分學生無法融入我們強調實務操作的翻轉教室情境，所以雖然這混合式教學方法是有效的，但仍有很大的改進空間，因此我們把預計調整的方法列入 109 年的計畫中，也感謝承辦單位繼續給我們機會，利用未來 1 年的時間繼續優化我們選用的混合式教學方法。

除了「學習動機問卷」及「創新教學成效自評」外，我們還參考了 YouTube 觀看次數的統計資料，作為翻轉教室教材使用成效的評估依據，圖 3 是我們整學期所有上傳至 YouTube 教學影片的觀看次數統計，這份資料是兩門課程合併的統計資料，期中考前的總觀看次數有 2592 次共計 163 小時，期中考後則降為 1968 次共計 106 小時，整學期下來觀看次數合計有 4560 次共計 269 小時，以我們為兩門課程錄製的 37 支教學影片而言，我們對這樣子的觀看次數及時數略感欣慰。

圖 3：YouTube 觀看次數的統計資料



課程名稱	學生(人)	教學影片(部)	影片總長(小時)
介面技術設計	27	18	7.5
數位系統設計實務	50	19	9.5

在期中考前每週上傳完上教學影片後，當週所有影片的觀看次數皆超過 200 次，觀看的高峰則集中在課堂授課及作業繳交的前一天，這說明了學生確實有利用我們的影片做課前預習及課後的自主學習。但在期中考後觀看次數就明顯的下降，平均值來到約莫只剩 100 次上下，而我們要省思且深入了解的就是造成這轉變的原因。經過和兩個班級的助教詳細討論後我們發現，問題並不是在於我們的上課方式或者教材的錄製，而是在於上課教材內容的難易程度，如同先前我們分析「學習動機問卷」下降的原因，學生並非厭倦了我們所錄製的影片，跟得上授課進度的學生依然喜歡我們的影片，但是因為日趨困難的授課內容而進度落後的學生，常常因為無法如期完成課堂實作而累積的挫折感，造成漸漸選擇放棄先前養成觀看教學影片預習及自主學習的習慣，自然影響到整體影片的觀看次數。經過此次與教學助理們詳細的討論剖析這學期的教學狀況，我們不僅看到的問題也已有了初步調整改進的方案，我們會在下學期的課程中實踐滾動調整過的教學方法，希望能夠進一步的優化我們多年來努力嘗試的混合式教學方法。

(3) 學生學習回饋

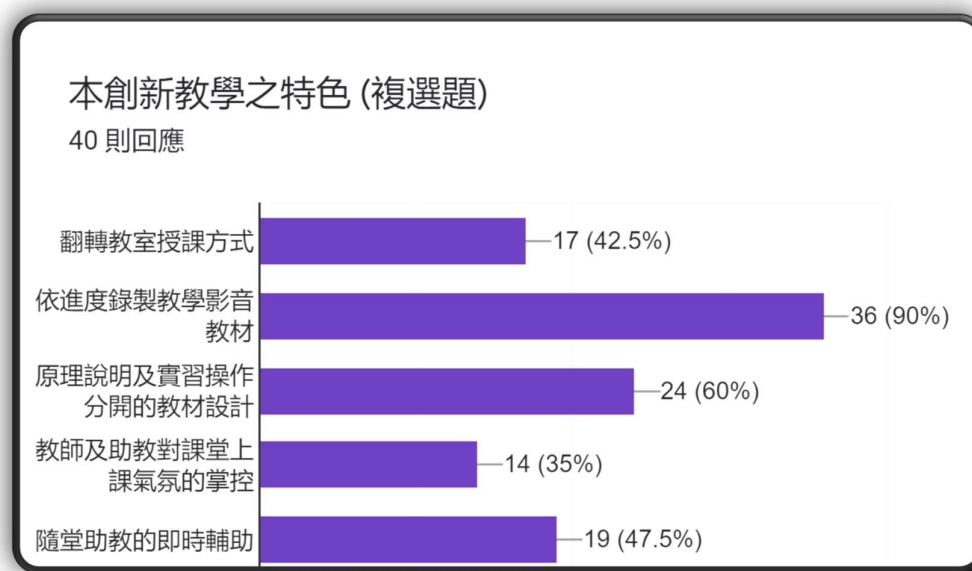
從過去 16 年的教學及班級導師經驗，我發覺現在的學生直白且不做作，「我的學生時代」那種老師有絕對權威的思維是不存在的，所以想要了解學生的回饋其實拐彎抹角的問卷，不見得能問出學生真正心中所想，所以我們直接把學校拿來問老師的問題反問學生，且將回應的方式設定成只有「是」跟「否」，學生評估問題是否吻合他/她對自己的認知，感覺是就回答「是」反之則回答「否」。我們所用的問題是本校對申請校內創新教學老師的自我評鑑問題，我覺得這一份自評如果讓學生來回答，應該更能反饋出老師們的真正教學成效，所以我就把它修改成 Google 表單的格式讓上課的學生填寫，表 2 是我們收集的 40 份有效問題回覆，我們就用這一份表單的來分析這個學期學生的學習回饋。

前 5 道題目學生的回覆算是符合我們對這學期教學改進的期許，除了團隊合作外皆有 4 分之 3 以上的學生認同我們的創新教學方式，這 4 分之 3 所代表的「大部分學生」算是對我們最好的鼓勵，也讓我們覺得在這兩門課整學期下來的額外付出感到欣慰。另外一個我們要分析的是最後一道複選題，這道題目是希望學生選出我們的教學特色，不意外的是我們依學生的程度為基準，另外規劃設計錄製的影音教材拔得頭籌，另外我們在教材設計上將理論與實習分開來錄製也得到半數學生的認同，而這兩部分都是主持人在這次計劃當中付出最多心力的地方。但是在翻轉教室授課方式似乎還有加強的空間，這一個部分並非顯示學生不喜歡翻轉教室的授課方式，主要是因為課前預習對很多學生而言並非過去的學習習慣，但是若少了這一個步驟在課堂上翻轉教室的成效就會大為減

弱，我們會在新的計劃當中想辦法在翻轉教室的實務操作上做一些改變，希望下次再問同樣的問題時能夠有更多的學生認同我們的混合式教學方法。

表 2：創新教學成效 Google 表單回覆

問題	「是」 %	「否」 %
1. 此課程是否有提升你的學習興趣?	80	20
2. 此課程是否有提升你的實作能力?	85	15
3. 此課程是否有提升你解決問題的能力?	75	25
4. 此課程是否有提升你和不同領域團隊的合作能力?	72.5	27.5
5. 此課程是否有提升你自主學習能力?	75	25



6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

首先要感謝承辦單位再次肯定我們並予以通過 109 年的計畫，但我們對未來「教學實踐研究計畫」的審查有一小小建議，希望計畫審查要點能將執行計畫所需的教材教具設計開發納入評分考量，就算是相同的教學方法搭上了不同的專業科目，計畫主持人的整體付出也絕不亞於開發一全新的「教學方法」，換言之，希望不同課程的「教學實踐」亦能受到貴單位的青睞，因為實踐一有效的教學方法於不同課程所產出的教材教具，往往對學生的課堂學習及自主學習皆能產生莫大的助益。

二. 參考文獻(References)

- [1] Kyle Maxey (2016), How a Coke Machine and the Industrial Internet of Things Can Give Birth to a Planetary Computer, <https://www.engineersrule.com/how-a-coke-machine-and-the-industrial-internet-of-things-can-give-birth-to-a-planetary-computer/>
- [2] Trevor Harwood (2019), Internet of Things (IoT) History, <https://www.postscapes.com/iot-history/>
- [3] Time Magazine (2018), Best Inventions of 2008, <http://content.time.com/time/specials/packages/completelist/0,29569,1852747,00.html>
- [4] 黃煌祥(2011)：介面技術與週邊設備。台北：全華。
- [5] 杜映磊(2008)：介面技術(三版)。台北：全威。
- [6] Aleksandrovičs, Vladislavs & Filičevs, Eduards & Kampars, Jānis. (2016). Internet of Things: Structure, Features and Management. Information Technology and Management Science. 19. 10.1515/itms-2016-0015.
- [7] Jon Bergmann and Aaron Sams(2014), The flipped Classroom, CSE Volume 17 Number 3. PP 24-27.
- [8] Daniel Pink. (2010). Think Tank: Flip-thinking - the new buzz word sweeping the US, <https://www.telegraph.co.uk/finance/businessclub/7996379/Daniel-Pinks-Think-Tank-Flip-thinking-the-new-buzz-word-sweeping-the-US.html>.
- [9] 葉丙成(2015)：為未來而教—葉丙成的 BTS 教育新思維。台北：天下雜誌。
- [10] Ozdamli, Fezile & Aşıksoy, Gülsüm. (2016). Flipped Classroom Approach. World Journal on Educational Technology. 8. 98. 10.18844/wjet.v8i2.640.
- [11] 吳木崑(2009)：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(1)，35-54。

三. 附件(Appendix)

附件 1：「學習動機問卷」

本問卷採 7 分制。1 分代表题目的描述與實際的情形不吻合，分數越高代表题目的描述與實際情形吻合度越高。7 分代表描述與實情完全吻合。

■ 目前的課程(或活動)你覺得？

1. 這個課程(或活動)有趣。
2. 參加這個課程(或活動)對我有好處。
3. 大家覺得是我該做的。
4. 也許參加這個課程(或活動)有個好理由，我看不出來就是了。
5. 這個課程(或活動)令我覺得愉快。
6. 這個課程(或活動)對我有好處。
7. 這是我該做的。
8. 我參加了，但我不確定值不值得。
9. 這個課程(或活動)蠻好玩的。
10. 個人決定要參加這個課程(或活動)的。
11. 我一定得來參加這個課程(或活動)。
12. 不知道耶，就來參加這個課程(或活動)了。
13. 參加這個課程(或活動)時覺得蠻好的。
14. 我想這個課程(或活動)對我很重要。
15. 我覺得我一定得做。
16. 我參加了，不過我不確定參加是好的。

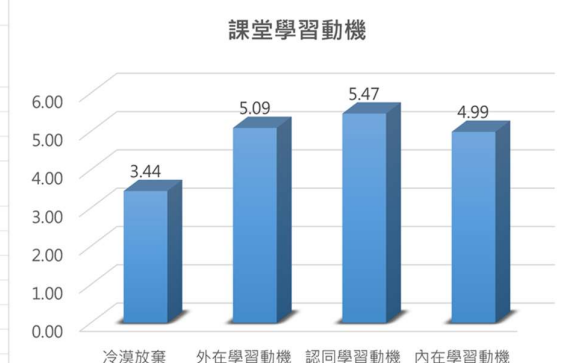
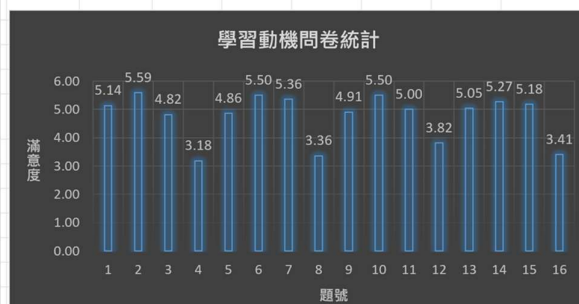
參考文獻：Guay, F., R. J. Vallerand, and C. Blanchard, On the Assessment of Situational Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and Emotion* 24 3 175-213 (2000).

■ 「學習動機問卷」期中統計結果

108學年度 第二學期 學習動機問卷統計表								
課程：介面技術設計								
	應填人數：	28	/ 收回：	22	/ 回收率：	79%	備註：	
問卷主題：目前的課程(或活動)你覺得？								
填答說明： 本問卷採7分制，分數越高代表題目的描述與實際情形吻合度越高。1分代表題目的描述與實際的情形不吻合，7分代表描述與實情完全吻合。	完全同意	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意	完全不同意	滿意度
	7	6	5	4	3	2	1	
1 這個課程(或活動)有趣。	6	1	8	5	1	1	0	5.14
2 參加這個課程(或活動)對我有好處。	9	2	6	3	2	0	0	5.59
3 大家覺得是我該做的。	4	1	6	9	2	0	0	4.82
4 也許參加這個課程(或活動)有個好理由，我看不出來就是了。	0	1	4	5	5	2	5	3.18
5 這個課程(或活動)令我覺得愉快。	4	3	4	9	1	1	0	4.86
6 這個課程(或活動)對我有好處。	6	5	6	4	1	0	0	5.50
7 這是我該做的。	6	3	7	5	1	0	0	5.36
8 我參加了，但我不確定值不值得。	0	2	3	7	4	1	5	3.36
9 這個課程(或活動)蠻好玩的。	6	1	4	8	2	1	0	4.91
10 個人決定要參加這個課程(或活動)的。	7	5	3	6	1	0	0	5.50
11 我一定得來參加這個課程(或活動)。	5	3	5	7	1	0	1	5.00
12 不知道耶，就來參加這個課程(或活動)了。	2	1	3	9	3	0	4	3.82
13 參加這個課程(或活動)時覺得蠻好的。	6	1	6	7	1	1	0	5.05
14 我想這個課程(或活動)對我很重要。	7	2	4	8	1	0	0	5.27
15 我覺得我一定得做。	6	2	5	8	1	0	0	5.18
16 我參加了，不過我不確定參加是好的。	0	2	3	8	3	1	5	3.41

- 1・5・9・13 屬於內在學習動機：源自真心喜愛
 2・6・10・14屬於認同學習動機：理解並認同課程活動的重要性而起
 3・7・11・15 屬於外在學習動機：因課程規定或同儕壓力而被動配合
 4・8・12・16 屬於冷漠放棄

冷漠放棄	3.44
外在學習動機	5.09
認同學習動機	5.47
內在學習動機	4.99

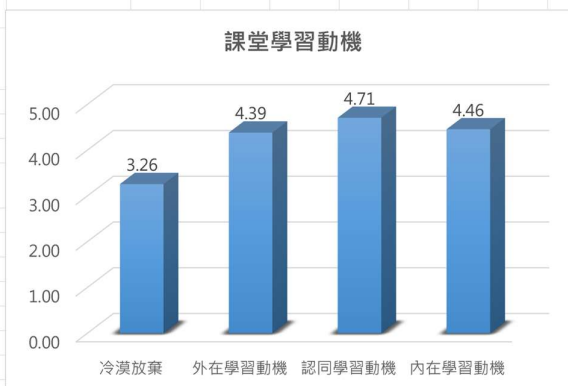
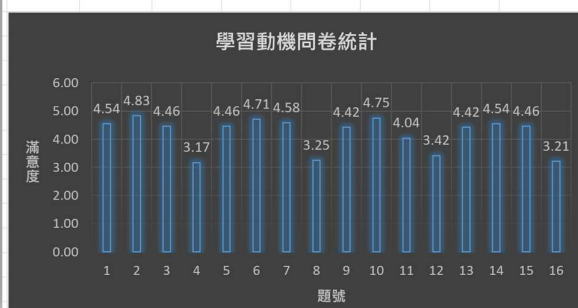


■ 「學習動機問卷」期末統計結果

108學年度 第二學期 學習動機問卷統計表								
課程：介面技術設計								
	應填人數:	28	/ 收回:	24	/ 回收率:	86%		
問卷主題：目前的課程(或活動)你覺得？								
填答說明：	完全同意	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意	完全不同意	滿意度
本問卷採7分制，分數越高代表題目的描述與實際情形吻合度越高。1分代表題目的描述與實際的情形不吻合，7分代表描述與實情完全吻合。	7	6	5	4	3	2	1	
1 這個課程(或活動)有趣。	3	2	6	10	1	1	1	4.54
2 參加這個課程(或活動)對我有好處。	3	5	7	6	1	1	1	4.83
3 大家覺得是我該做的。	3	1	7	9	2	1	1	4.46
4 也許參加這個課程(或活動)有個好理由，我看不出來就是了。	0	0	3	9	6	1	5	3.17
5 這個課程(或活動)令我覺得愉快。	3	1	7	9	2	1	1	4.46
6 這個課程(或活動)對我有好處。	3	4	6	8	1	1	1	4.71
7 這是我該做的。	3	3	6	9	0	2	1	4.58
8 我參加了，但我不確定值不值得。	0	1	3	9	4	2	5	3.25
9 這個課程(或活動)蠻好玩的。	3	2	6	9	0	3	1	4.42
10 個人決定要參加這個課程(或活動)的。	3	5	5	8	0	3	0	4.75
11 我一定得來參加這個課程(或活動)。	2	1	6	9	1	3	2	4.04
12 不知道耶，就來參加這個課程(或活動)了。	0	1	4	9	4	2	4	3.42
13 參加這個課程(或活動)時覺得蠻好的。	3	1	8	7	2	2	1	4.42
14 我想這個課程(或活動)對我很重要。	3	4	4	9	1	2	1	4.54
15 我覺得我一定得做。	3	2	6	9	1	2	1	4.46
16 我參加了，不過我不確定參加是好的。	0	1	2	8	7	2	4	3.21

- 1・5・9・13 屬於內在學習動機：源自真心喜愛
 2・6・10・14屬於認同學習動機：理解並認同課程活動的重要性而起
 3・7・11・15 屬於外在學習動機：因課程規定或同儕壓力而被動配合
 4・8・12・16 屬於冷漠放棄

冷漠放棄	3.26
外在學習動機	4.39
認同學習動機	4.71
內在學習動機	4.46



附件 2：上傳至 YouTube 的「翻轉教室」影音教材



影音教材標題	YouTube 影片連結
Arduino and Online IDE	■ https://youtu.be/ZSJOn5aCzjA
Introduction to C Basics for Arduino I	■ https://youtu.be/ON7h9w1zvIc
Introduction to C Basics for Arduino II	■ https://youtu.be/50imaPd0cqk
Arduino Digital Examples 說明	■ https://youtu.be/plhmiz3e8zg
Arduino Digital Examples 操作	■ https://youtu.be/HB-mtugV2Ho
Arduino Serial Communication 說明	■ https://youtu.be/0cH5r_CJ0go
Arduino Serial Communication 操作	■ https://youtu.be/ErbPorfBQgM
Analog-to-Digital Converter (ADC)	■ https://youtu.be/wwvfnGq1Lc
期中考剖析與複習	■ https://youtu.be/DshM1Tfqxy4
期中考題詳細說明	■ https://youtu.be/_9CKhT0fLZs
Advanced Serial Communication and Interrupts	■ https://youtu.be/QKbntZGLQJQ
Interrupts and Timers	■ https://youtu.be/3VmRGKE-KYA
Inter-Integrated-Circuit (I2C) I	■ https://youtu.be/GNdR_1L4QYc
Inter-Integrated-Circuit (I2C) II	■ https://youtu.be/zMRAUI-3c4E
期末專題討論及說明	■ https://youtu.be/jgDbctxwMfM
Arduino I2C Communication API	■ https://youtu.be/ULtMfXLra7Y
More I2C and Serial Peripheral Interface (SPI)	■ https://youtu.be/jWMev-HE40c
SPI and Long-Range (LoRa) Technology	■ https://youtu.be/nir8Clcn0jw

附件 3：「翻轉教室」影音教材 YouTube 觀看次數統計

