

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： PEE1101154

學門專案分類/Division： 工程學門

執行期間/Funding Period： 2021.08.01 – 2022.07.31

計畫名稱/Title of the Project：

教導學生自己創造電腦動畫以提升機構學之學習成效

(配合課程名稱/Course Name)：機構學

計畫主持人(Principal Investigator)： 邱奕契 教授

共同主持人(Co-Principal Investigator)： 無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)： 中華大學機械系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：111 年 9 月 20 日

教導學生自己創造電腦動畫以提升機構學之學習成效
Improve Learning Effectiveness of Mechanism by Teaching Students to Create
Computer Animation by Themselves.

目錄

一、研究動機與目的.....	1
二、文獻探討.....	1
三、研究問題.....	2
四、研究設計與方法.....	2
4.1 研究方法與研究流程.....	2
4.2 教學策略.....	3
4.3 評量工具.....	5
五、教學暨研究成果.....	6
5.1 教學過程與成果.....	6
5.2 教師教學反思.....	8
5.3 學生學習回饋.....	9
六、建議與省思.....	13
七、參考文獻.....	13

一、研究動機與目的

【機構學】是本系大二學生之基礎必修課程，教學目標是讓學生先學習如何分析各類現有機構之運動性質及法則，之後再學習如何根據指定之運動條件合成所需之機構。機構無所不在，每個人每天至少都會接觸到一至二種機構。機構(mechanisms)是機器(machines)的基本建構元件，換言之幾乎所有的機器都是由機構所構成。儘管機構設計對機械業來說是相當重要的能力之一，惟大學系所中通常只有機械系開課。在機構工程師培育量不足的情況下，機構工程師的質更顯重。

本教學實踐研究計畫的主要目的是「提升學生機構學的學習成效」，除了要賦予學生機構分析與設計之能力外，也希望透過 PBL(Project-based Learning)及同儕互評(Peer Assessment, Peer Review)等方式，培養學生自主學習(Self-directed Learning)、創造力(Creativity)、與他人合作(Communication) 與溝通(Collaboration)、媒體素養(Media literacy)、批判性思考(Critical Thinking)、運用現代科技及動手做的能力。終極目標是培育符合業界需求之機構設計人才。

二、文獻探討

動畫(Animation)是習知技術，長久以來被應用在許多領域的學習上，以增進使用者對一序列變化的理解。**動畫**可以顯示物件隨時間推進所出現的變化，因此被認為是傳達時間變化最自然及有效的方法[1,2]。**動畫**所呈現之一序列隨時間而改變之圖片，有助於使用者理解隨時間而變的事物[3]。動畫是會動的圖片，可以利用電腦繪圖產生，也可以透過手工的方式畫好一序列的圖片後再拍攝依序組合而成。Mireille & Barbara[4]於 2000 年完成**動畫**對使用者表現之影響的回顧與評論。Baek and Layne [5]發現，以動態圖片取代靜態圖片可以顯著提升學習數學定理的成效。Nicholls 等人[6]之研究結果顯示，觀看氮氣教學動畫的學生對某些問題來說，其得分明顯高於未觀看者。2017 年 Rusli and Yasa [7]研究發現，多媒體互動學習中的動畫對提高學生的學習成效有正面的作用，特別是在應用概念，程序及 Java 編程原理上。Kim 等人[8]研究發現，雖然動畫對學習與教學是否有效目前仍有爭議，但是**動畫**對於學習確實具有吸引力與激勵性。

【翻轉教室】、【PBL 教學】、【學思達】、【MAPS】、【數學咖啡館】及【差異化教學】等都是目前經常被提起的創新教學法[9]。除此之外，還有所謂的階段循環式教學、闖關學習、團隊競爭學習、同儕互評、即時反饋等。高雄市文府國小自然老師莊婷嬭曾經與實習老師合作，觀察老師和學生之間互動的情形，結果發現學生的專注力大概只能維持十五分鐘[10]。根據符碧真的研究[11]，以一堂課 50 分鐘來說，前面 15 分鐘學生比較能夠專注，接下來的 20 分鐘專注力普遍是不佳的，下課前的 15 分鐘專注力又變好些。因此，教師在上課時間的調配上，可以善用前面的 15 分鐘講解課程的重點；接下來的時間則有必要利用一些措施，將學生的專注力拉回來。可用的措施包括提出問題請大家回答、分組討論、實作、看影片、隨堂短測等。另外根據李淑菁的研究[12]，找回課堂專注力的策略包括：降低環境干擾、善用無意注意與有意注意、提供學習參與感、不斷變化教學步驟、及發揮講課藝術。

三、研究問題

教學實踐研究係指“教師為提升教學品質，促進學生學習成效，以教育現場或文獻資料提出問題，透過課程設計、教材教法、或引入教具、科技媒體運用等方式，採取適當的研究方法與評量工具檢證成效之歷程”。以計畫主持人任教之機械系而言，進入本系之新生其程度逐年下降。有鑒於此，系上秉持因材施教的理念，幾年前即針對本系學生的特質重新規劃大學四年課程規劃，其中最大的改變是降低理論部份、增加實作份量。以一年級的課程為例，偏向實作的課程上學期有《工程圖學與電腦實習》、《3D 列印技術》及《計算機程式》，下學期有《電腦輔助製圖實習》。其中《工程圖學與電腦實習》的主要目標是教導學生如何快速建模；《3D 列印技術》的主要目標則是讓學生知道如何使用 3D 印表機，快速地將虛擬的 3D 模型轉換成實體的雛形；《電腦輔助製圖實習》則是要賦予學生繪製工程圖的能力；至於《計算機程式》則是要訓練學生程式設計以及邏輯思考的能力。由此看來，經過一年級的訓練，本系大二學生已初具運用電腦科技解決工程問題並予以實現的能力。上完《工程圖學與電腦實習》與《電腦輔助製圖實習》後，學生應該已經熟悉如何用 Autodesk Inventor 產生模擬動畫；上完《3D 列印技術》後，學生應該已經熟悉如何利用 3D 列印製作機械結構及零件；上完《計算機程式》後，學生應該已經學會撰寫程式產生模擬運動檔(simulation)。

即便規劃了這一序列看似很實用，學生理應很喜歡的課程，然而真正上起課來學生還是無精打采。有些同學眼神呆滯、有些同學低頭看手機、有些同學則忙著其他的事，真正認真聽課的寥寥無幾。究其原因，有些同學是因為聽不懂，有些同學則是因為缺乏學習動機而心不在焉。缺乏學習動機就打不起精神專心聽課，無法專心聽課學習成效自然就不理想。一般而言，小確幸帶給人的是短暫的快樂與滿足感，至於**成就感**則能帶來較為長久的快樂。有鑑於此，如何讓學生在學習的過程中獲得成就感，並且透過成就感引發學生的學習動機是重要的。有了學習動機學習成效就有機會提升。另一個影響學生學習成效的因子是**專注力**。現在的學生普遍專注力不足，導致學習成效不佳。本計畫是把前兩年執行『計算機程式』教學實踐研究計畫的經驗，導入『機構學』，目標除了要提升學生的學習動機與學習專注力外，也希望能夠透過機構動畫與模擬的製作、3D 列印及 Arduino 微電腦控制，讓學生深入理解機構之運作原理及方式，以達學習成效提升的終極目標。

四、研究設計與方法

本計畫的研究對象是本系大二修習【機構學】必修課之學生。為了讓學生能夠隨時維持高度的專注力，本教學實踐研究計畫改變以講授為主之傳統教學方式，採用翻轉教室(Flipped Classroom)、PBL(Project-based Learning, PBL)、IRS(Instant Response System)、同儕互評等創新教學法。此創新教學方式依行動研究(Action Research)法分成規劃(Plan)、行動(Acting)與觀察(Observing)及反思(Reflecting)三階段執行。**規劃**是正式上課前之前置作業，要有充份準備才能達成預期效果；**行動與觀察**指的是在上課時除了依照規劃進行教學外，並隨時觀察學生的學習反應，忽略觀察就無法確實反思；**反思**則是在專題或課程結束後進行的檢討，檢討後提出持續改善或精進的作為。

4.1 研究方法與研究流程

本研究採用的是行動研究法，遵循規劃、行動、觀察與反思的循環，持續不斷的精進教學方法以提升學生的學習成效。在執行面上係依照課程開始前、課程進行中及課程結束後三階段，規劃如圖 1 所示之 PCDA 研究流程。

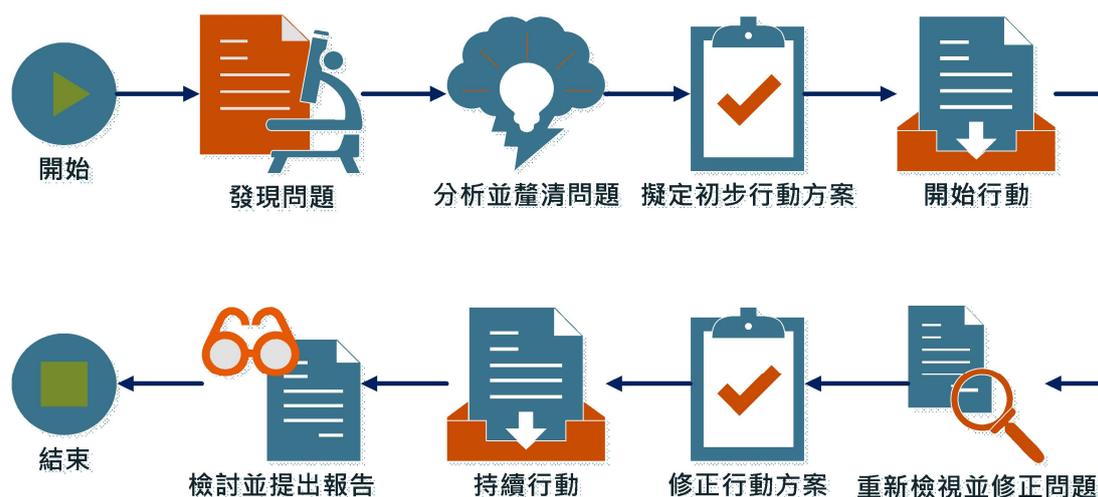


圖 1、PCDA 教學流程

- **發現問題**：根據過去教學現場之觀察，發現之問題包括(1)學生欠缺學習動機；(2)學生專注力不足；(3)學用落差過大。
- **分析並釐清問題**：經過問題的分析與釐清後，發現問題根源在於傳統以授課為主之上課方式無法激起學生的學習動機；學生上課很容易分心無法專注於課程內容；經由學習學生並無法獲得成就感。
- **擬定初步行動方案**：了解問題之所在後，本研究透過教材的改變及教學方法的改變，仔細規劃每一週的教案、上課方式(授課、實作、及 IRS 即問即答、線上即時測驗、線上即時回饋)及上課順序。期望能夠激起學生的學習興趣，讓學生因興趣而專注於學習，進而提升學習成效並獲得成就感。
- **開始行動**：行動方案擬定完成後，接下來就要確實實施。
- **重新檢視並修正問題**：實施過程中隨時觀察學生的反應，檢討實際執行之成效並隨時加以修正。檢視遭遇之問題及反思後，問題應該會變得更加清楚，此時就應該調整執行方式及執行之步調。
- **修正行動方案**：行動研究的特色之一是計畫並非一成不變或不可撼動的。行動研究貴在不斷地觀察、檢討省思及修正。
- **持續行動**：根據修正後的計畫或行動方案繼續執行。
- **檢討並提出報告**：計畫執行完畢後，根據學習成效之實際改善情形，進行省思與檢討並撰寫成果報告。

4.2 教學策略

本教學實踐研究綜合**專題導向**、**即時反饋系統**及**同儕互評**等創新教學模式，目標是要激發學生面對問題時，主動學習及主動探索的學習動力，並於解決問題後獲得滿滿的成就感。圖 2 所示為本研究為了提升學生學習成效所採用的創新教學策略，包括①喚醒學習動機、②拉回專注力、③用到再教、④提供學生上台簡報的機會、⑤並行學習及⑥縮短學用落差，說明如下：



圖 2、本研究採用之創新教學策略

喚醒學習動機：首先是喚醒學生的學習動機，有了動機才会有學習的動力。因此，在第一堂課就要清楚地讓學生知道這門課的重要性以及學好這門課所能獲得的好處，例如這門課是哪些課的基礎、這門課提供哪些職場必備的技能、這門課是哪些專業考試的必考科目等。除此外也可以透過下列方法喚醒學生學習動機。

- 激發好奇心並鼓勵探索：除了必需通過課程考核外，驅動學生學習的動機還包括探索、精通及成功。老師可以透過對學生的正面回饋，加強學生的學習動機。
- 提醒學生成功是可能的：如果認為不可能，就不會有動力嘗試去做改變。讓學生相信每一個人的才能與技能並非一成不變的，而是可以透過練習獲得提升或改善，學生就會有動力去改變。換言之，讓學生相信成功操之在我，學生才會勇於嘗試改變。

每個人的內在動機不盡相同，無法一體適用，因此必須針對每一位學生，在了解其最重要的內在動機後，再設法喚醒其學習動機。值得注意的是，一直仰賴外在的獎勵是無法持續太久的，唯有外在的正面回饋與內心的自我激勵相輔相成才能長遠維持學生的學習動機。

拉回專注力：雖然有了認真學習的動機，受限於專注力的持續時間大約只有 15 分鐘。15 分鐘過後，專注力就逐漸喪失，進而影響學習成效。因此透過某些手段(例如動手做、遊戲、戲劇教學、運用圖像、影片等多媒材、戶外教學、自主學習、閱讀、教材生活化、以動養靜、靜坐自覺[13])，在適當時機將學生的專注力拉回課堂，是目前教育現場相當重要的一項工作。如前所述，學生的專注力大約只有 15 分鐘，絞盡腦汁試圖把學生的專注力拉回來，學生再次專注聽課的時間大概也只有十五分鐘左右。由此看來，要求學生持續專心聽五十分鐘的講授課是不切實際的，是多數學生所辦不到的。有鑑於此，就五十分鐘的課程而言，本研究將隨時觀察學生的上課情形，靈活變換上課方式，例如講授→實作→講授；講授→IRS 測驗→討論。上課的過程當中，透過 IRS 的快問快答或線上測驗也具有強化學生學習動力的效果。

用到再教：傳統教學方式是根據主題，詳細介紹與該主題相關的所有內容。不管用的到的還是用不到的，反正該教的就教。此種教學方式的缺點是，學習當下學生通常不是很清楚所學為何。由於不知道學的東西有甚麼用處，學習成效通常不會太好。為了改善這個缺點，本研究做了一些改變，先讓學生看結果，反問學生知不知道這個結果是如何做到的。學生有興趣

想知道後，學習效果就會增強。或者是在專題製作時，先讓學生知道專題會用到哪些知識或技術，當學生知道接下來要教的內容，在後續製作專題時馬上會用到，通常學生就會認真聽。其實也可以嘗試讓學生自己去找資料自己去學習，以培養學生自主學習的能力，在學生嘗試過後仍無法解決問題時再由老師做說明，此時學生會學得更透徹。

提供學生上台簡報的機會：每一個專題在討論及說明後，可以指引幾個可以延伸或擴展的方向，讓學生在既有的基礎上進一步自由發揮，完成後再上台簡報分享。透過此種方式，各組同學可以相互學習，汲取他組的研究成果。更重要的是，因為需要解釋或回答同儕的提問，每一組都會更認真學習，讓自己學得更深入與透徹。為了讓每一個組員都能確實掌握專題內容，上台報告的組員是隨機抽籤指定的，並非由組長或特定組員擔任。

肩並肩學習：老師是課堂知識主要來源的時代已經過去了，隨著網際網路(internet)的發達，資訊在網際網路中越來越普及，學生有可能在老師尚未找到前就先取得新的相關資訊。肩並肩學習(Side-by-side learning)是網際網路發達後產生的一個新名詞，屬於一種新的學習模式。強調師生關係不再一成不變，每一位學生都有可能變成同儕或學弟妹的老師。透過網路的自我學習，學生很有可能比老師早一步得到解決方案，變成解答的提供者，此時老師就變成學生的學生。在網際網路發達的時代，這種情況會越來越普遍。

縮短學用落差：出現學用落差的原因可能是老師教的太偏理論，學生缺乏實作的能力，導致學生學到的與業界真正需要的知識或技術嚴重脫節。本課程將強化實作的部分，培養學生動手做的能力，因此上課內容不致於會有脫節的情形(當然有可能會教的內容太少)。

4.3 評量工具

根據出席率、作業、期中考及期末考等成績評估學生是否通過考核，看似公正公平，惟並未考慮個別學生之間的差異，例如有些學生學習較緩慢、有些學生臨場容易緊張導致考試失常等。為了讓每位學生都可以依照自己的學習步調去學習，本研究除大幅度改變上課方式外，在學生學習成效的考核上則採多元評量工具，如圖3所示，包括 IRS 參與率及答對率、課堂實作成績、作業成績(含學生上傳 CHUMoodle 影片之成績)、期中考成績、期末考成績、期末專題成績(含各組互評成績)。值得一提的是，本研究使用 IRS 的目的不是給學生突擊考試，而是要及時了解學生的學習情形，並針對多數學生不了解的議題再次說明。IRS 採開書考，學生彼此間可以討論，目的是讓學生在無壓力的情境下學到應該要會的知識。

本計畫並無法以對照組的方式評估學生的學習成效，原因是機構學這門課全校只有一個班。本課程是第一次採用創新教學法，因此比較可行的方式是將今年學生的學習成效與去年學生的學習成效做比較。

評分項目
機構學 (1101_U_B06209A)
點名 Attendances
<input type="checkbox"/> I R S 作答率
<input type="checkbox"/> I R S 答對率
<input type="checkbox"/> I R S 作答率 * 答對率
作業一 練習如何產生動畫檔並輸出動畫
<input type="checkbox"/> I R S 【無置入資料夾】第一次隨堂考
作業二 決定機構之自由度(請上傳至此)
作業二 決定機構之自由度
<input type="checkbox"/> I R S 【無置入資料夾】使用9根連桿合成具有2個自由度的機構，請利用數字合成...
<input type="checkbox"/> I R S 【無置入資料夾】請決定顯示機構之自由度
作業三_Graeshof_Linkage
作業四_兩個位置的合成_四連桿機構
作業五_三個位置的合成_六連桿機構
<input type="checkbox"/> 期中考
<input type="checkbox"/> 隨堂筆記_1116
作業六_六連桿快回機構
<input type="checkbox"/> 隨堂筆記_11/23
分組名單
作業七_機構實作
期末報告預報
期末專題
期末考成績
總成績 所有分數的加權平均數，包含空白分數。

圖 3、多元評量工具

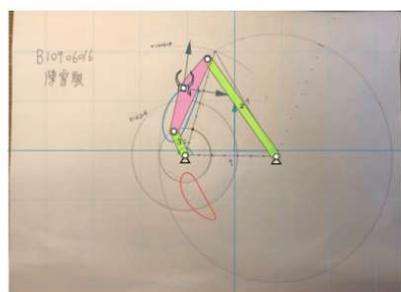
本計畫嘗試以缺席率之高低來比較，結果顯示 110 年之缺席率不降反升。109 年學生數 48 人，點名 15 次，平均缺席率 10.31%；110 年學生數 69 人，點名 12 次，平均缺席率 13.3%。

五、教學暨研究成果

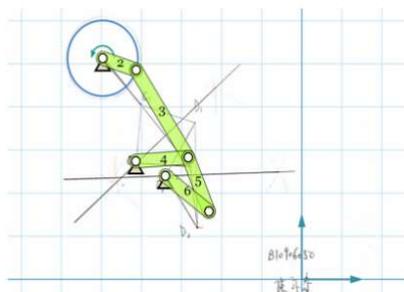
5.1 教學過程與成果

上課前所有專題及其說明檔已上傳至 CHUMoodle，因此學生在上課之前可以自行下載練習。若提供之資料不足，要求學生必須自行上網查詢，透過此方式可以培養學生的資訊素養 (Information literacy)。課堂上則要求學生在既有的基礎上，加入一些指定的要求，學生如果課前已先練習或先完成初步要求，新增之要求應該是很容易達成的。此外為了讓學生不僅會做也要懂得如何表達，所有專題成果必須利用手機拍攝完成之作品，並適度說明其運作流程及原理，透過此方式可以培養學生的媒體素養。

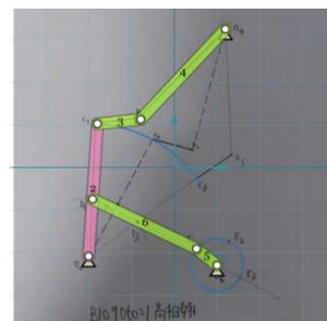
圖 4 所示為機構學作業範例，作業要求學生使用圓規、量角器及直尺圖繪出機構，然後再利用 Motion Generator[14]直接在手工繪製之圖紙上，製作出會動的 GIF 動畫檔，透過觀察機構之運動即可得知設計之機構是否正確。圖 5 所示為第七次作業之成果範例，此次作業要求學生利用紙板、木條等材料依比例製作出機構之連桿，然後再以關節將連桿組裝起來得到機構之成品，最後再以 Arduino 控制連桿之運動並驗證機構之運動是否如符合設計之規格要求。圖 6 所示為部分組別期末專題影片檔內容，期末專題題目由各組透過腦力激盪發揮創意後訂定，惟內容必須整合學期中各小專題學過的一些技術。為了避免學生拖到期末才開始動手做，課程安排在第 14 週進行期末專題提案報告。提案報告除了要讓各組提早構思專題外，也可以讓各組知道其它組的內容，避免專題題目重複，萬一題目類似，內容也必須有所不同。期末專題報告時，要求各組互評，每一組必須對其它組提問並評分，此外小組內各成員也必須互評，透過此方式可以培養學生批判性思考的能力。



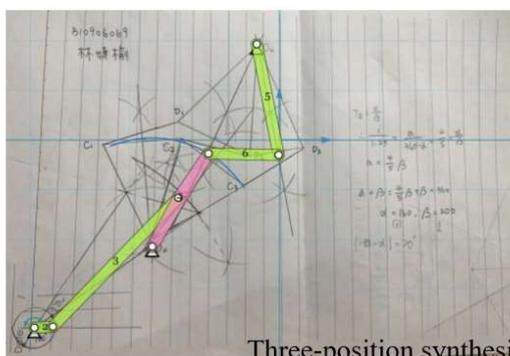
Grashof Crank-Rocker



Two position synthesis



Three position synthesis



Three-position synthesis with Quick-Return

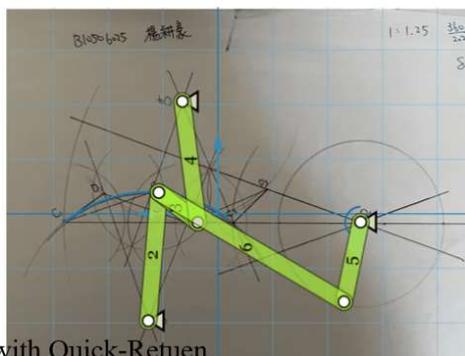


圖 4、機構學作業範例(學生設計完成機構後再利用 Motion Generator 在手工繪製之圖紙上，製作出會動的 GIF 動畫檔，以檢視設計之機構是否正確)

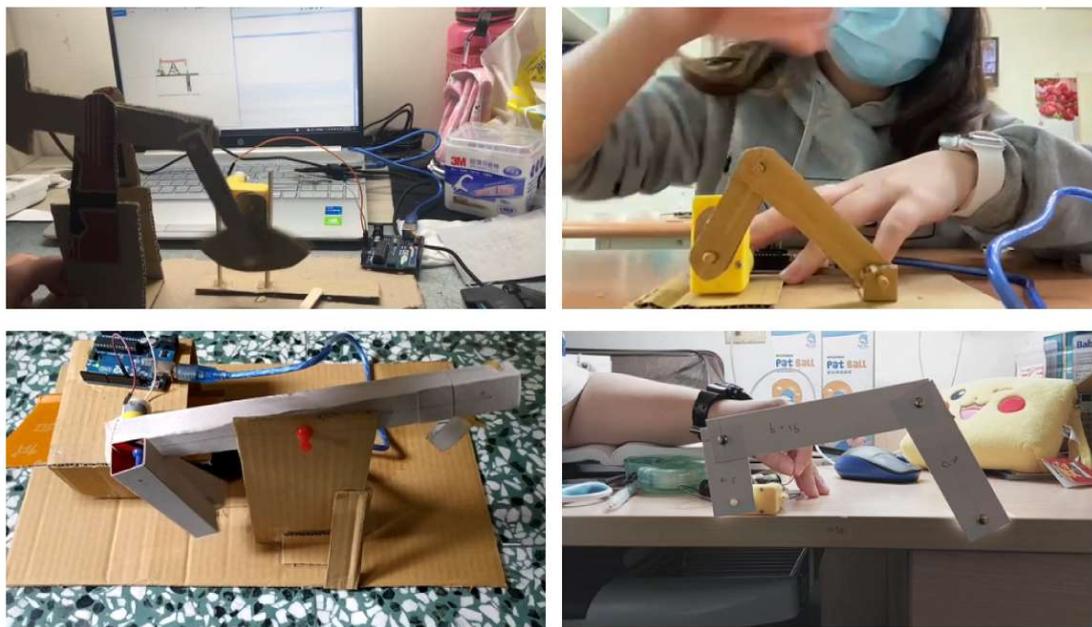


圖 5、機構學第七次作業範例，學生利用紙板、木條等材料製作出實際之機構，然後以 Arduino 控制機構運動，分享檔案：<https://drive.google.com/file/d/176nzn19-ZZpEYpO18Yk8Rq8JmnMu1O9E/view?usp=sharing>



圖 6、機構學期末專題成果範例(https://drive.google.com/file/d/19QmHDYwOt85awCkJewit0g_pSAAb18Vd/view?usp=sharing)

表一所示為本教學實踐研究計畫預期達成之教學成果及學生學習成效。如表所列，計畫執行後預期達成之教學成果包括學生上課的專注力、自主學習的能力皆如預期地提升了。此外學生團隊合作與溝通、批判性思維、媒體素養、資訊素養、解決工程實務問題的能力亦獲得提升。

表一、本計畫預期達成之教學成果及學生學習成效自我檢查表

本計畫預期達成教學成果及學生學習成效	達成情形
透過講授、做中學及 IRS 隨堂測驗及即問即答教學法的交替使用，學生課堂的 專注力 顯著提升。	<input checked="" type="checkbox"/>
知道如何運用新興科技(電腦輔助設計、動畫、模擬、程式設計、3D 列印 等)設計並分析機構之運動。	<input checked="" type="checkbox"/>
透過製作機構的動畫與模擬檔，可以確保學生學習機構學的學習成效。	<input checked="" type="checkbox"/>
透過專題製作培養學生創造力、自主學習、邏輯思考、媒體素養、資訊素養以及解決工程實務問題的硬實力。	<input checked="" type="checkbox"/>
藉由分組培養學生 團隊合作與溝通 的軟實力	<input checked="" type="checkbox"/>
透過互評培養學生 批判性思考 的能力。	<input checked="" type="checkbox"/>
學生 整體學習成效 顯著提升。	<input checked="" type="checkbox"/>

5.2 教師教學反思

此門課是首次嘗試改變授課方式，儘管事先已盡可能讓規劃趨於完善，惟實際執行時很快就遭遇一些問題，例如學生作業未能準時上傳、教過的內容要求再教一次、分組不順利、3D 列印來不及完成等。無論如何，個人認為採用創新方法教學教學負載確實變重了，但是看到學生專題實作的成果，這一切的改變都是值得的。以下就上述問題進行檢討與反思，作為下次授課之參考。

- (1) 學生作業未能準時上傳：製作動畫之軟體主要有 Inventor 及 MotionGen，其中 MotionGen 為學生首次接觸，如果一開始沒跟上，很容易因為不熟悉而繳不出作業甚至放棄。為了解決這個問題，未來會錄製操作影片讓學生可以反覆觀看並練習。作業可以遲交，但不可以沒交。
- (2) 教過的內容要求再教一次：當教過的東西不是很清楚了解時，要求再教一次是好事，但是重複太多次則會影響規劃之教學進度。為了解決這個問題，未來在沒有智慧財產權的疑慮下將錄製教學影片讓學生反覆觀看。此外，未來亦規劃課後輔導，聘請修過課表現優異之高年級學生或研究生擔任課程小老師，協助進度落後的同學盡快趕上。
- (3) 分組不順利：事實上第一堂課就已經跟學生說明課程之概要，包含上課方式、課程大綱、分組方式、評分標準等，然而學生還是建議要提早分組。為了不讓分組成為妨礙進度的因素，未來第一週上課時就會要求學生於第二週上課前完成分組，原則是找到三個專長互補的同學組成一隊，並為組別命名以凝聚向心力。
- (4) 3D 列印來不及完成：期末專題原本的要求包括有設計圖、有動畫或模擬、機構之連桿以 3D 列印製作、完成組裝之機構利用 Arduino 控制馬達驅動運作。然而期末時陸續有學生反應來不及列印，最後只能妥協允許學生可以不用 3D 列印，否則有些組會來不及完成期

末專題。究其原因，除了 3D 列印機台數量有限外，學生太晚完成 3D 列印檔也是原因。為避免同樣情況再次發生，下次開課時將要求學生提早規劃期末專題，並於學期結束前完成連桿之設計及 3D 列印檔。此外也要提醒學生 3D 列印需要時間、設計圖很難保證一次就正確，因此並須預留可能需要修改設計圖，重新列印及手動修正連桿以利裝配的時間。

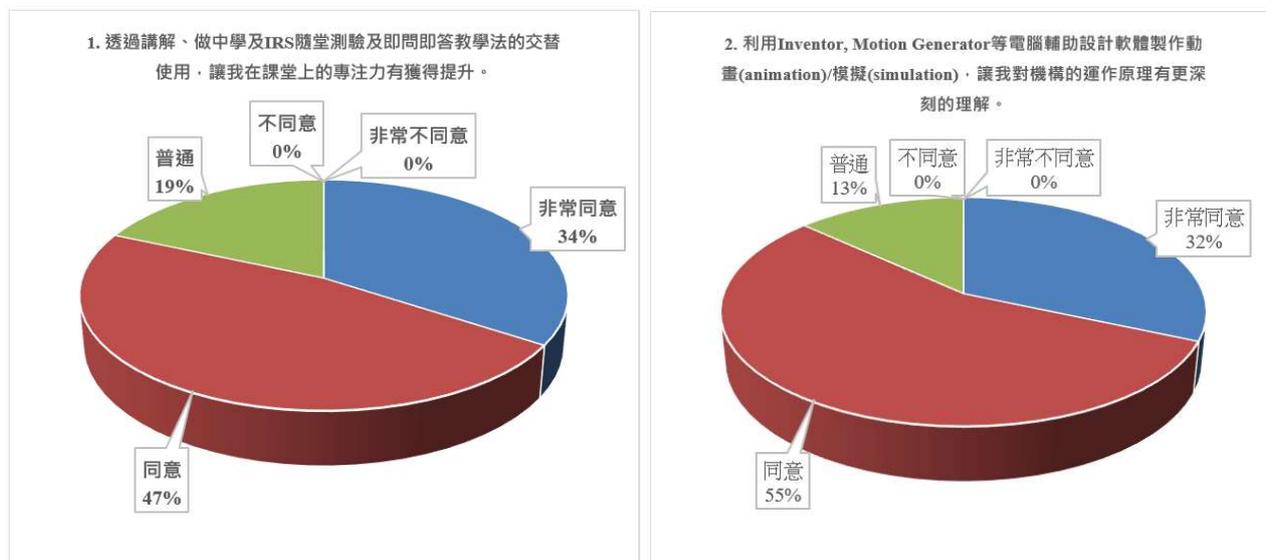
5.3 學生學習回饋

在課堂上交替進行授課、實作及 IRS 後，學生上課時之學習動機及學習專注度明顯提升了，此外從學生完成之作業及專題，個人認為學生之學習成效已顯著提升。儘管如此，為瞭解學生之真實感受，本研究設計一份如圖 6 所示之匿名問卷「機構學期末回饋單」，以評估學生之學習成果。

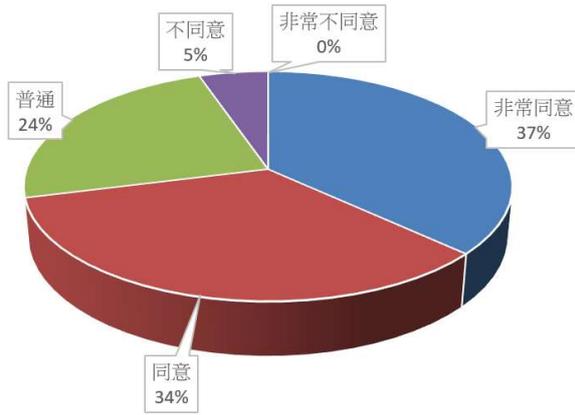


圖 6、機構學期末回饋單

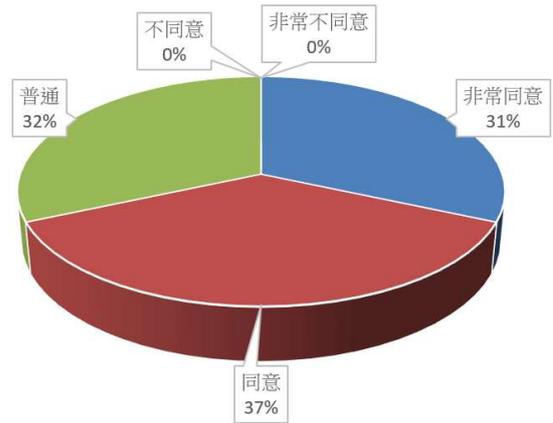
回饋單有 10 題單選題及 1 題開放式問答题。單選題包含非常同意(Strongly Agree)、同意(Agree)、普通(Neutral)、不同意(Disagree)及非常不同意(Strongly Disagree)五個不同強度等級的選項，統計結果如圖 7 所示。



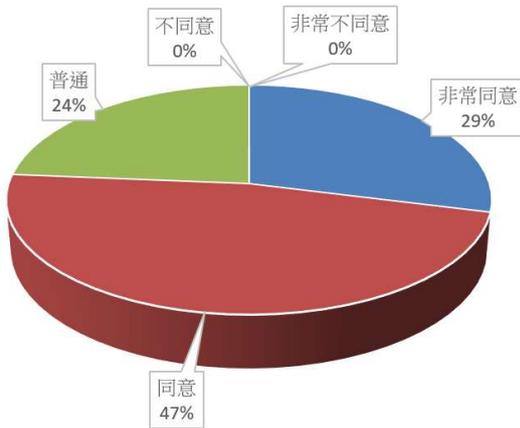
3. 機構模擬完成後，利用紙板、木條或3D列印製作出連桿的實體，讓我對機構設計有更真實的感覺。



4. 利用Arduino讓完成之機構可以真正動起來，確實可以提高我的學習動機與學習興趣。



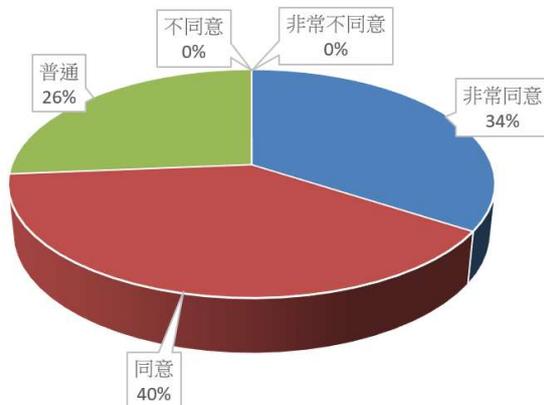
5. 經過專題實作的訓練，我解決問題的能力已有所提升。



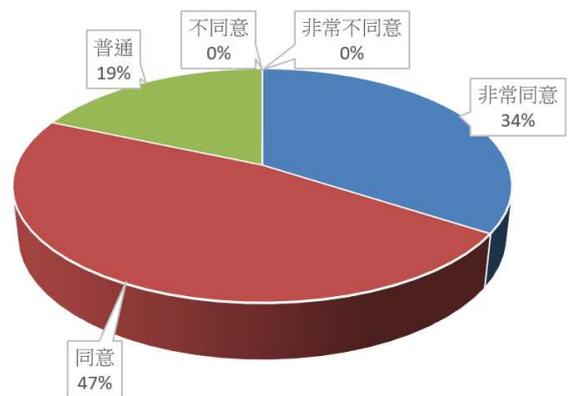
6. 透過小組互評的訓練，我的批判性思考(CRITICAL THINKING)能力有所提升。批判性思考指的是能夠判斷好或不好，正確或不正確的能力。



7. 透過專題的大小組分組方式，我與他人溝通 (Communication)及合作(Collaboration) 的能力已獲得提升。



8. 透過網路找資料以及完成專題後必須製作影片的訓練，我的媒體素養(Media literacy)有所提升。媒體素養指的是製作影片分享社群或從網站中找到相關影片教材的能力。



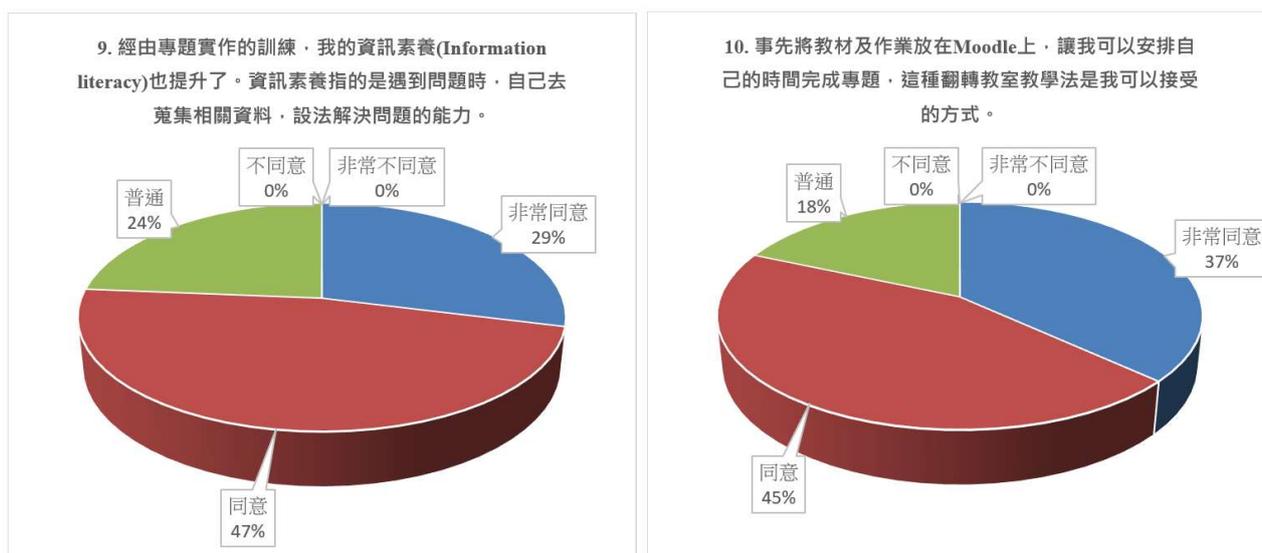


圖 7、10 題單選題統計結果。

在此將同意(Agree)及非常同意(Strongly Agree)比率的合稱為贊成(Pro)；將不同意(Disagree)及非常不同意(Strongly Disagree)比率之合稱為反對(Con)，贊成及反對之比率如表二所列。如表所列，除了第 3 題及第 6 題有極少數比率的同學反對外，其它 8 題都沒有任何一位同學表示反對。由此看來，本課程之教學方法及期望他們學到的能力，絕大部份的同學是贊成的。

表二、問卷回饋單選題贊成及反對之比率

題號	問卷調查問題	贊成(%)	反對(%)
1	透過講解、做中學及 IRS 隨堂測驗及即問即答教學法的交替使用，讓我在課堂上的專注力有獲得提升。	81	0
2	利用 Inventor, Motion Generator 等電腦輔助設計軟體製作動畫(animation)/模擬(simulation)，讓我對機構的運作原理有更深刻的理解。	87	0
3	機構模擬完成後，利用紙板、木條或 3D 列印製作出連桿的實體，讓我對機構設計有更真實的感覺。	71	5
4	利用 Arduino 讓完成之機構可以真正動起來，確實可以提高我的學習動機與學習興趣。	68	0
5	經過專題實作的訓練，我解決問題的能力已有所提升。	76	0
6	透過小組互評的訓練，我的批判性思考(Critical Thinking)能力有所提升。批判性思考指的是能夠判斷好或不好，正確或不正確的能力。	81	3
7	透過專題的大小組分組方式，我與他人溝通(Communication)及合作(Collaboration) 的能力已獲得提升。	74	0
8	透過網路找資料以及完成專題後必須製作影片的訓練，我的媒體素養(Media literacy)有所提升。媒體素養指的是製作影片分享社群或從網站中找到相關影片教材的能力。	81	0

9	經由專題實作的訓練，我的資訊素養(Information literacy)也提升了。 資訊素養指的是遇到問題時，自己去蒐集相關資料，設法解決問題的能力。	76	0
10	事先將教材及作業放在 Moodle 上，讓我可以安排自己的時間完成專題，這種 翻轉教室 教學法是我可以接受的方式。	82	0

從統計表得知，贊成比率超過 70%的有 9 題；超過 80%的有 5 題。贊成比率最高的是第 2 題，有高達 87%的學生持贊成態度。換言之要求學生利用電腦輔助設計軟體(Inventor, Motion Generator)製作動畫(animation)/模擬(simulation)，確實讓學生對機構的運作原理有更深刻的理解。反之，贊成比率最低的是第 4 題「利用 Arduino 讓完成之機構可以真正動起來，確實可以提高我的學習動機與學習興趣」，僅 68%的學生持贊成態度，此結果令人深感意外。另外，贊成比率第二低的是第 3 題「機構模擬完成後，利用紙板、木條或 3D 列印製作出連桿的實體，讓我對機構設計有更真實的感覺」，只有 71%的學生持贊成態度。值得一提的是，這兩題都與動手將機構實體做出來有關，個人認為可能是與時間壓力有關，因為每一次作業的繳交期限通常只給一週(有時候允許延後一週)。雖說如此，真正原因仍有待進一步釐清，以利後續持續精進。

開放式問答題只有一題「要讓您的學弟妹學得更好，請提供您對本課程在教法及內容上的寶貴建議或意見。」，部份學生之回饋如圖 8 所示。



圖 8、部份學生對開放式問答題之回饋

綜合學生之回饋，除肯定外，建議部份可約略歸納成以下三類：

1. 專題分組及時程要更早

- 可以提早一個禮拜做大專題；希望能早點分組早點做；希望專題提早開始；分組的時間可以提早一點；希望以後分組後不要再有改變
- 有需要做專題在學期初就要說了，並且確切的表示需求，不要到後面又有更改，謝謝；分組太趕。

2. 增加專題製作時間

- 建議增加專題的製作時間，因為 3D 列印非常耗時。同學須對 3D 列印有一定程度的理解，不然會導致同學在設計時設計出無法列印的機構。
- 建議從學期初就可以開放列印，只要一有想法就馬上預約去 3D 列印。
- 如果要列印的話，可能還需要更早的時間開放，畢竟有初步列印，還需要修正時間，一個禮拜的時間可能會不太夠
- 不要 3D 列印

3. 課程有點緊湊

- 時間有點緊湊
- 課程有點快可能要有課本輔助
- 講課的內容很多希望老師講解速度能再慢一點比較好理解

針對問答題之回饋，在經過檢討與反思後所獲得的結果，將在下一次的課程中實施如下所述。

六、建議與省思

以下就本研究在教學上所遭遇到的實務問題進行說明與省思，並就未來如何應用於教學實務現場之分析進行說明與評估。

1. **導入新科技可以提升學生的學習動機**：本研究將動畫與模擬導入教學中，確實可以提高學生的學習興趣與動機。
2. **改變教學方式是值得的**：根據學生的屬性調整課程內容及上課方式是必要的。太多的理論對本系多數學生來說是不確實的，因此本課程提高動手做的比率，讓學生從實做中學習到相關的知識。
3. **認同度提升不等同於學習成效提升**：畢竟問卷只是學生的主觀認知。
4. **學生建議專題分組要提早、專題製作時間要增加**：上課第一周即要求學生找專長互補之三人為一組。此外應提早公佈期末專題實作之細節，讓學生有充份時間可以提早準備。
5. **學生反應課程有些緊湊**：下次上課時將錄製機構設計操作影片，讓學生可以隨時隨地學習。此外也會增設課後輔導時間，安排兩位學長協助進度落後的學生，不讓任何一位學生有放棄的念頭。
6. **教學實踐研究計畫有助於提升教學成效**：感謝教育部的教學實踐研究計畫，讓我勇於嘗試改變過往之教學方法，更重要的是提供經費讓我可以購買實作所需要之零件(3D 列印線材、驅動馬達、Arduino Uno 或 Mega 控制板等)並提供給學生使用，不至於造成學生經濟上的負擔。

七、參考文獻

-
- [1] Nielsen J. (1995) Guidelines for Multimedia on the Web. [Online]. Available at: <http://www.useit.com/alertbox/9512.html>.
 - [2] Tversky B., Morrison J.B. & Betrancourt M. (2002), "Animation: Can It Facilitate?" International Journal of Human Computer Studies 57, 247-262.

-
- [3] Gonzales, C. (1996). "Does Animation in User Interfaces Improve Decision Making?" in Proceedings of the International Conference in Computer Human Interaction CHI'96 (pp 27-34). New York, NY: ACM Press.
- [4] Bétrancourt, Mireille & Tversky, Barbara. (2000). "Effect of Computer Animation on Users' Performance: A Review." *Le Travail Humain: A Bilingual and Multi-Disciplinary Journal in Human Factors*. 63. 311-329.
- [5] Baek, Y.K., & Layne, B.H. (1988). "Color, Graphics, and Animation in a Computer-Assisted Learning Tutorial Lesson." *Journal of Computer-based Instruction*, 15, 131-135.
- [6] Craig Nicholls, Susan Merkel & Marcia Cordts (1996) "The Effect of Computer Animation on Students' Understanding of Microbiology," *Journal of Research on Computing in Education*, 28:3, 359-371, DOI: [10.1080/08886504.1996.10782171](https://doi.org/10.1080/08886504.1996.10782171)
- [7] Muhammad Rusli and Komang Rinarta Yasa NEGARA (2017), "The Effect Of Animation In Multimedia Computer-Based Learning And Learning Style to the Learning Results", *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, ISSN 1302-6488 Vol. 18 No. 4 Article 13
- [8] Kim, Yoon, Whang, Tversky and Morrison (2007) "The Effect of Animation on Comprehension and Interest" *Journal of Computer Assisted Learning* 23(3):260-270 DOI:10.1111/j.1365-2729.2006.00219.x
- [9] 李雅筑、陳虹瑾，"翻轉教室、MAPS、學思達 如何翻轉教育？三大創新教學法，給孩子帶得走的能力"，*遠見雜誌*，2015年8月號
- [10] 林倖妃，"全聯先生陪你上自然課"，*天下雜誌* 460期。
<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5011937>
- [11] 符碧真 (2012年5月)，"設計一堂精彩的課程：善用教學曲線安排教學流程"，*國立臺灣大學教學發展中心電子報*。http://ctld.ntu.edu.tw/_epaper/news_detail.php?nid=183。
- [12] 李淑菁，"找回課堂專注力"，*臺灣教育評論月刊*，2015，4(5)，頁178-181
- [13] 林玉珮，"十招抓住學生的心"，<https://flipedu.parenting.com.tw/article/139>
- [14] MotionGen, <http://cadcam.eng.sunysb.edu/app/>