

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：PEE1080347

學門分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：108/1

新課綱下的科技領域課程生活科技科目之創新教學自造者的實現
—以「生活科技概論」電與控制應用為範疇

計畫主持人(Principal Investigator)：陳永平

共同主持人(Co-Principal Investigator)：鄭朝陽

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立交通大學 電機工程學系

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020/09/23

新課綱下的科技領域課程生活科技科目之創新教學自造者的實現——以「生活科技概論」電與控制應用為範疇

一. 報告內文(Content)

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

研究動機：

近年來申請人在教學現場上所試圖解決的問題主要有三個面向，包括：「學用落差」擴大、「專業素養」訓練、以及「跨領域」學習。

首先是「學用落差」的擴大，這個議題早已受到社會各界的關注，甚至對教育的成效產生疑慮，其重要性不言可喻，也亟待解決；其次是「專業素養」的訓練，在教學上本應涵蓋知識、技能與態度的培養，但是老師在課程設計時往往只著重在知識與技能的傳授，卻疏忽了學習態度的養成，例如：自主學習的態度與團隊合作的態度，在此情況下，容易產生被動的學習，也少有同儕的切磋討論，導致教學成效難以提升，因此如何養成學生應有的學習態度，是教學上的重要課題；而在「跨領域」的學習方面，由於近年來科技已朝多元化的方向發展，跨領域間的合作勢必成為常態，因此開發跨領域的學習環境，是教學上必須及早因應的對策。

為了減少「學用落差」，加強「專業素養」的訓練、以及開發「跨領域」的學習環境，申請人近年來已採行「以學生學習為中心」的理念，著手相關的教學設計及開發。在本計畫中所探討的是申請人本年度在校內師培班所開授的新課《生活科技概論》，由於師培班的學生來自不同的學系，因此這門課本身在設計上就必須兼具「跨領域」學習的特性；此外，本計畫所規劃的內容是「電與控制的應用」，這是目前十二年國教【生活科技】課綱中，也是為了減少「學用落差」為國中生所規劃的一項學習內容，如何讓「電與控制的應用」以實務操作的方式，落實在「跨領域」的學習，並養成溝通與協調的「專業素養」，將是本計畫的研究重點。

研究目的：

美國科技教育重要的方向，也就是科學、科技、工程與數學(Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM)，STEM 的最新發展可以參考美國國際科技與工程教育學會(International Technology and Engineering Education Association, ITEEA) 2019 年年會的內容重點，說明 STEM 教育已無年齡的限制，任何學生皆能透過學習了解科技創新社會的緣由，並與各種組織形成科技教育社群，透過教

學實踐研究，發揮科技素養的價值讓生命變得更加美好。而在台灣方面，可以注意到以實作為導向的創客教學與創意競賽，如雨後春筍般出現在中小學環境中。這固然是重視科技教育的表徵，在科技領域課程正式上路之前，難能可貴的是課後學習居然如此的興盛。但是，能參加課後創客與競賽的學生畢竟不是多數，認真設計具思考性且非競賽性的學校課程，更能造福多數的學生培養科技素養。

因此，在 2018 年九月科技領域課綱底定之後，便確立本教學實踐研究課程「生活科技概論」的課程目標：先了解科技的演變是如何影響人類生活和社會現象，再透過思辨討論科技與社會間的關係，最後以實際的體驗活動，透過做中學深化學習目標，進一步有效培養科技素養。課程設計則是參考美國科技教育的發展動向，讓生活科技的教育目標為：細心觀察人類生活和社會現象，找出各種社會現象的矛盾與難題，透過學習與模擬去體會結構問題與因果關係，未來將有機會透過實際行動來改變社會。

本教學實踐計畫的目的說明如下：

- **跨領域組成：**本計畫所規畫之課程「生活科技概論」為教育研究所之選修課程，為有心成為科技領域教師之師培生（跨科系背景）的必修課程，但課程教師為電機系的教師，是由於科技已朝整合的趨勢發展，跨領域學習亦將成為必然的趨勢，相信本課程是跨系所合作模式，可以提供學生更多元的跨領域學習機會。由於修課的學生來自不同的科系，因此必須有跨領域教學的規劃（共同主持人為教育心理博士，於嘉義大學數位學習設計與管理學系擔任助理教授），包括課程設計、教學方法、教材開發等方式，來提升教學品質及學生的學習成效。
- **自動化議題：**在新經濟模式（工業 4.0）尚未成熟前，智慧系統是產業轉型過渡期的關鍵任務，自動化更是其中的關鍵技術。自動化除了是相對成熟的技術，而且社會已深受自動化影響，例如無人工廠與智能家電，因此藉由了解自動化，有效帶動對社會創新緣由省思。
- **科技與社會(STS)：**由於本課程之內容亦屬於「科技與社會」的範疇，因此從人文角度講解科技發展的歷史是絕對不可少的要素，科技史與 STS 之所以重要，就是要學習從不同角度來分析科技，不是一味地擁抱科技，培養對科技議題的獨立性與同理心的批判性思考，有助於在科技發展的洪流中站穩腳步並謹慎面對。科技並非萬能，科技發展過程中的反思

才是進步的動力，人才培育方向不只是培育頂尖工程師，反而更希望培育出高階的決策者（實踐者），因為唯有擔任決策者（實踐者）才能進一步透過實際行動來改變社會。

- **經驗學習之課程設計：**「動手做」是科技領域課程的教學重點，但只學習到技術並且實現是不足夠的，本課程設計依循 Kolb 經驗學習理論將動手做與經驗學習互相結合，讓相關的知識與技術可以互相連結。本課程納入科技應用的實務專題-自動控制設計，也必須利用到電機系現有實驗資源，包括實驗室、設備及多位電機系和電控所助教才能讓課程順利進行。課程最後甚至延續讓師培生自行設計的科技課程教案。
- **推廣科技領域課程之自動化議題教學：**本課程成效的擴散，透過資訊平台（網站、部落格、電子書），以教材公開分享方式，協助學校推動科技領域課程，提升科技領域教學品質。

2. 文獻探討(Literature Review)

能夠成為科技領域（生活科技、資訊科技）的教學者或學習者，必須動用自己所有身體與心智資源，把資訊從清單式的條文轉化為能放進自己腦袋的新知識、或發展成能解決問題的知識。建構學習(construction or constructive learning)必須依照學習任務的條件，付出身心兩種資源，第一為身體資源，包含眼、耳、手、嘴、腳、肢體協調，第二就是心智資源，如注意力、工作記憶、長期記憶、意志力、自我監控、共享心智、創意洞見等，才能獲得成功的學習結果。Scardamalia 與 Bereiter (1994)、Mayer (2014)、Clark 與 Mayer (2008)致力於分析學習的特性，統整研究結果得一個清晰且明確建議，就是「學習者為中心」是教學的好方法。傳統教學是以老師為中心，老師是知識的傳遞者。但如果老師能捨棄把知識「傳授」給學生的想法，把學習的主導權交還給學生，例如：在獲得知識與技能後，進行專題實作之前，先引導學生去考慮人類與科技可以和平相處嗎？再結合個人的生活經驗，使學習內容與解決生活經驗中所遇到的問題有更貼切的聯結。

新進或非本科系的教師如何培養生活科技課程的專業能力，特別針對電機工程領域的生活科技課程，往往讓第一線的教師感受到沈重的壓力。Bowden 和 Masters (1993)認為專業能力的組成來自「可見的實務(observable practice)」與「潛藏的能力(underlying capacities)」，所謂潛藏的能力又可分為「一般能力屬性 (generic attributes)」，如廣泛的問題解決、組織規劃與溝通技巧等，以及「學科能力 (discipline-based)」，如特定學科的知識技能與態度。本研究計畫便是想培養教師的潛藏能力，這跟需要大量的特定領域知識與專精於某些事物的「可見的實務」

是有明顯區隔。因此，教師要進行教案研發，不必然要是領域專家，唯有培養教師的潛藏的能力，才有機會達到良好的教學設計成效，才能讓學生適當的進行討論與實作，也就不會讓生活科技課程淪為沒有內涵的動手活動。

3. 研究方法(Research Methodology)

教學概述與目標：

本課程主要是依據 108 學年度十二年國教「生活科技領域」之課綱中所規劃的內容，強調「科技的本質」、「設計與製作」、「科技的應用」、「科技與社會」等四個面向的整合，設定兩個主要目標，其一為科技知識之探索，包括科技的起源與發展，以及科技對生活與社會的影響，其二為生活科技之應用，包括 STEAM(科學、技術、工程、藝術、數學)等知識的整合運用，以及自動化系統之實務製作，藉由課程的設計來培養科技素養、創意思維與解決問題的能力，期能提升學生溝通、批判及思辨之能力，並認知科技對社會環境永續發展的重要性。

參考書目：

1. 自編講義 <https://teachermaker.nctu.edu.tw/index.php>
2. 科技大觀園 <https://scitechvista.nat.gov.tw/>
3. 科技新報 <https://technews.tw/tag/科技新知/>
4. STS 多重奏 http://stssonata.blogspot.com/2017/10/blog-post_17.html
5. STM 科技醫療與社會 <http://stm.ym.edu.tw/>
6. 科技社會人-STS 跨領域新視界，楊谷洋、陳永平、林文源、方俊育 編著，交大出版社

課程評量：

1. 出席/作業及活動 30%
2. 創客設計 30%
3. 教案設計 I / II 20%
3. 期末報告 20%

課程設計：

國立交通大學 108(上)[2019]教育所師培班課程<生活科技概論>				
週次	2019 年	節次/內容		
	日期(四)	E	F	G
1	09-12	科技的起源與演進—古希臘~文藝復興		創客設計—mirco:bit
2	09-19	科技的起源與演進—古希臘~文藝復興		創客設計—mirco:bit
3	09-26	科技的起源與演進—天才世紀		創客設計—mirco:bit
4	10-03	科技的起源與演進—天才世紀		創客設計—3D 列印

5	10-10	國慶日	
6	10-17	科技的起源與演進—近代科技	創客設計—3D 列印
7	10-24	科技的起源與演進—近代科技	創客設計—感測器
8	10-31	生活科技與應用—自動化與控制科技	創客設計—感測器
9	11-07	生活科技與應用—環境與綠色科技	創客設計—感測器
10	11-14	大潭天然氣發電廠參訪	創客設計—致動器
11	11-21	生活科技與應用—社會高齡化與橙色科技	創客設計—決策中心
12	11-28	生活科技與應用—課程與壁報設計報告 (教案設計 I)	創客設計—決策中心
	11-30	寶山國中向下扎根科技營	
13	12-05	期末討論	創客專題—車行迷宮
14	12-12	期末討論	創客專題—車行迷宮
15	12-19	期末討論	創客專題—車行迷宮
16	12-26	期末討論	創客專題—車行迷宮
17	01-02	期末報告	教案設計 II
18	01-09	期末報告	創客專題競賽

「生活科技概論」這門課程所規劃的科技素養訓練，包括圍繞在領域情境中的實作、合作、溝通、批判、思辨、公眾論述等能力，在課程中經由師生及同儕的互動，彼此分享個人對電與控制議題的看法以及各種生活中的體驗。

整個課程內容分為三個面向，前七週主要是介紹電機科技的基本觀念與應用，當然也會涉及電機科技對社會的影響；緊接著在第八週至第十二週，開始進入電與控制的議題，包括能源科技、綠色科技、橘色科技、微型系統系統與系統整合，也帶領學生們主動探索與實作相關內容，並且在課堂上以分組的方式研發電與控制議題的生活科技教案；在第一週至第十七週，各組輪流上台做專題報告進度，並且在第十八週舉行專題成果設計競賽。前十二週所涵蓋的正是科技、個人與社會價值觀的探索，是目前強調實作課程所欠缺的，對老師的教學設計與學生的整體學習會產生正面的影響。

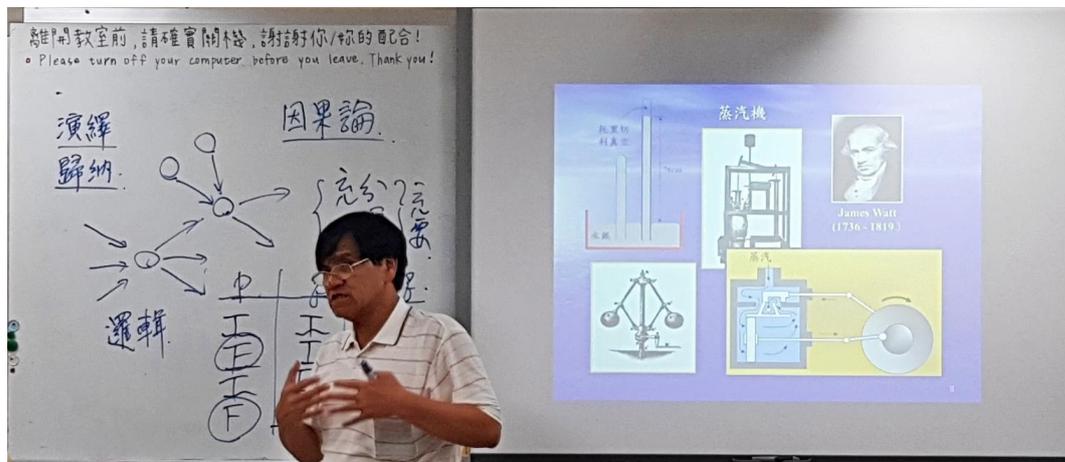
4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

教學過程：

本課程實踐以連結學生的真實生活、學習興趣為基礎，強調批判思辨、問題解決與實作的過程。採取合作式學習模式，可破除教師在教室的權威地位，達到建構式學習目的。還有機會讓學生在初次進行跨領域學習時，除了學到領域知識外，還能夠嘗試解決真實世界的問題，也就是為中學設計出具備主動學習的科技領域課程教案。

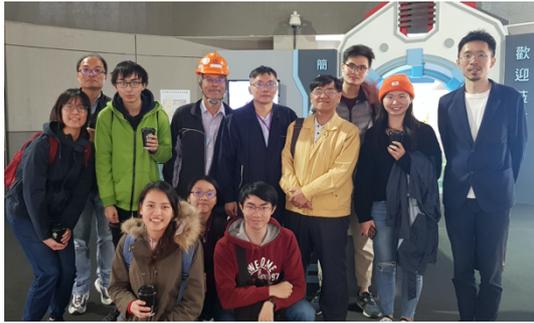
課程主題可區分為「科技的本質」（課綱：科技的起源與演進），說明工程、科技、科學與數學是如何進行統整與應用；「科技與社會」（課綱：生活科技與應用），藉由課堂討論與實地參訪（大潭天然氣發電廠），引導學生對於科技、工程與社會議題的探究與省思；「設計與製作」（課綱：創客中心），帶領學生進行工程設計與實作；「科技的應用」（課綱：向下扎根體驗營與創客教案設計），整合所有課程主題，以教案設計與試教，進行機電整合與控制議題的應用，並產生向下扎根的影響，讓國中生也能從中獲得學習助益。

課程流程：



課程採取合作學習方式，教學是為了引導學生進行批判思辨與問題解決





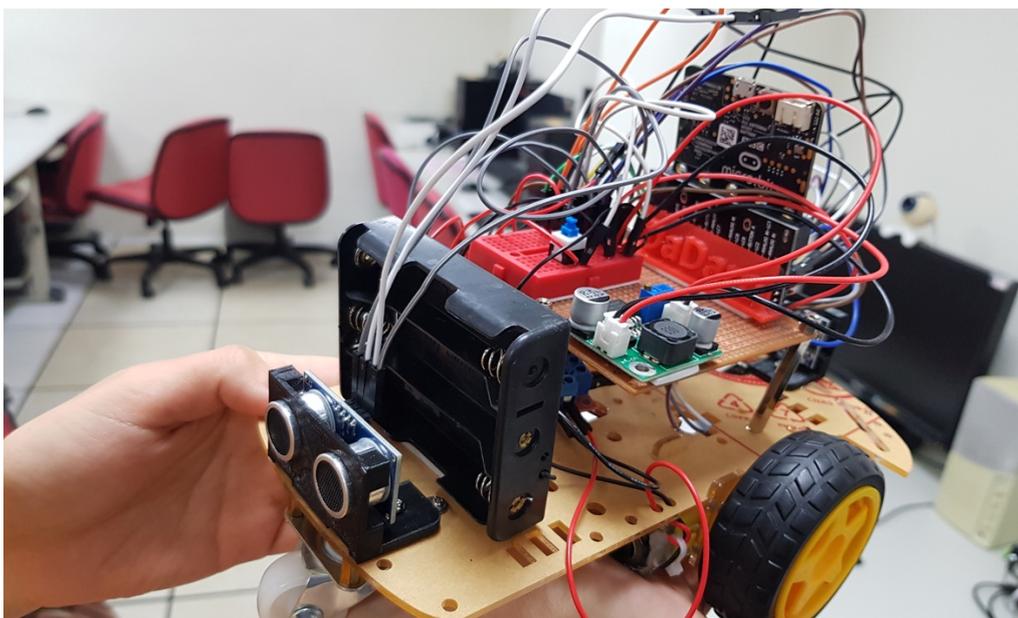
帶領學生參觀大潭天然氣發電廠，並與發電廠的副廠長、組長進行議題討論



這是一系列關於科技與社會議題的互動式壁報，內容豐富且圖文並茂：

- 愛情摩天輪**：探討摩天輪的歷史、原理及相關的安全議題。
- 抗生素**：介紹抗生素的發現、分類、使用注意事項及抗藥性問題。
- 使用核能會被核平嗎**：討論核能的利弊、核廢料處理及核安議題。
- 核能發電 - 核子彈?**：分析核能發電與核武器的技術關聯。
- 核能的歷史故事**：追溯核能從科學發現到實際應用的發展歷程。
- 一起認識照相機!!**：介紹照相機的構造、原理及攝影技巧。
- Hey 同學 電池 + 起來**：探討電池的種類、特性及環保回收。
- 破解迷思 鋰電池**：澄清關於鋰電池的常見誤解。
- More Fun!!!!**：介紹各種有趣的科學實驗與活動。
- 手機串聯你和我**：討論行動通訊技術的發展、網路安全及智慧手機的應用。

新竹縣寶山國中向下扎根體驗營：學生利用互動式壁報進行科技與社會議題教學，並且帶領國中學生動手實作



创客專題：師培生自行組裝與撰寫控制程式，作為教學的教具

課程成果推廣：

本課程受惠於教育部教學實踐計畫，除了產出豐碩的教學成果，也累積具有價值性的教學資源，因此想利用數位學習方式，藉由網站進行課程推廣。網站名稱為「科技領域創新教學自造者」(Teacher-Maker in Education Program)，網址是 <https://teachermaker.nctu.edu.tw/>，希望透過教學影片與文字說明，讓「科技史」、「科技與社會」、「半自動車」可以藉由數位學習方式，幫助現場中學教師了解本課程目的，促進中學教師的專業發展並能設計出新的科技領域課程。



Teacher-Maker
in Education Program
科技領域創新教學自造者



關於我們



教材分享



訊息發佈



參考資源



訊息

2020/07/17 [研討會]TAECT2020 徵稿教學媒體競賽、資訊融入教學設計(教案)

2019/06/10 [新聞]全球Maker盛會Maker Faire恐怕成為歷史



探尋科技的源頭

國立交通大學 電機系 陳永平 自進入21世紀，科技的發展依循著人類的創意與夢想，迅速地改變了整個世界的生息型態與活動空間，當大家沉醉在五光十色的先進科技時，是否也意識到我們正在攪亂地球的生態平衡？環境污染與氣候變遷是否可能為人類的生存空間帶來無可挽回的毀滅命運？身為地球村的一份子，我們到底該抱持何種態度來面對這些問題？在人類科技發展過程中，是否曾經仔細考慮過這些問題？身為一個科技人，我常常會不經意地...

[MORE](#)

科技史、科技與社會的教材分享

(設備器材) 車體組合：

設備器材

	單價	數量	小計
車體(壓克力車板+直流馬達+輪子)	420/套	1	420
單芯線材	50/包	3	150
銅柱(粗估)			50
	M3 50mm	120/10個	3個
	M3 6mm	30/10個	6個
洞洞板(天台底板)	15/片	1	15
迷你麵包版	15/個	1	15
LM2596 DC-DC方形降壓模組	60/個	1	60
HC-SR04 超音波測距 模組*2	25/個	1	50
紅外線循跡感測模組*6	15/個	6	90
L298N 直流馬達驅動板	53/個	1	53
3節 18650電池盒 鋰電池盒	15/個	1	15
18650充電電池*3	170/顆	3	510
Micro:bit 實驗板 + microUSB傳輸線	469/套	1	469
micro:bit IO Extension Board	160/組	1	160
總計		2057	

半自動車的器材零件清單與價格表



組裝1-車體底盤與驅動設備

於車子底盤組裝車輪與驅動馬達

[MORE](#)



組裝2-感應與控制模組

安裝超音波模組與馬達控制模組

[MORE](#)

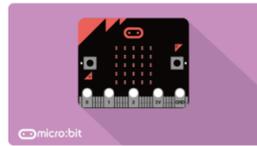


組裝3-各式車體輔助零件

於車體利用各式零件騰出麵包版，放置空間與安裝超音波支架

半自動車組裝影片與文字說明

設備器



第一課 Micro:bit簡介與計數器

這是第一堂課，所以會詳細的示範從進入BBC Micro:Bit網站到完成程式的整個過程。

MORE



第二課 陀螺儀/加速規之應用

第二堂課，我們將會和你們介紹Micro:Bit上的陀螺儀與加速規的使用方法及其應用。

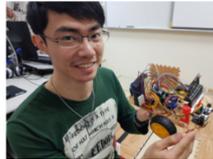
MORE



第三課 LED燈陣列顯示動畫之製作

第三堂課，我們將會和你們介紹如何更靈活的操作在Micro:Bit上的LED陣

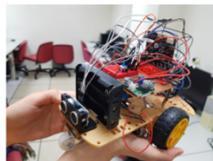
半自動車程式教學影片與任務解題



Hey 同學，電池e起來

交大師培中心師培生 左仁德 互動式海報設計：Hey 同學，電池e起來 半自動車組裝與程式編碼成果

MORE



愛情摩天輪

交大師培中心師培生 吳采芬 互動式海報設計：愛情摩天輪 半自動車組裝與程式編碼成果

MORE



對抗細菌的救命解藥—抗生素

交大師培中心師培生 洪季輝 互動式海報設計：對抗細菌的救命解藥—抗生素 半自動車組裝與程式編碼成果

修課學生的學習成果，包含半自動車成果與教案分享

學生學習回饋：

學生在期末評量給予平均分數4.88（五點量表），此平均分數皆高於全校課程（4.45）、大學部必修（4.26）、大學部選修（4.40）、研究所課程（4.52）之平均分數，顯示學生對本課程有良好的整體印象，並肯定本課程在課程設計、課程準備、授課方式、實作活動、學習諮詢，與評量方式。

本課程共六位學生自評學習表現，認為課程內容偏向艱深且僅預期能拿到中段以上成績，但是依然維持良好的課堂投入與不缺課，每週課後也有約2.5小時的自習時數。從上述學生自評的結果，顯示學生進行跨領域學習，確實能察覺到不小的學習門檻，但擁有良好的學習動機與行為，再配合教學資源的協助，產出優異的學習成果（教案、創客），授課教師也滿意學生的學習成果，因此平均成績達92分。

教師教學省思：

科學、科技、工程、數學課程的整合，一直是科技領域課程發展的熱門議題。生活科技課程的核心價值在「做、用、想」，讓學生具有組裝的技能，藉由教學引導，完成模組化的半自動車系統，也藉由實現的過程中延伸至團隊溝通合作，最後能連結至相關的知識原理。此外，本研究亦重視科技與環境的交互作用，因此「科技歷史」與「科技與社會」都是強化「科技素養」的必要條件，才能在現今科技的世界，具備對科技批判思辨的能力，避免一味擁抱科技，忽略科技可能帶來的負面衝擊。

事實上，開這門課的教學負擔確實不輕，因為除了課程討論外，老師與助教必須利用課餘與各組一一討論相關的內容並給予適當的建議，每組約需一小時的額外指導時段。為了讓學生能夠親身體驗生活科技的實際應用，安排發電廠參訪與教案試行的向下扎根體驗營。在確定本課程教案的教學成效，最後在寒假期間利用建置推廣網站，推廣由學生與教師共同研發的生活科技課程電與控制的教案。

綜言之，研究者認為「生活科技概論」這門課對跨領域學習應該有補強的作用，對第一線的教育也能做出貢獻，但課程成果如何推廣至國中段，並建立常態化機制，是下一階段的目標？另外，這門課希望能夠對學生的人文素養、專業領域與個人社會價值觀等培育有所幫助，但是本課程對象為有志成為科技領域的師培生，人數並不算多，未來本課程的內容與模式，可以考慮開設在通識的跨領域課程？

二. 參考文獻(References)

- Bowden, J. and Master, G. (1993). *Implications for Higher Education of a Competency-based Approach to Education and Training*, AGPS, Canberra.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2008). Learning by viewing versus learning by doing: Evidence-based guidelines for principled learning environments. *Performance Improvement*, 47(9), 5-13.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (Vol. 43). New York: Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The journal of the learning sciences*, 3(3), 265-283.