

國立臺灣師範大學

通識課程「自主學習：專題探究」申請書

團隊代表姓名	梁維銘	學號		科系/年級	
聯絡電話		信箱			
課程說明	基於參與開設本校 109 學年度第二學期五校聯盟微課程及科技系 109-1 專題製作課程中劉京昀等 5 人完成之結合 RFID 之機械手臂設施，透過學習轉移(Learning Transfer)及後設認知(Metacognition)，發想該 RFID 機械手臂之教學方案。希能培養參與學生以本系專業為基礎，結合聯合國 SDGs 良質教育及創新基礎建設兩大目標，進行跨領域探索及以機電整合為本課程核心任務，學習議題導向問題解決能力。				
課程總時數 (至少 36 小時)	36	課程學分數		2	
輔導教師姓名 (由通識中心提供)		所屬單位 及職稱		身分	☐ 專任 ☐ 兼任
學習方式	☒ 專題研究報告 ☒ 實作/實驗 ☒ 訪問調查 ☐ 讀書會 ☐ 講座 ☒ 工作坊 ☒ 作品/展演 ☐ 線上課程 ☐ 其他，請說明：				
學習主題及課程簡述(請以「跨域」及「議題導向」思考學習主題) 中華民國 108 年，十二年國民教育課綱(下稱 108 課綱)正式上路，其中在高中端給予學生每週三小時得進行自由探索，其探索經過及結果以自主學習紀錄納入學習歷程系統闢利大學端選才及學生檢視自我成長之參考。108 課綱上路後，高中端以臺北市立建國高級中學為首；大學端以國立台灣大學為首，五所高中、八所大學成立五校策略聯盟，於學生自主學習時段開設微課程，闢利學生自主學習探索。團隊代表人有感 108 課綱對學習過程各方面的改變及就希冀回饋母校之心情，自 108-1 學年度即主動向指導老師爭取一同開設前揭微課程，並於獲指導老師及所屬系上同意後以機械手臂為題，於 109-1 進行開課。此外，部份申請人亦因各自興趣，於 109-1 學年度與本校文學院陳院長合作，至臺北市立格致國中嘗試以英語教導國中生組裝機械手臂並利用其進行競賽。兩個不同的活動，卻使申請人提出一個共同問題：機械手臂之教育還有什麼可能？ 於此同時，科技系劉京昀、劉文泰等 5 人利用系上必修《專題製作》課程，奠基於提供兩種活動進行教學之機械手臂進行改良，設計一台可透過 RFID(感應卡)進行感應操作之機械手臂。唯因時間因素該組並未明確定義此機械手臂之應用領域，實屬可惜。 綜合上述，有鑑於申請領銜人所屬之科系本身肩負生活科技師資培育之任務，面對教育現場之改變自應張開雙手擁抱，具體落實教學共同體、後設課程(Meta Curriculum)及教中學(Learning by teaching)之目標。另考量近年本校多主張學生應具備跨領域技能及良好之溝通思考能力，故希冀開設此門自主學習課程，奠基於本系之生活科技教育專業，透過發展 RFID 手臂教學方案及教材之流程之「教中學」流程，培養跨領域探索及整合協調之能力。此外亦希冀以機電整合為本課程核心任務，加強修課學生議題導向問題解決能力及後設認知(Metacognition)之培養，甚或結合國家 2030 雙語教育，嘗試進一步發展雙語教學方案。					

指導教師資料

指導教師姓名	丁玉良	性別	男	出生日期	
任職單位	國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系			職稱	教授
聯絡電話					
Email					
主要學歷（由最高學歷依次往下填寫，未獲得學位者，請在學位欄填「肄業」）					
學校名稱	國別	主修系所	學位	修業起訖年月	
德州大學 奧斯丁分校	美國	電機系	博士	1995 年至 1999 年	
主要經歷（與本計畫相關之專任職務，由最近工作經驗依序往前追溯）					
服務機關（學校）	服務部門（系所）	職稱		起迄年月	
師大	科技系	教授		2014 年至 2020 年	
專長（請填寫與課程方向有關之學門及領域名稱）					
STEM、創課教育、科技與工程教育、教育科技、數位學習、電子電路					

國立臺灣師範大學

通識課程「自主學習：專題探究」計畫書

1. 摘要及緣起

中華民國 108 年，十二年國民教育課綱(下稱 108 課綱)正式上路，其中在高中端給予學生每週三小時得進行自由探索，其探索經過以自主學習紀錄納入學習歷程系統關利大學端選才及學生檢視自我成長之參考。108 課綱上路後，高中端以臺北市立建國高級中學為首；大學端以國立台灣大學為首，聯合北一女中、師大附中、中山女高、成功高中及台師大、政大、交大、陽明、北醫、北科大、實踐大學等五所高中、八所大學成立五校策略聯盟，於學生自主學習時段開設微課程，關利學生自主學習探索，先行敘明。有感於 108 課綱對學習過程各方面的改變，希冀透過此種體制落實學習共同體及自主探索之目標。另外我是民國 108 年建國中學之畢業生，於剛上大學那年回學校時恰好遇到學弟，聊著聊著發現他們對微課程需求很高，但供給很少。在這樣的情況下，我自然希冀透過此機會回饋母校。於是乎，我決定在 108-1 學年度主動向丁玉良教授爭取一同開設微課程。我仍記得我開口後，丁教授曾問過我開設這門課程除能實現我的回饋母校心願外，還對系上有什麼好處？我回答：除實現我個人目標外，更希望透過這



門課程落實共同學習體(這門課程由我們師大學生上課，五校學生的反應有時反能激發我們設計出更貼近學生現場之教材及教法)、讓機電整合這個概念落實於生活中，甚提供有志一同(當時說出這四個字時我從未確認是否有人願意投入)的伙伴(不限師資生與否)一同參與、學習、成長。不知為何，這個當時我覺得很粗糙的想法竟被接受。更幸運的事情是：我找到了願意參與這種新型教學方式及陪伴我前行的伙伴。就這樣，本系於 108 年提出開設《機械手臂製作的機電整合 STEM 體驗與探索》微課程之申請並獲通過(108-2 學期課程因應 COVID-19 疫情而取消)，後於 109-1 學期正式開課(開課大綱如附件一)。修課學生在教學期間必須運用複製與再設計的能力，透過引導設計一台機械手臂以達到競賽目標。相關課程實施結束後我們收到來自學生各種意見，使我們開始思考一個問題：「機械手臂難道目的僅有『作組裝教學』及『用來競賽』嗎？」

於此同時，於 109-1 由徐翊堯、廖婕茹、陳宛忻等人因各自興趣使然，奠基於擴大機械手臂教育之應用場域，與本校文學院陳秋蘭院長(師大英語學系教授，專長為：閱讀教學、閱讀研究、英語教學)及師大英文系柯珍宜(Jean Curran)合作，共同學習以英語教授機械手臂的基本概念與手臂製作，並發展實際教學方案，於學期間的 11 月 19 日、11 月 26 日、以及 12 月 3 日的三週各兩小時，前往臺北市立格致國中進行實際教學甚於(詳如附件連結)。該次教學內容雖僅以簡易機械原理、組裝機械手臂及實際比賽為主，但經過此次經驗，我印象很深刻宛忻在一個我們幾個的共同群組中提到的：「…由於教學過程要使用英語，讓我學到該如何用簡單的英文來表達想傳遞的資訊(其實不需要用很難的單字就能傳達很多訊息)，同時這也是一個很好的機會讓自己突破在別人面前講英文的恐懼…」(節錄自格致國中教學心得)，使我們開始思考機械手臂的教育是不是有可能先和雙語教育，甚至未來落實到跨到其他領域的可能性。



此外，科技系劉京昀、施皓安、曾思維、周承霖、劉文泰等 5 人於系上必修專題製作課程將提供予五校聯盟微課程之機械手臂與 RFID(感應卡)進行整合及改良。此計畫係有鑑於許多學生喜愛玩遊戲，然而很多遊戲會降低學生們對於思考能力等的培養，故希望能透過學生愛玩遊戲的性格，設計出一款將 Arduino 機械手臂結合其它領域概念的「機電整合桌遊」，讓學生沉浸在



快樂的遊戲中的同時又能訓練思考、空間、機構結構等技能以及促進學生們的合作等能力。該遊戲主要透過將 RFID 白卡與 RFID 感應模組導入至機械手臂，改以感應 RFID 白卡的方式，對機械手臂下達操控的指令，並寓教於樂，設計一款使用者間可互動可學習的機電整合桌遊。使用者能夠更為直觀地學習到程式指令與執行結果的關聯性、以及空間與邏輯等等的概念。唯因時間因素，該組成果僅止於其改良之成果，對相關應用場域並未深入探索乃至提出實際運用之計畫，實屬可惜！

結合上面提到的問題與事實，其實問題再再劍指「機械手臂是否於教育端仍具創新及可塑性」，有鑑於我們認為機械手臂教材經專題製作之大躍進後理應會有更多之可能。爰開設本自主學習課程，透過改良後機械手臂不同於一般手臂主要透過 RFID 對機械手臂下達指定命令之模式，希冀開發有關自動化指令工程之教案。於此同時，我們將與新北市林口區新林國小進行合作，將該教案落實於該校學生身上。此外我們亦會將本教案參與該校今(110)年五月中旬將舉辦之「新林國小創客(Maker)週」之相關展覽活動，供外界檢視教案開發成果。若行有餘力，希冀開展本教案與雙語之結合，並與相關領域專業人員合作探討本教學方案與 CILI(內容與語言整合教學法，Content and Language Integrated Learning)結合之可行性。

2. 學習目標

學習目標	通識核心素養	聯合國 SDGs 目標
1. 能理解 RFID 機械手臂之操作及背後含意後，結合適當生活實例，透過轉化，並配合本次合作對象發展出適當教學方案及教材，並藉此習得後設認知 (Metacognition) 及教中學 (Learning by Teaching) 之理論	批判反思與人文涵養 主動探究與終身學習 科學思辨與資訊素養 創新領導與問題解決	良質教育 產業、創新和基礎建設 減少國內及國家間不平等
2. 透過共同備課及試教過程，能探究不同教學風格或教學文化對學生學習成效之影響，並據此修正自身之教學方案及教材	溝通表達與團隊合作 多元文化與國際視野 批判反思與人文涵養 社會關懷與公民實踐	良質教育 性別平等 促進目標實現的夥伴關係
3. 透過與教育單位之合作，理解教學方案發展於理想與現場環境之不同，並嘗試解決之	溝通表達與團隊合作 多元文化與國際視野 批判反思與人文涵養 主動探究與終身學習 創新領導與問題解決 社會關懷與公民實踐	消除貧窮 良好健康與社會福利 良質教育 產業、創新和基礎建設 減少國內及國家間不平等
4. 能透過公開展覽，向社會大眾解釋本計畫之內容及成果並回覆其提問，進而協助推動全民科普教育之落實及反思本計畫與雙語教育結合之可能性及未來之再發展性	溝通表達與團隊合作 多元文化與國際視野 批判反思與人文涵養 美感體驗與品味生活 科學思辨與資訊素養 主動探究與終身學習 創新領導與問題解決 社會關懷與公民實踐	消除貧窮 良好健康與社會福利 良質教育 性別平等 產業、創新和基礎建設 減少國內及國家間不平等 促進目標實現的夥伴關係
5. 透過本次計畫，結合自身經驗及性向，能提出對自身生涯探索及人生規劃之幫助並加以落實	批判反思與人文涵養 主動探究與終身學習 創新領導與問題解決 社會關懷與公民實踐	消除貧窮 良質教育 產業、創新和基礎建設 體面工作和經濟成長

3. 自主學習之必要性

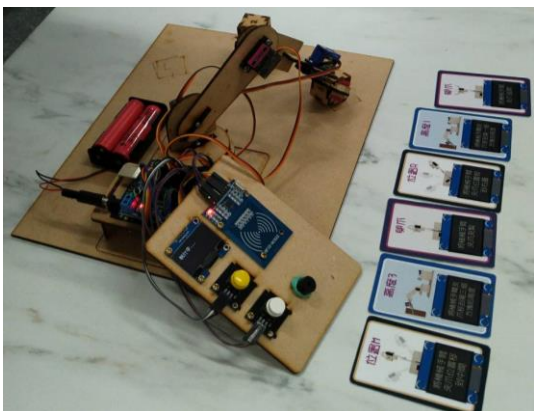
本課程對參與學生而言，需具備科技系必修《電子電路》(利用 Arduino 版進行開發及設計)及電腦影像處理(學習使用 Illustrator 繪製向量圖並使用雷射切割機完成實際作品)之先備知識。此外有鑑於本課程發展之基礎及近兩年來 COVID-19(新型冠狀病毒)疫情之發展，尚需系上專業課程《數位學習概論》及《數位學習方法與策略》這兩門課程提及之數位學習之實踐能力。前揭電子電路所有參與學生於大一結束前需完成修習，至於後兩者團隊學生從未修習。唯查本次自主學習將翻轉參與課程學生之角色，使其從學習者變成教師：從教案設計、教材製作、實際教學及反思和未來發展進行思考。此舉類似 109-1 五校微課程計畫或格致國中雙語計畫中本系學生擔任助教，將自身所習得之知識透過課程傳授給目標學生，並透過互動與之一同成長之過程。透過 109-1 之各種活動，許多當時參與課程之系上學生反應對自身教學技巧之增進與專業知識活用能力多有長進，顯見透過此方式培養學生自身技能精進、學習轉移能力及溝通解決問題能力之有效性，咸認為此部份之學習應屬「先備知識」係建構於前揭三門課程之上，而非「核心能力」建立之，並可推論其核心能力及素養並非前揭三門課程可為之取代，先行敘明。

此外經調閱歷三年(107-1~109-2)科技系專業課程，核有《生活科技教材教法》及《生活科技教學實習》兩門師資培育課程之內容與本課程類似。唯《生活科技教材教法》主要授課內容係討論科技教育的教學策略，以及與各教學策略相關的教學理論、認知心理學理論，以利學生在設計科技實作學習活動時，能夠規劃適切的教學策略，以使學生的學習能夠達到最大的學習成效(林坤誼, 2021)；《生活科技教育實習》主要授課內容旨在透過模擬、現場觀察、現場實習等方式，建立學生在教案編製、教學執行、班級經營、作業指導、教學評量等方面的教學專業能力(張玉山, 2020)。此兩門課程之授課內容顯全數建構於現行生活科技課綱上，以教授本系師資培育學生正確之生活科技教學方式及課程設計等內容為目的。唯查本機械手臂之內容並非現行課綱規定必須教授之內容，更遑論本門自主學習內容為針對結合 RFID 功能之機械手臂發展相關教學方案，顯與生活科技課綱、生活科技教材教法等內容並無實質關係，一併敘明。

再者，參照相關研究(Fogarty, 1991; Mokhtari & Sheorey, 2002; Kasim & Mustafa, 2020)，近來大專校院端教學方式多以奠基於各領域均有的共通觀念基礎，以後設課程(Meta Curriculum)來帶入跨領域知識的交流互動。於實務上引入「教中學」(Learning by teaching)之作法，學生除需如前段所言整合學習知識外，更需展現三大層次思考：概念整合(integration of concepts)、科際整合教育(interdisciplinary teaching)及同儕合作(collaboration among participants)。希冀透過此種理念，培養修課學生對其他領域的專業知識應有之正向的態度進而培養包容多種思維方式之素養。觀察現行學校課程，或許針對後設認知、教中學等概念及實踐有單獨開課，但相關整合性課程卻付之闕如，顯有以自主學習方式進行探索之必要。

綜上所述，本次自主學習課程之內容雖需具一定本系專業能力，但於參與過程中所習得之跨領域素養、問題導向思維及教中學之能力乃至整合誠為現行校方課程無法取代之核心，咸認為開設本次自主學習課程之必要性。

4. 學習方式



本學期之課程主要以實作、工作坊及公開展覽之方式進行。有鑑於助教們均已有多次參與機械手臂之製作及競賽活動之經驗，故課程將從接觸本次改良後 RFID 機械手臂開始，透過奠基於現有之機械手臂教材(如：五校聯盟微課程及格致國中之教材)之認知，於準備階段由大家共同討論如何發展此部份之教案及教材設計原則。完成教案設計後，即將教案切割，由修課同學分配進度：透過各自經驗與自主學習之方式蒐集教學資料，自主完成教案及教材。

教案及教材於籌備過程中，透過每週至少一次由同儕、指導教師(必要時加入國小端代表)組成之共同備課工作坊，檢視教學流程及實作環節之安排。另考量國小端學生程度差異甚大，爰於合作國小端確認授課年

級後亦會透過此環節確保教學內容與對象之適切性及難易度。接續透過試教，落實行動教學的滾動式修正流程。再到正式授課時與學生的互動，除進行行動化教學的教案落實、教導學生有關機電整合、自動化工程、運算思維等知識與實務運用外，亦提供授課學生顯著之反思數據、資料及未來教學方式、教具教案等改善之參考。

靠近學期末，配合新林國小的創客 Maker 展，我們將實際設置展覽及對參加展覽的民眾進行實際解說乃至交流互動。透過這過程希望讓全校師生乃至校外人士瞭解此創新教學計畫與實務，並透過此種雙向交流之方式提供多元刺激，不僅促成全民科普教育之認知，亦提供修課學生對教育社會責任及多元文化觀點一個良性之學習及交流之機會。

5. 學習內容

本學期課程除機械手臂之教案教材發展外，整體課程於認知層面將著重於「後設認知」及「教中學」的參考。寒假階段我們將透過聚會，先從文獻探討開始，利用 Empirical Evidence on the Effectiveness of the Learning by Teaching Technique among University-level English as a Foreign Language Students (Kasim, Muslem & Mustafa, 2020)的內容，先就教中學的定義、實行方式有一定認知，闢利開學時自主學習評量標準之訂定。開學後隨同教案及教材設計，我們將逐漸帶入於附件區其餘兩篇論文，帶領大家反思在這過程中修課學生及國小學生後設認知與教案教材之關係。作為未來反思與自身生活經驗及未來發展思考的一大參考。

此外本課程因涉及跨領域結合的部份，不得不提到 STEM 這個名詞。本名詞的定義是科學、科技、工程、數學四個學科的縮寫(Bybee, 2013)，由於此四學科相輔相成，許多不同領域的學者認為 STEM 有潛力為教育提供重要的創新機制，也可做為未來教育改革的重要元素。以日前微課程為例，修課學生可先透過科學學科，理解如摩擦力、靜力平衡等相關力學知識。透過工程學科，修課學生可進一步估算機械手臂各部位之力學數據，並透過工程知識進行相關材料之採購及組裝。再透過科技領域，修課學生將透過初步的程式設計去學習如何遠距控制手臂運作，並透過程式最大化手臂之功能範圍。最後在這整套過程中，透過數學學科之學習，修課學生能進行數據統計及分析，並藉此量化機械手臂之效能，進而將問題具體化進而解決之。對於國小生而言他們或許尚未需要接觸如數學、物理等較為複雜之內容，但這流程背後的科學精神科技素養正是本階段亟需培養之能力。對修課學生而言，如何透過機械手臂協助國小生發展本教案是極為重要的能力。此外無論是國小生或修正生生將在此過程中，透過彼此對科學問題的理解，由修課學生帶領國小生綜合前揭技能，引導他們學習解決問題之能力，甚與認知心理學等內容進行結合，使各自皆可回扣自身學習經歷，達到自我省思之目的，於國小生端亦或修課學生端完成一次完整之教育循環。

6. 課程實行時程表（請詳細說明每週進度、時數及課程內容）

※本學期因應調整為 16+2 之上課方式，爰計畫將所有實作、授課及公開展覽部份於 16 週內完成，最後兩週主要用來進行反思及繳交自主學習相關紀錄用

※因應 COVID-19 疫情，本課程之相關活動將配合中央疫情指揮中心之要求，採多元化方式進行甚或停止辦理。屆時如對本課程實施有顯著影響者，本課程計畫將隨同修正

※紅字表暫訂時程，將隨後續課程進度發展進行適當修正

週次及教務重大記事	合作大事紀	課程內容
寒假期間	● 參觀林口新林國小，並完成合作意向協商 ● 石門乾華國小雙語 CILI 教育考察	● RFID 機械手臂之組裝及操作 ● 討論 RFID 機械手臂教材發展之可能性 ● 決定 RFID 手臂教案架構及方向及教案開發進度 ● 論文探究：後設認知及教中學實務經驗分析
1(開學、加退選開始)		● 後設認知之介紹及應用 ● 決定評量問卷內容、格式 ● 教案教材討論 I ● 共同備課坊 I

2	教案確定	● 教中學理論及實務介紹 ● 教案教材討論 II ● 共同備課坊 II ● 國小端教材檢視及修正 I
3(加退選結束)	教具確定	● 教中學及後設認知整合探討 ● 教案教材討論 III ● 共同備課坊 III ● 國小端教材檢視及修正 II
4	第一次試教： 0318(四)上午 0910~1210	● 進行試教及修正 ● 共同備課坊 IV ● 國小端教材檢視及修正 III
5	第二次試教： 0318(四)上午 0910~1210	● 進行試教及修正 ● 共同備課坊 IV ● 合作端教材檢視
6(期中停修開始)	正式授課 I： 0401(四)上午 1030~1200	● 正式授課 ● 滾動式教案教材修正
7	正式授課 II： 0408(四)上午 1030~1200	● 正式授課 ● 滾動式教案教材修正
8	正式授課 III： 0415(四)上午 1030~1200	● 正式授課 ● 教案教材檢討及反思
9(期中考週)		● 討論公開展覽評量方式 ● 教學流程檢討及反思
10		● 確定公開展覽評量方式 ● 教學流程檢討及反思 ● 新林國小創客 Maker 週籌備
11		新林國小創客 Maker 週籌備
12(期中停修結束)	● 新林國小創客 Maker 週佈展 ● 課程後測(暫訂)	新林國小創客 Maker 週籌備及設展
13	● 新林國小創客 Maker 週： 0520(四)上午 0900~1200 ● 課程後測(暫訂)	● 參與新林國小創客 Maker 週 ● 機械手臂教學流程綜合反思 ● 機械手臂與個人發展之討論
14		● 新林國小 Maker 展檢討 ● 機械手臂雙語化教學之討論 ● 機械手臂與個人發展之討論
15		● 機械手臂與數位學習之討論 ● 機械手臂與個人發展之討論
16(期末考週)		● 機械手臂教育綜合討論 ● 機械手臂與個人發展之討論
17(自主學習)		● 機械手臂教育綜合討論 ● 機械手臂與個人發展之討論 ● 學期資料整理
18(自主學習)		● 學期資料整理 ● 繳交自主學習心得報告



林口新林國小參訪



石門乾華國小雙語教學參訪

7. 預期成果

透過本課程之進行，除讓修課學生習得近年來屬新興教學方式之「後設認知」及「教中學」的理論外，也希望讓修課學生瞭解如何將自身技能與知識透過適度轉換教育他人。這樣的能力除了可讓參與其中之師培生透過實際教案教材之撰寫及修正瞭解學習轉換之經過，另希冀讓參與成員透過團隊學習中獲取自行設立目標與制定學習策略的經驗、獲得評量自我學習經驗、適當尋求團隊協助與自我修正之能力。

另就實體表現部份，除透過教具中會有學習端留存國小端學習紀錄及有關問卷闢利調查學習者感受(Kirkpatrick 成效評估模組參照)，就修習本課程之學生，除將要求提出教案教材創立過程及授課之心得報告外，並將於五月中參與新林國小之創客展公開進行成果展現以供外界檢視，並將相關授課經驗撰為新聞稿，循例交師大公關室對外發表(如相關參考資料第 11 點歷年學習成果之格式)，以達公開透明、全民監督之目的。

8. 學習成果之評分標準

※因應 COVID-19 疫情，本課程之相關活動將配合中央疫情指揮中心之要求，採多元化方式進行甚或停止辦理。屆時如因課程活動調整致對本課程評分方式有顯著影響時，此部份將進行適度修正

兼顧本課程完成教案、現場教學、參與公開發表及雙語教育結合之四大明確目標，將以 360 度回饋法及後設認知問卷作為本課程之評分方式。整體課程評分亦將以參與表現為主，專業程度為輔。詳細說明如下：

1. 教案及教材設計(25%)：此部份分數將細分為實作及雙語教育兩大部份，茲說明如後

甲、教案及教材實作(20%)：此部份將針對各階段教案及教材之製作進行評分。除內容之正確性、適切性、教學素材之使用外，針對同儕及合作端意見之修正亦是評量之重點。此部份將利用附件二之後設認知問卷，由指導老師於第一週與授課學生討論，以此問卷之設計面向為基礎，完成正式評量問卷，並據此進行自我評量及同儕互評。

乙、雙語教育融入(5%)：針對課程計畫中有關將機械手臂融入雙語教育之規劃，評量討論時之參與程度及計畫之可行度。有關討論課程之評量問卷亦會於第一週參考附件二之後設認知問卷，由指導老師與授課學生共同討論，完成正式評量問卷並使用之。

※如有機械手臂與雙語整合之實體成果產出者，將予以額外加分。

2. 教學實踐(25%)：此部份分數將細分為共同備課及現場教學兩大部份，茲說明如後

甲、共同備課坊(10%)：考核項目主要為共同備課坊之出席率及參與度，此部份將由前揭

討論問卷及指導老師共同評分決定。

乙、現場教學(15%)：三週正式教學之出席率、教學流暢性、教學豐富性及同學反應。同學反應部份將依據 Kirkpatrick 成效評估設計問卷，評估同學反應層級之感受。此外於課程結束後約一個月的後測結果(學習層次、行為層次)也將納入本部份評量之參考。

3. 公開發表(20%)：新林國小創客 Maker 展覽之參與情況，包含：事前布置的參與率及行為反應、展覽中解說自身負責部份及與各界人士之應對進退等。相關評分除現場考察外，亦將透過附件二之後設認知問卷，於靠近公開展覽時(約學期第八、九週)再行由指導老師與授課學生一同確認評量問卷後據此實施。

4. 自主學習心得報告(30%)：就本學期教案及教材之發展內容、過程；共同備課之準備：現場授課之情況和與雙語教育或各領域再發展之可能性之結合進行反思提出個人心得及相關經驗對未來學習乃至個人未來志向之結合、思考及幫助，字數至少 2000 字以上。

※為落實學習紀錄及反思之經過，本項將開放修課學生從期初即可逐步撰寫及繳交。除文字心得外，亦會開放如實作紀錄、照片、影片等非文字形式之內容，整體形式不拘。

9. 指導教師輔導機制(請附上指導教師簽名)

(1) 指導老師與計畫專業相關性：指導教師丁玉良教授，在科技應用系開設電子電路課程，與相關師培課程，並執行兩次教學實踐計畫與十次科技部關於工程教育的研究計畫，討論如何建立學生自主學習的機制與成效評估。

(2) 指導老師計畫評估意見：該計畫是作為前項教育部及科技部計畫研究成果的推廣與落實，希望能將十餘年的研究成果落實推廣，創立台師大科技系的新學習模式，尤其在 STEM 教育方面

(3) 與指導教師進行培訓或討論的方式、頻率等議題，請參考計畫內容之描述。

10. 相關參考資料(書籍、網站連結等)

1. 和台師大教學發展中心合辦機器手臂工作坊得介紹

<https://www.youtube.com/watch?v=glIbHkAw7Iw&feature=youtu.be&list=PLsAx2m7ZA7jmFlhEHcObKbySYeJRNvHYk>

2. 活動結束後師大教學發展中心製作的教學影片

<https://www.youtube.com/watch?v=tOsn7UKFvRE>

3. 109 學年度臺師大科技系畢業專題成果展【機電整合桌遊】介紹

<https://www.facebook.com/tahrdgraduationexhibition/posts/147191600445062>

4. 電子電路 Arduino 最佳入門與應用: 打造互動設計輕鬆學(第 2 版)

楊明豐著 基峰資訊股份有限公司

5. Arduino 連上網好好玩! 手機遠端遙控・即時監測・雲端智慧

藏下まきゆき著 旗標科技股份有限公司

6. 實戰數位家庭自動化: 使用 Arduino

Marco Schwartz 著 基峰資訊股份有限公司

7. Fogarty, R. (1991). Ten Ways to Integrate Curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61–65.

http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_199110_fogarty.pdf

8. Kasim, U., Muslem, A., & Mustafa, F. (2020). Empirical Evidence on the Effectiveness of the Learning by Teaching Technique among University-level English as a Foreign Language Students. *Journal of Language and Education*, 6(3), 69-79.

https://www.researchgate.net/publication/344583360_Empirical_evidence_on_the_effectiveness_of_the_Learning_by_Teaching_technique_among_university-level_English_as_a_foreign_language_students

9. Mokhtari, K., & Sheorey, R. (2002). Measuring ESL Students' Awareness of Reading Strategies. *Journal of Developmental Education*, 25(3), 2–10.

https://www.researchgate.net/profile/Kouider_Mokhtari/publication/285641803_Measuring_ESL_students%27_awareness_of_reading_strategies/links/5666234608ae418a786f3da5/Measuring-ESL-students-awareness-of-reading-strategies.pdf

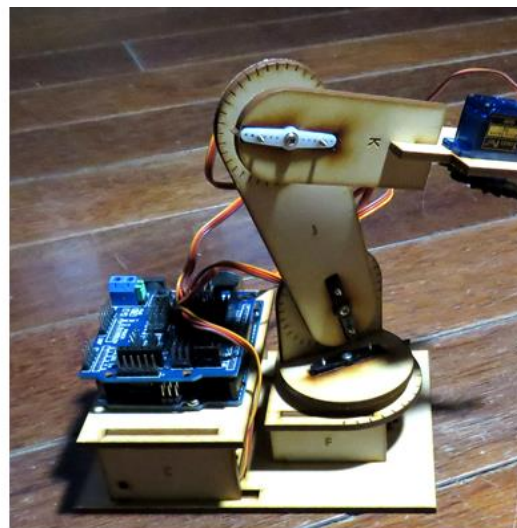
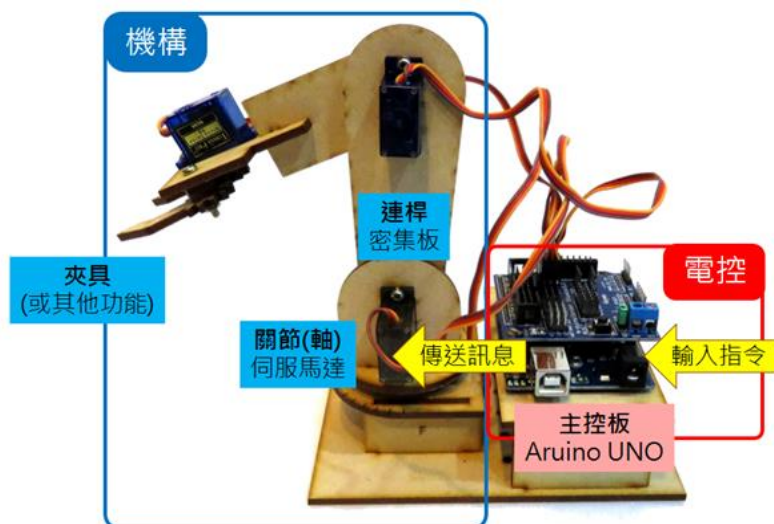
10. 游光昭, 林坤誼, 范斯淳, & 楊雅茹. (2020). 素養導向系列叢書：中學生活科技教材教法 (初版). 五南圖書出版股份有限公司.
11. 過去舉辦之相關自主學習活動成果報導：
- 甲、2020-07-20~2020-07-21
新北市鷺江國小帶領國小教師研習 AR/VR
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19401>
 - 乙、2020-08-01
NTNU 美術館的工作坊「科技與藝術的結合—AR 互動體驗共學工作坊」
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19426>
 - 丙、2020-08-24~2020-08-25
科技系與新北市高中合作 跨學制教學提升學子整體競爭力
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19445>
 - 丁、2020-09-11
科技系應用 VR 科技協助國小發展藝術課程 展示融合科技、藝術與英語 CLIL 的統整性成果
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19480>
 - 戊、2020-10-22
科技系學生運用產業實習課程 和休旅所共學 AR/VR 在觀光休閒的應用
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19576>
 - 己、2020-11-20~2020-11-21
科技系學生應用機電整合技術 參加新北資訊科技教育成果展
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19761>
 - 庚、2020-11-19、2020-11-26、2020-12-03
科技系與文學院合作成立跨領域專業社群 在國中進行機械手臂英語實作教學
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19776>
 - 辛、2020-12-19
科技系辦高中機械手臂製作競賽 融入英語學習
<http://pr.ntnu.edu.tw/news/index.php?mode=data&id=19813>

109 學年度第 1 學期第 1 梯次五校策略聯盟彈性學習微課程大綱

課程名稱	機械手臂製作的機電整合 STEM 體驗與探索		
授課教師	丁玉良教授		
服務單位	科技應用與人力資源發展學系		
修課人數	30 人(兩人一組， 每校三組， 五校共三十人)		
上課地點	台師大圖書館校區， 機械大樓 401 機電整合實驗室(科 401)		
材料費	兩人一組 每人五百元		
課綱 核心素養	A 自主行動	B 溝通互動	C 社會參與
	☐ A1.身心素質與自我精進 ☒ A2.系統思考與問題解決 ☒ A3.規劃執行與創新應變	☒ B1.符號運用與溝通表達 ☒ B2.科技資訊與媒體素養 ☐ B3.藝術涵養與美感素養	☐ C1.道德實踐與公民意識 ☒ C2.人際關係與團隊合作 ☐ C3.多元文化與國際理解
一、學習目標 (一) 體驗與探索機械手臂製作的機電整合技術，建立正向的學習工程知識的態度 (二) 動手實作和跨科學習，如科學、技術、工程、數學(Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM)等面向的整合及運用能力 (三) 反思機電整合的機械手臂科技的應用與創新			
二、課程內容			
週次	日期 (週三 13：10～16：10)	課程主題	內容綱要
一	9/23	機械手臂介紹與實作	介紹電子電路、機械結構、及電腦程式如何整合實現機械手臂，在助教引導及相關教學資料指引下，開始組裝。
二	9/30	機械手臂實作	完成組裝機械手臂。
三	10/7	機械手臂實作與測試	測試機械手臂的各項功能及探索瞭解其技術特性，例如控制鈕的靈敏度的設計。
四	10/21	機械手臂實作的挑戰	課程提供挑戰任務，思考如何透過修改與重新設計來完成任務。
五	11/4	機械手臂的感測與控制	運用課程提供的感測元件，進行控制的功能。
六	11/11	機械手臂的創新與挑戰	針對自我發想的創新設計應用，增加機械手臂的相關的感測與控制元件，來完成進階任務。最後將此規劃內容以報告方式進行分享與討論。

三、上課方式及成果要求

課程使用之台師大自行發展之教具（圖一）：



（圖一）完全自製機械手臂教具
（左：結構輔助說明圖；右：實際圖）

材料內容說明：

圖二所列之材料均可在電子材料行購買，再利用台師大系內購買的雷射切割機，將密集板（木板的一種）切割成組成機械手臂的各個結構木片，達到完全自製的教具，後續亦可因應教學需求更改。此機械手臂所需的軟體，其發展工具 Arduino 為 MIT USA 所提供之免費網路工具，故後續各中學老師若採用此教材及教具發展自己的教學，應無額外的技術與費用上的障礙，每套機械手臂的材料成本費(含切割費用)約為一千元。

1	名稱	數量	單價
2	Arduino UNO R3 ATMEGA16U2(非舊板8U2) 開發板(相容ARDUINO)	1	175
3	Arduino Sensor Shield V5.0傳感器 感測器 伺服馬達 擴展板 電子積木 機器人配件	1	65
4	輝盛SG90 Tower Pro 1.8Kg扭力 伺服馬達 舵機 9克伺服機	1	40
5	輝盛Tower pro MG90S (9g尺寸) 金屬齒輪14g傾斜舵機SG90升級版 伺服機	3	85
6	雙軸按鍵搖桿 PS2遊戲搖桿 控制杆 搖桿模組 JoyStick 電子積木 Arduino	2	25
7	10條1單位 2.54mm 雙頭母對母 20CM 杜邦線 保證12股銅絲含膠殼 連接線 彩色線	1	8
8	三洋18650ZY SANYO 2600mAh淺紫頭18650電池 18650鋰電池 風扇 手電筒 頭燈	2	85
9	18650電池盒 2節電池盒 DC電源頭5.5*2.1MM 充電座帶線 附接頭 DIY 鋰電池盒 串聯	1	25
10		17	788
11			
12			
13	輝盛SG90 Tower Pro 1.8Kg扭力 伺服馬達 舵機 9克伺服機	10	40
14	輝盛Tower pro MG90S (9g尺寸) 金屬齒輪14g傾斜舵機SG90升級版 伺服機	25	85
15	ULN2003步進馬達驅動模組 + 5V步進馬達(4相5線 28BYJ-48-5V) 8051 Arduino	20	60
16	大電流 L298N直流馬達/步進馬達驅動板/電機驅動板模組帶散熱片 Arduino智能車機器	20	53
17			
18	密集板		16
19			
20	螺絲 (鎖翅膀小螺絲)		
21	螺絲 (鎖翅膀小螺絲、螺絲、螺帽)&保險絲		
22	螺絲 (鎖翅膀小螺絲)		

（圖二）每組所需材料明細

關於舉辦學習活動，以機械手臂為教具，輔以 PowerPoint 簡報作說明(範例如圖三)，並且在各個活動環節，搭配學習單做知識學習的加強與延伸。



(圖三) 機械手臂教具零件圖

簡要之上課情況描述

(一) 上課方式：

1. 投影片介紹及動手實作
2. 小組討論
3. 挑戰任務
4. 小組成果報告

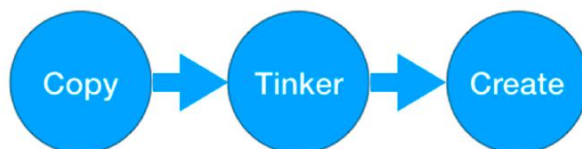
(二) 成果要求：

1. 機械手臂
2. 完成學習單
3. 心得報告

教學方法:複製與再設計

學生在教學期間必須運用複製與再設計的能力，以達到競賽前的教學目標。複製與再設計的架構源自於工程教育與創課教育，創課教育的四大元素，包含趣味性、有益成長、正向的面對失敗，以及互相合作。研究指出，給予學生合適的學習環境，透過「操作、修改、創造」等三步驟，能夠提升學生的計算思維，學生在操作的過程中，從模組中吸收知識與技能，接著試著修改模組，進而運用所學創造出自己的成果，而在創造的過程，為了讓作品更臻完美，學生會不斷經歷測試、分析、改善的過程，讓創課教育的理念得以實現。

國內亦有學者以機器人創課教育為主題，透過複製、修改、創造等三步驟（如下圖四）進行為期實驗教學，複製的目的為鷹架建構的過程，學生能夠在此學習中感到安全，而後透過簡單的修改，進一步達到創造的結果。研究結果顯示參與機器人創課教學的學生在電子工程、程式設計知識，以及問題解決能力皆顯著提升，而課室觀察的結果亦顯示學生在學習過程中需要教師的支持，例如遇到軟體或硬體的問題時，教師需教導學生解決問題的策略。



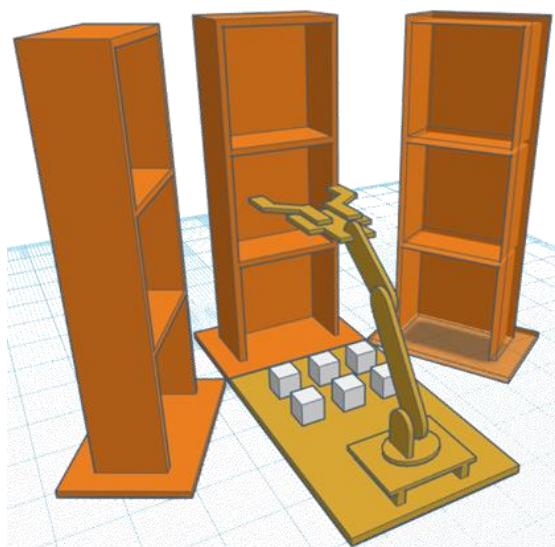
(圖四) 複製、修改、創造之教學三步驟

此教學以複製與再設計為競賽前教學的教學步驟，以有效引導學生學習機械手臂的製作方式，學生會以該知識技能為基礎，在競賽期間經由任務引導進行創意發想。

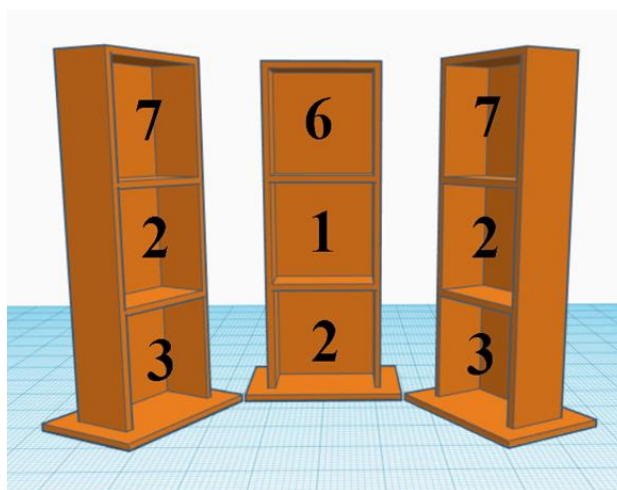
挑戰任務設計範例

透過教學，讓學生們皆具備競賽的能力後，競賽的任務亦需營造問題解決的情境，才能激發學生的創意。任務內容為操作機械手臂夾取六顆骰子至九格櫃子中（如圖五所示），九格櫃子各有不同的分數（如圖六），上層的得分最高，距離機械手臂夾子最近的格子得分數最低，請學生自行考量如何安排骰子的擺放方式。上層得分最高的三個格子即是本次競賽激發學生創意的關

鍵，若是參賽學生將研習所製作的機械手臂原封不動地再重新製作一次，那最上層的櫃子就完全沒辦法擺放任何一顆骰子，因為研習所設計的機械手臂沒辦法碰觸到上層櫃子，因此，學生在發現問題後，必須透過小組討論、創意發想，去解決放到高層櫃子的問題。



(圖五). 本競賽任務設計圖



(圖六) 九格櫃子的得分數

每個參賽組別在競賽當日會用其所完整的製作出一台機械手臂，亦給予學生一片風扣板以及泡棉雙面膠，風扣板為一製作建築模型常用的板子，材質類似於珍珠板，但較為堅固，可用美工刀輕鬆切割出自己需要的材料，此兩份材料即為鼓勵學生創意發想的耗材，學生可以透過多的材料來改造機械手臂，以解決問題。競賽期間，學生可利用自己攜帶的工具進行組裝，組裝期間可拿出先前研習的資料進行參考，但不能使用自己攜帶的材料組裝，包括研習期間組裝的機械手臂，以及電線、螺絲等耗材，組裝完成後即可利用初期測試的器材測試機械手臂的穩定性並試著操作機械手臂抓取物品，發現手臂無法接觸到上層櫃子時，再進行問題解決的修正流程。

先前相關課程影片介紹網址

和台師大教學發展中心合辦機器手臂工作坊得介紹

<https://www.youtube.com/watch?v=gIlbHkAw7Iw&feature=youtu.be&list=PLsAx2m7ZA7jmFlhEHcObKbySYeJRNvHYk>

活動結束後師大教學發展中心製作的教學影片

<https://www.youtube.com/watch?v=tOsn7UKFvRE>

continued from page 8

Appendix SURVEY OF READING STRATEGIES (SORS)

The purpose of this survey is to collect information about the various techniques you use when you read **academic materials in English** (e.g., reading textbooks for homework or examinations, reading journal articles, etc.).

All the items below refer to your reading of **college-related academic materials (such as textbooks, not newspapers or magazines)**. Each statement is followed by five numbers, 1, 2, 3, 4, and 5, and each number means the following:

'1' means that 'I **never or almost never** do this'.

'2' means that 'I do this **only occasionally**'.

'3' means that 'I **sometimes** do this'. (About 50% of the time.)

'4' means that 'I **usually** do this'.

'5' means that 'I **always or almost always** do this'.

After reading each statement, **circle the number** (1, 2, 3, 4, or 5) which applies to you. Note that there are **no right or wrong responses** to any of the items on this survey.

Category	Statement	Never				Always
GLOB	1. I have a purpose in mind when I read.	1	2	3	4	5
SUP	2. I take notes while reading to help me understand what I read.	1	2	3	4	5
GLOB	3. I think about what I know to help me understand what I read.	1	2	3	4	5
GLOB	4. I take an overall view of the text to see what it is about before reading it.	1	2	3	4	5
SUP	5. When text becomes difficult, I read aloud to help me understand what I read.	1	2	3	4	5
GLOB	6. I think about whether the content of the text fits my reading purpose.	1	2	3	4	5
PROB	7. I read slowly and carefully to make sure I understand what I am reading.	1	2	3	4	5
GLOB	8. I review the text first by noting its characteristics like length and organization.	1	2	3	4	5
PROB	9. I try to get back on track when I lose concentration.	1	2	3	4	5
SUP	10. I underline or circle information in the text to help me remember it.	1	2	3	4	5
PROB	11. I adjust my reading speed according to what I am reading.	1	2	3	4	5
GLOB	12. When reading, I decide what to read closely and what to ignore.	1	2	3	4	5
SUP	13. I use reference materials (e.g., a dictionary) to help me understand what I read.	1	2	3	4	5
PROB	14. When text becomes difficult, I pay closer attention to what I am reading.	1	2	3	4	5
GLOB	15. I use tables, figures, and pictures in text to increase my understanding.	1	2	3	4	5
PROB	16. I stop from time to time and think about what I am reading.	1	2	3	4	5
GLOB	17. I use context clues to help me better understand what I am reading.	1	2	3	4	5
SUP	18. I paraphrase (restate ideas in my own words) to better understand what I read.	1	2	3	4	5
PROB	19. I try to picture or visualize information to help remember what I read.	1	2	3	4	5
GLOB	20. I use typographical features like bold face and italics to identify key information.	1	2	3	4	5
GLOB	21. I critically analyze and evaluate the information presented in the text.	1	2	3	4	5
SUP	22. I go back and forth in the text to find relationships among ideas in it.	1	2	3	4	5
GLOB	23. I check my understanding when I come across new information.	1	2	3	4	5
GLOB	24. I try to guess what the content of the text is about when I read.	1	2	3	4	5
PROB	25. When text becomes difficult, I re-read it to increase my understanding.	1	2	3	4	5
SUP	26. I ask myself questions I like to have answered in the text.	1	2	3	4	5
GLOB	27. I check to see if my guesses about the text are right or wrong.	1	2	3	4	5
PROB	28. When I read, I guess the meaning of unknown words or phrases.	1	2	3	4	5
SUP	29. When reading, I translate from English into my native language.	1	2	3	4	5
SUP	30. When reading, I think about information in both English and my mother tongue.	1	2	3	4	5



附件三 RFID 機械手臂發明者提出之參考教案(109.12.27)

機械手臂之指令自動化工程_教案

課程名稱	機械手臂之指令自動化工程		課程時間	
教學對象	國民小學五、六年級生		先備知識	無
教材教具	1. Arduino UNO板 & 擴充驅動板 2. 伺服馬達 3. RFID模組 & RFID卡(背面會貼磁鐵片) 4. 使用密集板雷切而成的機械手臂零件 5. 競賽用底板與數字方塊 6. 簡報PPT 7. 白板(或黑板) ※1~4會事先組裝好整套隻機械手臂與RFID指令卡			
課程架構	機械手臂之指令自動化工程			
	機械手臂簡介	PART ONE 了解流程的概念	PART TWO 流程中的重複概念(迴圈)	PART THREE 流程的中斷

課程目標	教學流程與進度	時間 (分鐘)
了解機械手臂之構造	使用PPT解說Arduino機械手臂之組成及結構	
了解各伺服馬達之空間轉向關係	使用PPT解說各伺服馬達之位置以及其控制的部分，例如：高度、平移、開閉爪	
了解流程的概念與生活相關實例	讓學生舉出數個日常生活中常做的事情，分組討論並回答下列問題： 1. 做該件事情背後是由哪些流程所組成的？ 2. 這些流程的先後順序又是什麼？	
學會排序流程順序並驅動機械手臂完成任務	一、給予學生完成任務所需的數張RFID指令卡，讓學生分組利用指令卡，排出適當的指令順序，對機械手臂下達指令，自動地將物品從起點A移到終點B。每當學生掃描完一張RFID指令卡，就必須將該張指令卡磁吸於白板(或黑板)上畫好的流程圖區塊中。 二、要求學生自己任意決定兩點位置，分別指定為起點A點和終點B點，讓機械手臂也能夠自動的從學生指定新的A、B	

	來移動物品。 三、完成任務後，問學生，為何手臂能自動的做到此功能，以文字及圖形說明解釋(學習單)。 四、以白板上的流程圖來解釋上述過程。 a)啟動 b)移到A點 c)抓取A點 d)移到B點 e)放下B點  ※此處可將學生的流程圖和教師的流程圖做比對，加深學生對程序概念的了解。	
學會分析與執行一未知挑戰的流程順序	一、給予指定之任務，並限制學生只能挑選一定張數的RFID指令卡，因此各組學生必須合力思考： 1. 完成任務需要哪些流程？ 2. 這些流程需要哪幾張指令卡？ 3. 這些指令卡的先後順序是什麼？ 4. 如何以使用最少張數的指令卡來完成任務？(同一張指令卡可重複使用) 二、學生利用挑選出來的指令卡，排出適當的指令順序，對機械手臂下達指令，自動地移動物品。每當學生掃描完一張RFID指令卡，就必須將該張指令卡磁吸於白板(或黑板)上畫好的流程圖區塊中。 三、完成任務後，讓學生再度以文字及圖形說明解釋(學習單)。 四、讓學生上台分享白板上的流程圖	
了解重複流程的概念(迴圈)	一、展示手臂能一直重複上面流程，問學生這又如何做到？但因需使手臂能重複運作相同的動作，因此導入「重複」的概念，接著說明在電腦程式是「迴圈」。 二、舉出生活中常見之重複流程相關實例，例如：電扶梯。 三、給學生的任務挑戰：如何以上面(PART ONE)流程圖為基礎標示出或者畫出「重複」？ * 記錄A、B點位置。 * 然後以迴圈執行。 四、承三，讓學生依照標示或畫好的重複流程圖，自行挑選所需的指令卡，進行重複流程的機械手臂操控任務。	

了解流程的中斷概念	一、教導「中斷」的概念，提出問題請學生思考及回答： - 何時動作結束？→按下停止鈕→中斷→使程式停止 - 生活中有什麼類似的例子呢？(例如：手扶梯的緊急按鈕) 二、將一個正在重複執行的動作，因給予中斷指令而停止原來的動作。如何利用上述簡單自動化的概念，在流程圖中標示說明呢？請學生分組討論並於PART TWO之流程圖中標示中斷的部分，並提示學生可利用紅色線條表示之。	
了解生活中的條件判斷	一、透過生活中最常見的條件判斷用語「如果.....則.....」，引導學生思考關於日常生活情況的條件判斷： - 放學後，如果天氣晴朗，則直接回家；如果天空下雨，則撐傘回家。 - 手受傷了，依照不同的傷勢有不同的處理方式。 二、舉出生活中與科技相關之「如果.....則.....」實例： - 搭公車時，不同的身分有不同票價。 - 手機臉部辨識的條件判斷邏輯。 - 自動門開門的條件判斷方式。	
了解什麼是條件判斷	一、將上述之實例化為流程圖，並向學生說明「如果.....則.....」就是條件判斷的邏輯概念，統整出條件判斷的邏輯流程圖。 二、讓學生勇於嘗試挑戰說明各實例之流程圖內容。 三、給予學生一挑戰任務，依照PART THREE的結果作為情況的判斷，依照任務题目的提示對機械手臂進行相對應的指令操作，並繪製流程圖。	

教學方法	● 媒體融入教學：使用PPT簡報進行教學活動之說明 ● 合作學習：讓學生分組討論並合力通過課堂中的各項教學活動 ● 深層引導式的學習：提出問題引導學生思考，舉一反三 ● 實務應用：於課堂中各階段設計適合的教學活動讓學生進行
評量方式	※計分數字將依照現場學生數量以及小組數量進行調整。 ● 基本得分：依照完成教學活動之組別先後順序計分，越早完成的組別越高分。 ● 加分：勇於分享組內經驗(不論成敗)的小組，給予加分。