

教育部110年度  
大專校院教學實踐研究計畫成果報告

中華醫事科技大學  
數位設計與資訊管理系

計畫主持人：曾雅芬

共同主持人：鍾鼎

計畫編號 PBM1101383

## 一、研究動機與目的

技專校院招收不同專長的高職生，例如本系學生來自高職商業群、電機電子群、設計群等，不同學生由於在高職期間所受訓練不同，設計群學生在設計類課程會比注重程式邏輯的電機電子群學或注重資料處理的商業群學生表現較佳，所以在同一門課中，不同專業高職學生會顯現不同學習成效。

以技術為導向的實作課程，教學方式都是由簡入深，以行動應用程式設計課程為例，如先教幾何物件基本操作，然後教幾何物件進階建模，再來才會是個案練習，但是學生在學習這些基礎功能過程中，會覺得單調無趣而降低學習興趣，學生的注意力無法集中，續航力不足導致跟不上學習進度，更不可能創造出自己的作品出來。

學生創作能力的養成需要時間的醞釀，由於學生非設計本科生，在課外的自行練習的機會微乎其微，在使用程式設計課程上的熟練度不足，直接影響了創意設計表現，因此作品創新度不足理所當然。此外，學生在行動應用程式設計遇到問題時，較少會花時間主動探索解決方式，而會直接向老師尋求解決方案，造成學生本身的技術底子不扎實。

以上所提之學生低學習動機與學生養成背景差異，這些系統性無法解決的問題，讓老師在教學中面臨極大的挑戰，老師傳統教學步驟若不改變，利用創新的教學技巧來吸引並改變學生的學習態度，學生在學習過程中勢必無法抵達終點，更遑論學生作品創新創造能力的培養了。因此本研究目標是期望藉由設計思維法與建構式模式、PBL模式與學習環的結合對學生學習行動應用程式設計課程能比以往一般教學更能提升學習成效。

由於本研究課程實施之對象為大學三年級的學生，研究者須設計學習情境以吸引學生專注力，另外也須令學生敢於主動探索及嘗試行動應用程式設計的各種功能，讓學生理解簡單的程式邏輯及運算思維概念。讓學生產生新奇且有趣的，讓學生對於學習行動應用程式設計是期待的，為此，本計畫將導入建構式學習動機模型來瞭解此種方式是否能激發和維持學生學習動機、導入 PBL 模式讓學生能將所學如何解解決問題並將之聯繫起來、利用學習環模式滾動式修正教材的難易，教材適中以讓學生有成功的期望、學生完成作品後是否對他們的經驗和成就感到滿意。並結合設計思維模式來促進同理心、快速試做原型，以及讓學生勇於嘗試的精神，將思考行動應用程式設計創作的過程貼近學生的需求。了解學生在課程學習後的感知易用、感知有用、好奇心、感知享樂、使用行為意圖是否有顯著差異。

## 二、文獻探討

### 2.1 建構主義(Constructivism)：

建構主義源於 Piaget 在 1929 年出版的「兒童的世界觀」(The Children's Conception of the world)一書。他認為兒童是透過認知基模(scheme)去解釋自然現象。此後建構主義成為教育領域改進教學著名的學習理論，主要的目的在於瞭解個人發展過程中，各種不同的活動如何引發學生的自主學習，以及在學生學習的過程中，教師如何適當的扮演支持者的角色。建構主義認為：

- 1.人們知識的形成是主動建構而產生，並非被動的接受。
- 2.人們的知識是個人經驗的合理化，並非說明世界的真理。
- 3.人們的知識有其發展性、演化性，並非一陳不變。

因此，建構主義論者強調：知識應具主觀性、特殊性、非確定性，並由個體自行建構而得。

## 2.2 建構式教學策略

Piaget 認為個體認知發展過程就是一種適應(adaption)的過程，而適應可以經由同化(assimilation)與調適(accommodation)兩種形式來完成。范毓娟(1994)認為以建構主義為基礎的學習策略應該是：1.要以學生為中心，2.沒有絕對不變的知識，3.學生所學的知識最好能建立在原有知識基礎上，並且與日常生活經驗相結合，4.學生能對老師教學與自己的學習關心，並且能自主性的分擔學習責任，5.知識的來源不單由課本或老師來傳遞，整個的學習過程中應該包括同學間的互動過程。程式設計本身就是一種藝術創造的表現，透過實作課程的學習，結合設計主題進行創作，可轉變傳統技術性為主的教學模式，讓學生在探究自走車程式設計問題中找出合適的解決方案。

程式設計涵蓋了許多創意階段，而且每個階段都彼此關聯(Robinson, 2011)，學生透過想像探索、動手創造、實驗開發等階段並對作品進行修正與評估，最後分享其創作成果。設計也是一個問題解決的過程，每個階段都可來回修正(Brophy, 1998)。程式設計的本身並沒有正確答案，學生在探索過程中需要鑑定問題、搜集資料及解決問題，教師只能針對學生的設計發想給予建議，並無法給予「正確」答案。建構式學習並不強調尋找「標準」或「正確」答案，而是為問題尋找適切的解決辦法。程式設計類課程並沒有所謂的標準答案，唯有透過師生間的討論探究，才能精進學生的程式設計概念與底蘊，這就是為何本人認為建構式教學適合應用在本人所教授之「行動應用程式設計」的理由。

為促進學生產生概念建構的教學策略，本研究中所使用的教學模式乃是根據 Driver 等人(1983)發展出來的建構主義取向教學模式，共分為五個教學步驟，分別為定向(開發自走車程式)、引出學生想法(如何讓自走車完成賽道)、學生想法的重組(自走車彎道與直線程式開發順序)、應用新的想法(與同學或老師討論)、回顧想法的改變(自走車競賽後的討論)五階段。

在自走車的程式設計中，為了讓自走車能夠快速地抵達終點，所以程式的設計沒有所謂的絕對，同學可以依據日常生活騎車經驗，調整自走車轉彎與直線衝刺的速度，並且與同學探討程式撰寫技巧與優化，所以我認為建構教學策略適用在此自走車程式設計課程。

建構式學習與翻轉教室（Flipped Classroom）兩者最大的不同點在於：翻轉教室需要學生先花時間上網自學教材後，再到課堂上和老師討論；建構式學習則是老師扮演輔導的角色協作學生建構知識，在學習過程中，學生透過發問及透過蒐集資料去解決問題。翻轉學習只是把學生所花費的學習時間從學校延伸到課後而已，現代大學生課後有打工等諸多活動，因此本人認為老師仍然扮演知識與技術傳遞角色的建構式學習比較適合本校學生。

### 2.3 問題導向學習法 (Problem-Based Learning, PBL)

問題導向學習法是指的是透過問題或情境誘發學生思考，同時建立學習目標來解決問題，因此學生會進行自主研讀，以增進新知或修正舊有的知識內容。問題導向學習法可貴之處，除了是以解決問題為目標，學生在思考如何處理問題的同時，也能同時學習並精進現有知識。

PBL 以實作導向的教學方式，可以轉變過去以教師為中心的教學模式，改以學生為中心進行，相當適合於程式設計課程，因為它不僅可以激發學生創意、加強實作能力、培養問題解決能力，更可以提升學生的參與感和成就感。學生在投入這創意的程式開發的歷程中，便是一種深入學習(Liao, 2016)。因此，本計畫將以此為課程設計原則，透過不同的程式開發階段進行課程實作，希望能借用 PBL 解決程式設計目前教學上所面臨，學生學習動機低落的問題。

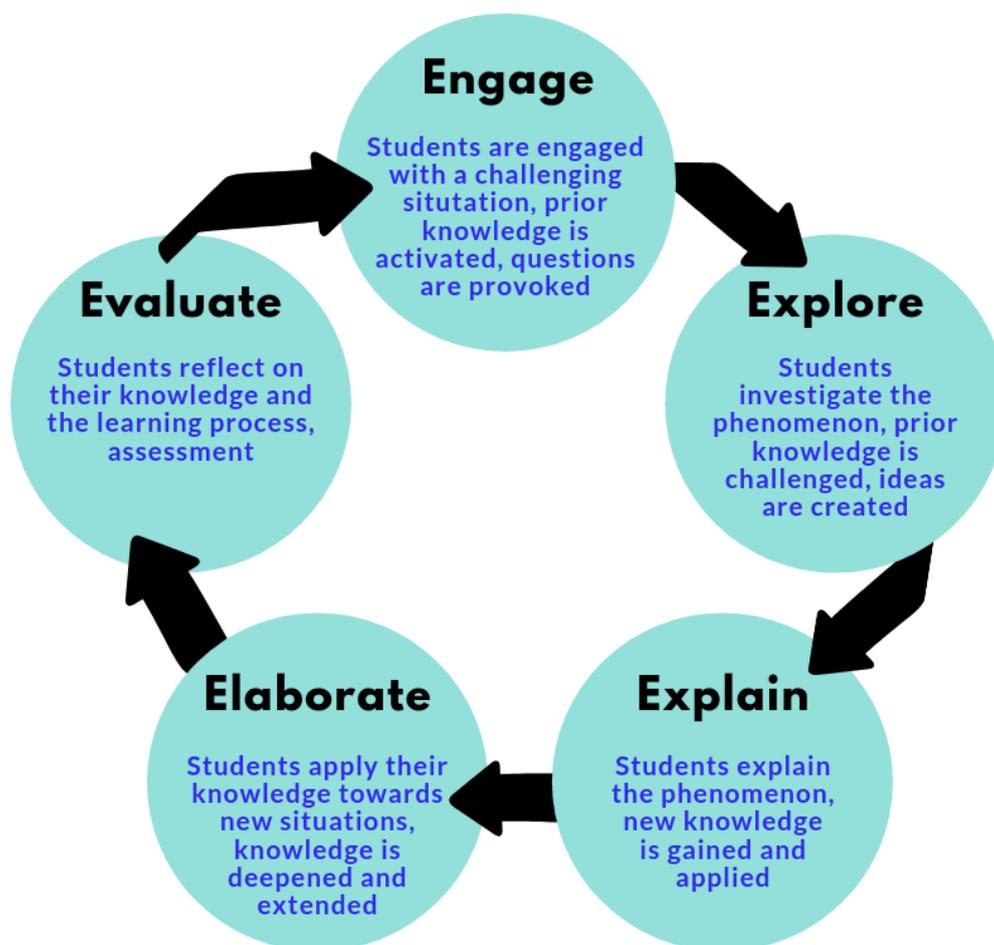
### 2.4 學習環(Learning Cycle)

探究式學習是一種可控的學習方式，可以避免學生在好奇心的驅使下，從事盲目和低效的自發探究活動。也就是說學習雖然是以學生為主體，但學生還是需要在教師的指導下與老師交流與反思，按照教材所提供的訊息和教師的指示，透過提問或主動探討解決問題的方式，才能有效理解學習內容，從而達到探究式學習的目的。

而在這整個的教與學的過程，展現的就是學生的學習週期，而了解學生的學習週期可幫助學生理解課程概念並發展課程技能（Matyas，2000 年）。基本的學習週期包括 3 個步驟：探索(exploration)，術語介紹(term introduction)和概念應用(concept application)。現在的 5E（以及 4E，7E 和 9E）學習環只是原始三相學習週期的擴展。目前較多學者採用 5E 學習環，因為它不會過於簡化學生的學習週期也不會像 9E 學習環那麼複雜。5E 學習環包含了投入（engagement）、探索（exploration）、解釋（explanation）、精緻化（elaboration）與評鑑（evaluation）五個階段(如圖一)，分述於下：

- 1.投入 (engagement)：利用活動引導學生聯繫起以前的舊經驗，並關注當下學習活動的過程。
- 2.探索 (exploration)：學生自發操作教具、尋找資料，並主動探索問題。
- 3.解釋 (explanation)：學生表達對概念的了解或示範他們的操作過程，教師可介入並引進設計概念進來。
- 4.精緻化 (elaboration)：學生可以將發展出來之概念應用於新情境中，藉此能更深入、並獲得更多來自老師與同儕的資訊與高層次的技巧。
- 5.評鑑 (evaluation)：學生評量自己的了解程度與能力，並讓教師評量自己的教學技巧、成效和目標進展情況。

因此學習環(Learning Cycle)在教學上的實踐，就是要實現「教師引導、學生主體」的探究式學習基本精神。

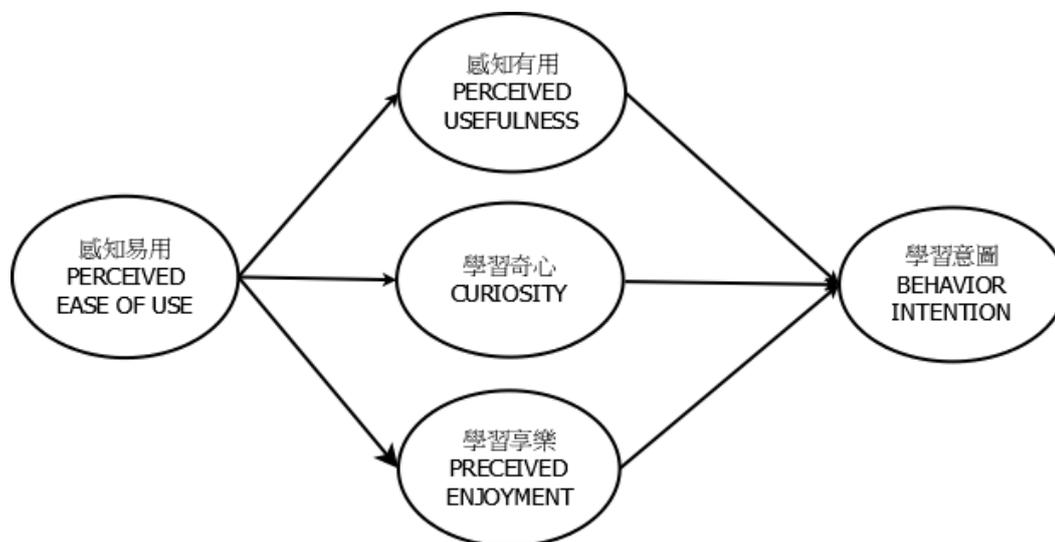


圖一：5E 學習環

### 3.5 享樂動機系統接受模型(Hedonic-Motivation System Adoption Model)

享樂動機系統接受模型(簡稱 HMSAM)，是由 Lowry 等人在(2013)對 HMS 模型的豐富性和完美性，更深度的解釋如何滿足人們的內在動機。和一些其他不同的特點是，HMSAM 並

非簡單地通過感覺享受來表示內在動機，而是通過一些更加複雜的認知吸收（Cognitive Absorption, CA）結構，主要包括好奇心、喜悅感，控制慾、專注的投入和暫時的分離。為配合本教學實踐計畫的研究目的，享樂動機系統接受模型予以簡化如圖二，包含感知易用、感知有用、學習好奇、學習享樂、學習意圖五個變數。



圖二 HMSAM 研究模型

### 三、研究問題【必要】

現代知識快速更迭，跨領域整合學習是持續更新專業知能之關鍵能力。目前高中過早分流，大學博雅教育不足，致使學生缺乏廣泛基本素養與先備知識，跨領域學習易有障礙。本校通識教育推行有年，已有完整架構，除配合本校厚植學生基礎能力方案，推動多元語文與文化課程、邏輯思考與程式設計課程、跨院通識課程外，未來將朝「知識跨域整合」及「行動實踐學習」方向轉型精進。

程式語言就如同世間的语言，是一種溝通的媒介，有其特殊的詞彙、語法。對於現代人而言，就是專門用來與電腦進行溝通。編寫程式的過程是一種邏輯與溝通的建構，然而導演、廚師、甚至婚禮設計師都是會編程式的人，但是他們不一定會用電腦語言。顯而易見的，程式設計並不同邏輯與溝通的能力。而演算法就如同食譜一樣，能清楚寫出食譜的人，就已經具有演算法的知能。

資訊科技融入教學實施的情形如何？在教學現場有哪些具體的改變？更進一步的請教，師資教育的本身，是否有先落實資訊科技融入教學？真正的電腦科學（Computer Science）在臺灣已日趨式微，各型大專院校的資訊系所多在簡化課程。諸如形式語言、編譯器、計算機理論等蹲馬步的功夫課程，很少有學校願意開課，多改以市場導向的運

用以及證照為主。如能真正落實如領域課綱中所言之電腦科學的探索，為此研究的目的。

#### 四、研究設計/方法如何配合/融入課程與教學活動【必要】 含研究對象介紹、採用之研究方法與研究流程、評量工具如學習成效評估工具、研究資料蒐集工具、配合課程或教學活動介紹。

##### 4.1 研究對象與資料收集

本教學實踐研究計畫的研究對象為修習程式設計課程的大學生。在學期一開始時，會先向所有修課同學說明本計畫之背景與目的，並鼓勵學生參加此計畫，不同意參加的同學，則不需要參加期初期末兩次的問卷調查，並不影響其上課學習權利。由於前測是本計畫測量同學的基準線，因此在進行問卷調查之前，會對問卷內容作詳細的說明，確定同學都能對問卷有充分的了解後，才會進行前測。學期末時，則對有參加前測的同學進行後測，並進行簡單的訪談記錄。

##### 4.2 研究問卷

本研究對修習程式設計約 63 位學生進行普測，由於人數太少，因此進行問卷預試，以統計方式檢驗問卷信效度並無實質意義，由於問卷乃是依據 Lowry 等人(2012) HMSAM 的原始問卷改編，並經過三位學者專家的審閱，因此問卷效度以及專家信度可以成立。

問卷中個人基本資料包含性別、高職科別、程式設計經驗等三項，題目如下：

- 1.性別：男生、女生等 2 項。
- 2.高職科別：商管類、電子電機類、設計類、其他等 4 項。
- 3.程式設計經驗：沒有修過程式設計課程、曾經修過程式設計課程等 2 項。

##### 感知易用的變項衡量

感知易用的操作型定義為「學生認為學習程式設計的難易程度」，用以下題目來量測：

- 1.我認為學習程式設計不需要花費大量的精力。
- 2.我認為學習程式設計並不困難。
- 3.我很容易理解或學習程式設計。

##### 感知有用的變項衡量

感知有用的操作型定義為「學生認為學習程式設計的有用程度」，用以下題目來量測：

- 1.我認為學習程式設計對我的生活是有用的。
- 2.我認為學習程式設計對我未來的工作是有用的。
- 3.我認為學習程式設計對我的問題解決能力是有用的。

#### 學習好奇的變項衡量

學習好奇的操作型定義為「學生對學習程式設計的好奇程度」，用以下題目來量測：

- 1 程式設計能開啟我的想像力
- 2 程式設計能引起我的好奇心
- 3 程式設計能激發我的探索慾望

#### 學習享樂的變項衡量

學習享樂的操作型定義為「學生對學習程式設計的喜歡程度」，用以下題目來量測：

- 1.我認為學習程式設計的成就感令人喜悅。
- 2.我認為學習程式設計的過程令人開心。
- 3.我認為學習程式設計是有趣的。

#### 學習意圖的變項衡量

使用意圖的操作型定義為「學生對程式設計的再度學習意願」，用以下題目來量測：

- 1.我希望以後有機會能再修習程式設計課程。
- 2.我會推薦同學修習程式設計課程
- 3.我會鼓勵同學來修習程式設計課程

### 4.3 資料處理與分析方法

本研究使用SPSS與AMOS兩種軟體對資料進行分析。使用的資料分析方法如以下所述：

#### 描述性統計(Descriptive Analysis)

描述性統計在於計算各構面的平均數、標準差，以瞭解各變項的集中程度進行描述。本研究將以平均數及標準差來描述感知易用、感知有用、學習好奇、學習享樂、學習意圖五個變項，以了解樣本在這些相關變項中的一般反應。

表一 各變相地描述性統計

變數	平均數	標準差	峰度	偏態	最大值	最小值
感知易用	4.25	1.59	0.62	-1.08	5	1
感知有用	4.24	1.61	0.25	-0.94	5	1
學習好奇	4.42	1.58	0.8	-1.16	5	1
學習享樂	4.41	1.56	1.04	-1.23	5	1
學習意圖	4.43	1.58	0.8	-1.14	5	1

人口變量影響分析：將學生依照人口變量，例如性別、高職專業類別、程式設計學習經驗等，以獨立樣本T檢定的方式進行差異性比較，了解不同人口變量是否會對感知易用、感知有用、好奇心、感知享樂、使用行為意圖造成影響。

學習前後差異分析：將學生前後測的資料以成對樣本T檢定的方式進行差異性比較，以了解學生在課程學習後的感知易用、感知有用、好奇心、感知享樂、使用行為意圖是否有顯著差異。

表二 不同性別的差異比較分析表

	性別	平均數	標準差	T檢定	P值
感知易用	男	4.46	1.24	-0.52	0.605
	女	4.53	1.27		
感知有用	男	4.3	1.59	-0.37	0.712
	女	4.35	1.41		
學習好奇	男	4.56	1.31	1.46	0.144
	女	4.35	1.43		
學習享樂	男	4.61	1.37	0.31	0.212
	女	4.57	1.32		
學習意圖	男	4.15	1.51	1.51	0.132
	女	3.92	1.53		

表三 不同專業類別的差異比較分析表

	類別	平均數	標準差	T檢定	P值
--	----	-----	-----	-----	----

感知易用	商管	4.2	1.23	4.12	0.007
	電子電機	4.45	1.23		
	設計	4.6	1.31		
	其他	0	0		
感知有用	商管	4.34	1.57	2.38	0.069
	電子電機	4.31	1.45		
	設計	4.72	1.47		
	其他	0	0		
學習好奇	商管	4.42	1.35	3.37	0.019
	電子電機	4.46	1.40		
	設計	4.22	1.55		
	其他	0	0		
學習享樂	商管	4.49	1.48	6.03	0.001
	電子電機	4.62	1.27		
	設計	4.06	1.33		
	其他	0	0		
學習意圖	商管	3.9	1.44	1.21	0.306
	電子電機	4.28	1.54		
	設計	4.55	1.51		
	其他	0	0		

表四 程式設計學習經驗差異比較分析表

	使用經驗	平均數	標準差	T檢定	P值
感知易用	有	4.28	1.36	-2.48	0.014
	無	4.61	1.19		
感知有用	有	4.23	1.55	-0.93	0.355
	無	4.38	1.45		
學習好奇	有	4.28	1.44	-1.57	0.117
	無	4.52	1.35		
學習享樂	有	4.34	1.44	-2.54	0.011

	無	4.71	1.28		
學習意圖	有	4.8	1.64	-1.96	0.048
	無	4.12	1.46		

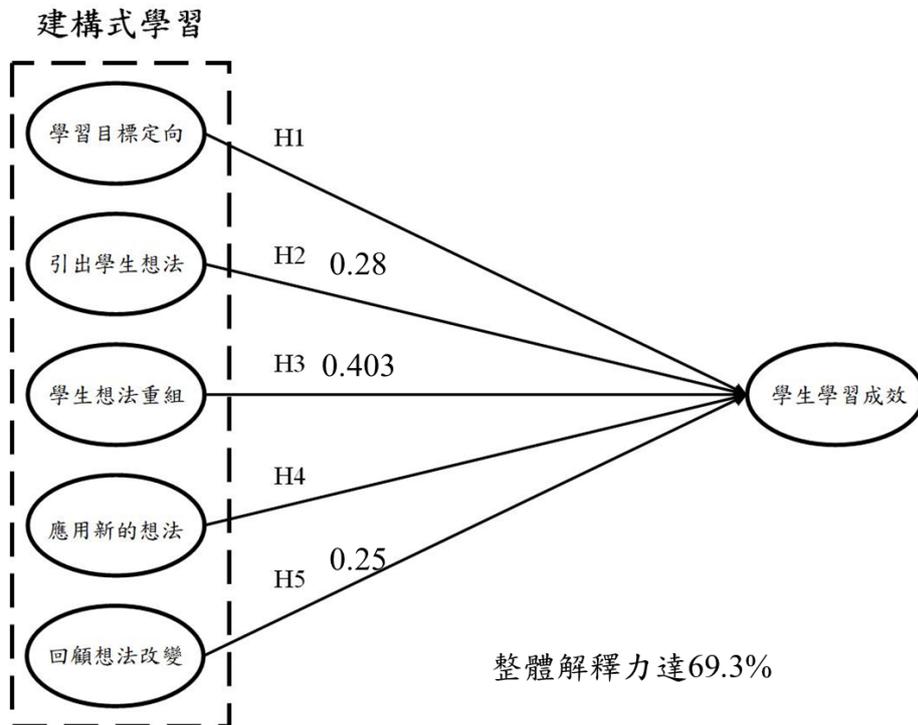
問卷信效度:問卷信度標準化因素負荷量介於0.647-0.967間均高於0.5，問卷一致性構面組成信度介於0.854-0.962間均超過0.7，收斂效度上平均變異數萃取量介於0.665-0.894間均高於0.5。

質性訪談：在期末對學生進行個別訪談，了解學生對於建構式教學所產生課程氛圍的看法，並與學生修習其他課程的氛圍作比較。學生訪談意見中各重點關鍵詞語與強調的重點，以收斂歸納方式，整理出學生的意見與觀點，以及關鍵詞語出現的頻率。

## 五、教學暨研究成果（成果報告）【必要】 含教學過程與成果、教師教學反思、學生學習回饋（如學生學習成果評估、教學歷程之評估、研究成果之分析評估等）。

本研究(自走車)程式設計課程，採用建構主義教學模式(Driver 等人，1983)可分為五個教學階段，分別是 1.學習目標定向(開發自走車程式)、2.引出學生想法(如何讓自走車完成賽道)、3.學生想法重組(自走車彎道與直線程式開發順序)、4.應用新的想法(與同學或老師討論)、5.回顧想法改變(自走車競賽後的討論)。本研究想了解學生在建構主義學習過程中的五個階段對學習成效的影響，因此提出以下假設：H1.學習目標定向會正向影響學習成效；H2.引出學生想法會正向影響學習成效；H3. 學生想法重組會正向影響學習成效；H4.應用新的想法會正向影響學習成效；H5.回顧想法改變會正向影響學習成效。研究模型整體解釋力達 69.3%，提出的五個研究假設中，只有 H2、H3、H5 成立。路徑係數以學生想法重組→學生學習成效最高(0.403)，代表在程式設計建構學習中，學生想法重組是影響學生學習成效最重要的因素，老師若能讓學生察覺到和他自己原來認知的不同觀點，並且修正、擴充或取代學生原來的想法，並建構出新的正確想法，將可以有效加強學生學習成效。引出學生想法→學生學習成效(0.28)與回顧想法改變→學生學習成效(0.25)相近，代表引出學生想法與回顧想法改變對學生學習成效的影響程度相近。老師若能透過小組討論等活動讓學生表達出自己原先就有的想法，並且讓學生在經歷整個建構學習過程後，注意到自己想法的改變，並省思其想法改變的程度，也是可以強化學生學習成效。學習目標定向對學生學習成效影響不顯著，代表學生可能對程式設計課程具有學習困難的偏見，導致課程一開始時老師難以激發學生的興趣，學生也不知

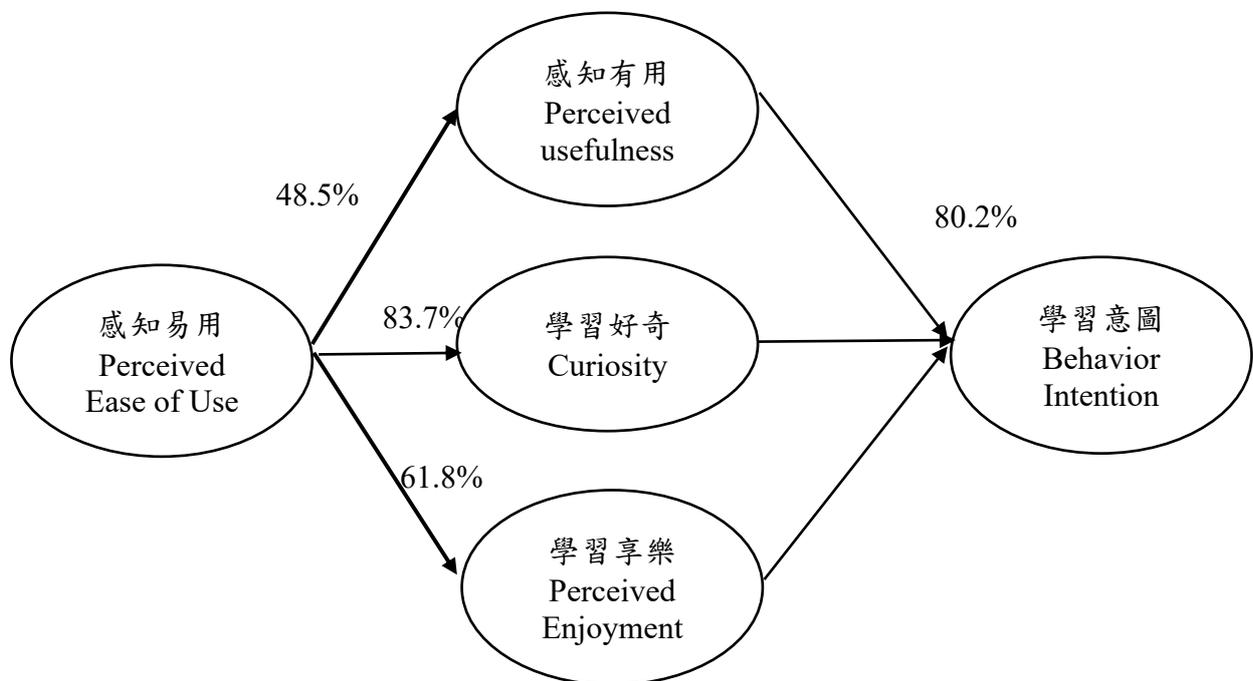
道課程探討的主題和方向。應用新的想法對學生學習成效影響不顯著，代表學生建構新想法的應用能力不足，老師可利用學生熟悉的情境來舉例，以增強學生舉一反三的應用能力增強，例如利用專題研究等來增強學生的想法。



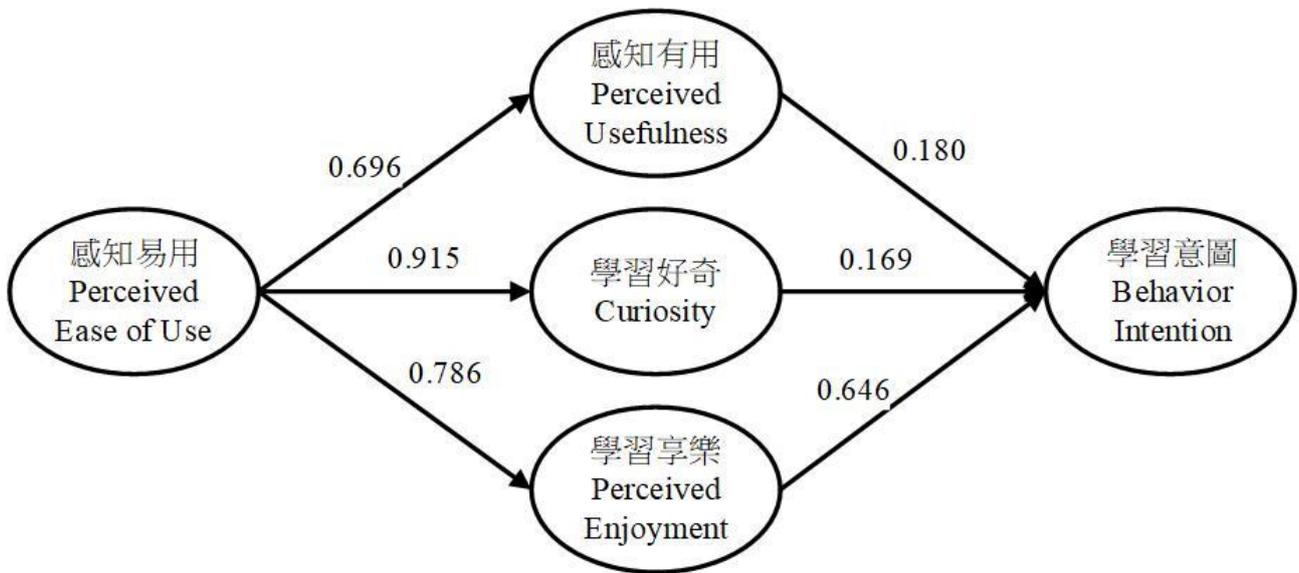
圖三 建構主義學習研究假設模型

由於多數學生對程式設計仍然存在艱深困難的刻板印象，本研究對象之南向專班印尼學生更是缺乏程式設計經驗，因此本研究將自走車導入課程內，讓學生可以做中學與學中做，藉由不斷修改自走車的程式設計，讓自走車可以自動走完全程賽道。享樂動機系統接受模型 (Hedonic-Motivation System Adoption Model, HMSAM)，乃是 Lowry 等人基於 van der Heijden (2004)的享樂系統採用模型在(2013)所提出。該模型認為人們的內在動機需要透過一些複雜的認知吸收 (Cognitive Absorption, CA) 過程才能解釋，主要包括好奇(Curiosity)、喜悅(Joy)，控制(Control)等。本研究利用享樂動機理論了解科技大學學生程式設計學習意圖的影響因素，為適用於本研究情境，本研究簡化享樂動機系統接受模型，包含感知易用、感知有用、學習好奇、學習享樂、學習意圖等五個變數，並提出以下假設：H1 感知易用會透過感知有用影響學習意圖；H2 感知易用會透過學習好奇影響學習意圖；H3 感知易用會透過學習享樂影響學習意圖。「感知易用」對「感知有用」的解釋力是 48.5%。「感知易用」對「學習好奇」的解釋力是 83.7%。「感知易用」對「學習享樂」的解釋力是 61.8%。「感知有用」、「學習好奇」與「學習享樂」對「學習意圖」的解釋力是 80.2%，所提出的三個研究假設均成立。路徑係數以「感

知易用」對「學習好奇」最高(0.915)，代表老師必須先讓學生了解程式設計並不困難，後才能引起學生的學習好奇心。「感知易用」對「感知有用」(0.696)與「感知易用」對「學習享樂」學生學習成效(0.786)路徑係數相近，代表學生若能認為程式設計並不困難，將會增強學生學習程式設計的有用認知能，並且能享樂其中。影響學生「學習意圖」的「感知有用」、「學習好奇」、「學習享樂」三個前置變數中，以「學習享樂」對「學習意圖」的路徑係數最高(0.646)，代表學生若能在學習程式設計中獲得快樂感，將能大量提升學生學習意圖。「感知有用」與「學習好奇」對「學習意圖」的路徑係數分別只有 0.180 與 0.169，代表學生如果認為程式設計是門有用的課程，或是在學習過程中感到好奇，想進一步了解程式設計的奧妙，並不足以增強其學習意圖。從路徑係數的分析可知，H3 感知易用會透過學習享樂影響學習意圖，是影響學生程式設計學習意圖的主要路徑。



圖四 享樂動機系統接受模型研究假設與解釋力



圖五 享樂動機系統接受模型路徑係數

## 六、建議與省思（成果報告）

基於以上研究發現，本研究建議老師若想提高學生程式設計課程的學習意圖，可以採用以下兩個教學策略：一是在課程開始時，要先向學生說明現在的程式設計已經不像以前要背指令，而是有各種圖形化工具可以協助學生設計程式，接著向學生進行示範，讓學生覺得程式設計真的並不困難。二是在課程中，利用簡短的程式功能，例如自走車閃燈、障礙偵測等，讓學生覺得有趣，如此才能提升學習意圖，進而達到增強學生學習成效的目的。

## 七、參考文獻

- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science.
- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44-49.
- Lowry, P. B., Gaskin, J., Twyman, N., Hammer, B., & Roberts, T. (2012). Taking 'fun and games' seriously: Proposing the hedonic-motivation system adoption model (HMSAM). *Journal of the Association for Information Systems*, 14(11), 617-671.
- Lowry, P. B., Gaskin, J., Twyman, N., Hammer, B., & Roberts, T. (2012). Taking 'fun and games' seriously: Proposing the hedonic-motivation system adoption model (HMSAM). *Journal of the association for information systems*, 14(11), 617-671.
- Matyas, M. L. (2000). Teaching and learning by inquiry. *The American Physiological Society* 2000.
- Van der Heijden, H. (2004). User acceptance of hedonic information systems. *MIS quarterly*, 695-704.

范毓娟 (1994)。在國中理化課程試行建構主義教學之個案研究。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。