

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

資訊科技融入大學數學通識教育：以電腦模擬機率遊戲為例（二） 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2511-S-343-001-
執行期間：99年08月01日至100年07月31日
執行單位：南華大學資訊管理學系

計畫主持人：陳仁義

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：林成宏
碩士班研究生-兼任助理人員：陳志忠
碩士班研究生-兼任助理人員：劉建宏
大專生-兼任助理人員：彭舒筠
大專生-兼任助理人員：翁如鈺
大專生-兼任助理人員：熊智新
大專生-兼任助理人員：許漢宇
大專生-兼任助理人員：邱薇諭
大專生-兼任助理人員：賴欣瑜
大專生-兼任助理人員：陳伊亭
大專生-兼任助理人員：林弘毅
大專生-兼任助理人員：林美辰
大專生-兼任助理人員：陳儀潔

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 29 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告

資訊科技融入大學數學通識教育：以電腦模擬機率遊戲為例(二)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99-2511-S-343-001

執行期間：99年8月1日至100年7月31日

計畫主持人：陳仁義

共同主持人：

計畫參與人員：林成宏、陳志忠、劉建宏、許漢宇、熊智新、林宏毅、
翁如鈺、陳伊亭、邱薇諭、賴欣瑜、陳儀潔、林美辰、
彭舒筠

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：私立南華大學 資訊管理學系

中華民國 100 年 7 月 31 日

資訊科技融入大學數學通識教育：以電腦模擬機率遊戲為例(二)

摘要

關鍵詞：科技接受模式；結構方程模型；資訊科技；電腦模擬；機率遊戲。

在大學通識教育的**數理**領域中，修課同學大都來自於**非數理**背景的社會組，科學思維和數學邏輯的訓練與接受度相對較為薄弱。因此，在我們講授此領域的『**機率與人生**』課程時，除了要顧及這些背景以適當引起學習動機之外，在課程設計上則需要讓教材足夠簡單而生活化，而且我們設計的**機率**遊戲題材，以反映人生的多種可能性，讓同學在模擬遊戲的**具體操作**過程中，可以體驗**手工**完成之細膩度與資訊科技之速度感等，試圖在科技與人文的互動中，擦出一點小火化。探討**因果**的**結構方程模型(SEM)**是我們引用的量化分析方法，其中被廣泛應用的科技接受模型(**TAM**)正好可對應我們所設計的教學系統，透過問卷調查的資料來評估教學成效和持續學習**意願**的影響因素。結果顯示，知覺**有用**扮演著行動**意願**和持續性的最重要影響因素；知覺**易用**則是次要而**間接**的影響因子；而電腦自我效能也是資訊融入不可或缺的**間接**影響因子。另一方面，透過**質化**資料的整理，一些代表性同學的心得分享，適度呼應我們的量化分析結果，而且所呈現科技與人文互動中的**多元思維**，也加以討論。

Abstract

Keywords: Technology Acceptance Model; Structural Equation Modeling; Information Technology; Computerized Simulation; Probability Game。

The general education course of Probability in Life at a University is offered. Most students of size 93 having to take this course are **not from** college of science or engineering. They are usually afraid of taking the related mathematics/logic courses. To motivate these students in a suitable way, various **probability games** designed and integrated with the most **fundamental** mathematical/logical contents are performed. Playing games and learning by doing with hand, the involved students can easily realize the main points in the **simulation** situations. To **further** explore the key points of mathematics/logic embedded in simulated games, **repetitive** practices with more times are needed. Computerized Simulation of these probability games with **Information Technology (IT)** can be carried out more efficiently. It takes much short time to accomplish the whole steps more precisely. To evaluate the integrated instruction system with **IT**, Structural Equation Modeling (SEM) is applied. Its parsimonious model of TAM mapping to our proposed system is used to explore various constructs of the system under study. The quantitative along with qualitative methods are conducted. Among of which the constructs are studied, the student's **Perceived Usefulness (PU)** is the dominant factor to continuously learning of **Behavior Intention (BI)**. The 2nd important factor is to guide students having good **Perceived Ease of use (PE)**. Simulation procedures and probability problems may be further adjusted for improving overall performance. The gradual improvement of how to learn the right probability conception is also investigated and presented with qualitative methods.

一、 前言

近年來教育改革不斷地推陳出新，升學歷力的陰影還是揮之不去，現代學子在激烈競爭、速食氛圍的大環境中，科學教育中的**動手操作**、實驗、記錄、分析、整理等較為費時的訓練工作，往往在**時間擠壓**的情況下被取代或忽略掉！因此，在中、小學的基礎教育階段，可快樂學習自然科學等**數理**科目之機會於無形中被剝奪了，所以無法在**探索**中學習成長，也就僵化了科學思維和數學邏輯的培養。隨著進入注重專業、分流教育的大學階段，多元化思維的形成更為不利。因此，近年來大學通識教育的受到注重與持續深耕，是教育改革的明智之舉，在短時間未必能看得到立竿見影，**永續**經營才可終極展現**百年樹人**的教育本質。在此教育改革持續進行的背景中，如何適當融入**可行方法**或加強改善之道於數理通識教育的教學之中，是我們在此計畫中的研究主題，所完成的一些嘗試性方法和**具體化**成果，或可形成推廣的教材或方案。

二、 研究目的

在此計畫中，我們嘗試將多年來的小型實驗性教學成果，擴展實施在較大型班級的通識課程『**機率與人生**』之教學中。修課的同學們是來自於各學院，尤其是人文社會組居多，數理背景的訓練相對較為薄弱。如何讓這些同學們不再排斥數學相關科目，逐漸地可以面對甚至於體會到數理中所蘊含的豐富資訊，是我們在此計畫中所持續努力的。因此，在規劃和準備講授數理領域的『**機率與人生**』通識科目時，除了要顧及這些背景因素以引起有利學習動機之外，在課程設計上需要讓科學思維和數學邏輯的訓練足夠簡單而生活化，其中資訊科技影響現代人的多種生活層面，我們設計有趣的**機率**遊戲題材來貫串其中，以反映人生的多種**可能性**，讓同學們在模擬此種**隨機性**遊戲的**具體操作**過程中，可以體驗**手工**完成之細膩度與電子**機器**(資訊科技)之速度感等的不同面向，我們試圖在科技與人文的互動中，擦出一點小火化。

三、 文獻探討

教育部(2001)公佈了中小學資訊教育的總藍圖中，將資訊教育的願景簡化為四字訣：「**資訊**隨手得、**主動**學習樂、**合作**創新意、**知識**伴終身」。為了達成這個願景，這些年來政府已作了多方面的努力，研究學者也嘗試多面向的將**資訊**科技融入教學 (王全世，2000; 張國恩，2001; Dias, 1999; Halpin, 1999; Mumtaz, 2000; Norum, Grabinger & Duffield, 1999; Selim, 2003)，尤其是在國中、小學階段更是引領此股風潮，試圖藉由資訊科技的**輔助**教學和學習，有效地讓數學等科目教學和學生學習往下紮根。**如今**，這些學子們就是修讀本研究通識課程的**同學**，在此背景下的**資訊**融入教學，或可反應一些先前努力的具體成果。

我們所設計的**機率遊戲**題材，試圖反映人生的**多種可能性**，讓同學們在模擬此種**隨機遊戲**的**具體操作**過程中，體驗**手工完成**之**細膩度**與**資訊科技**之**速度感**等多種面向。**另一方面**，如何評估此種教學法的**成效**和**相關因素**？吳為聖、張惠博、郭重吉 (2007)所探討國中自然教師在實施**資訊科技融入教學**的**影響因素**，引用**科技接受模型(TAM)**來瞭解促使**教師實施資訊科技融入教學**的**內在動機**和**相關因素**；我們在研究中也是應用 TAM 來作評估，以研究**學生學習成效**和**持續意願**之**影響因素**。TAM 模型是**結構方程模式(SEM)**中的一種**量化模式**，此模式可以探討所研究因子或構面間的**因果性**，廣泛地應用在**社會科學**領域中 (余民寧，2006；吳明隆，2009；邱皓政，2011；洪振方&謝甫佩，2008；Chin, 1998；Henseler & Chin, 2010；Igarria, Zinatelli, Cragg & Cavaye, 1997；Wen, Marsh, & Hau, 2010)。其中**科技接受模型**是由 Davis, Bagozzi and Warshaw (1989) 所發展完成的**量化模型**(Ajzen & Fishbein, 1980; Ajzen, 1991; Fishbein & Ajzen, 1975)，用以解釋**資訊系統**新開發完成之後，作為**評估系統**的**可被接受程度**、**廣泛地被使用情形**和**顯著影響因素**等。這些年來已受到**廣泛注意**、**引用**和**延伸**，且獲得許多**實證研究**的支持 (Bhattacharjee, 2001; Bhattacharjee and Premkumar, 2004; Karahanna and Straub, 1999; Premkumar and Bhattacharjee, 2008; Rimenschneider and Hardgrave, 2001; Saade and Bahli, 2005; Venkatesh and Brown, 2001; Venkatesh and Davis, 2000; Venkatesh, Morris, Davis and Davis, 2003)。因此，引用此模型來**評估**研究中的**資訊科技融入教學系統**，或可提供另一種**指標**來**改善傳統教學方式**和**教材設計**的**適度調整**！在此模型中有兩個最重要的構面，分別是**知覺有用(Perceived Usefulness, PU)**與**知覺易用(Perceived Ease of use, PE)**，是來**影響行為意圖(Behavior Intention, BI)**的重要因素。其中的**知覺有用性**是反應著使用者可以**知覺到系統的親切、接受、進而使用之**，可**強化、改善、進而實現自我或成就績效**；而**知覺易用性**則是反應使用者**知覺到系統的易於親近、接受門檻低、進而自然而然地融入**！在這其間的**因果模式**被廣泛應用的**核心部份**正如下圖 1 所示：

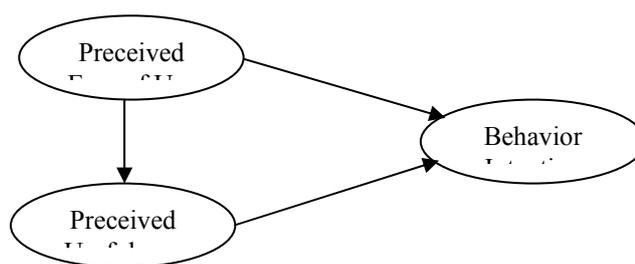


圖 1：TAM 的核心構面和路徑圖(引自 Premkumar and Bhattacharjee, 2008)

知覺有用性對於使用意圖有直接影響，且持續有顯著性；知覺易用對於行為意圖常有直接影響，而在經過一段時間之後會有減弱趨勢，然而會對知覺有用的直接影響之下，也形成對使用意圖產生了間接影響力 (Davis, 1989; Lu and Gustafson, 1994; Premkumar and Bhattacharjee, 2008; Szajna, 1996; Venkatesh, 2000; Venkatesh and Davis, 2000)。

四、 研究方法

在瞭解教學系統中的兩個重要構面(PU 與 PE)之形成，我們參考了何仕仁、黃台珠、吳裕益 (2009)所建構的一個以科學為特定領域的學習歷程模式，他們指出：關於學習環境互動要素，國外學者 Smith, Neisworth 與 Greer (1978) 提出了學習環境的基本三大要素：課程安排、教學互動和教材內容，說明三者間的情境互動會造成個體在環境中的知覺反應，也會造成班級甚至學校層級的多元變化，、、、。

文中所討論的學習環境知覺可『對應』到本研究中的知覺有用性(PU)和知覺易用性(PE)。他們進一步指出：『、、、國內學者楊榮祥與 Fraser(1998) 則界定學習環境為師生在科學教學與學習歷程中的知覺、情感及態度的綜合表現，歷程中會提升不同層級的效能感，故學習者在學習環境中的知覺反應可見一般，、、、』。因此，文中的『效能感』可以『對應』著我們模型中的行為意圖(BI)之效能成果構面(Bhattacharjee, 2001; Lee, 2010; Premkumar and Bhattacharjee, 2008; Venkatesh and Davis, 2000)，以此成果構面為基礎，來探索一些可能的直接和間接影響因素，其中的直接影響因素是引用上述的圖 1 所示之知覺有用性和易用性，且扮演著中介(mediation)角色(Burton-Jones & Hubona, 2006)。另一方面，為了能反應資訊科技融入教學之學習者的技術現況，我們的外部變數是選擇電腦自我效能(CS, Computer Self-efficacy)，是一個重要而值得探討的構面(Agarwal, Sambamurthy & Stair, 2000; Bandura, 1982; Chau, 2001; Igarria & Iivari, 1995; Marakas, Yi & Johnson, 1998; Ong, Lai & Wang, 2004)，可以作為研究這個因構面的可能影響所及和有關性質，且可經中介而為果構面 BI 的間接影響因素，也就形成了以下圖 2 的本研究模型。

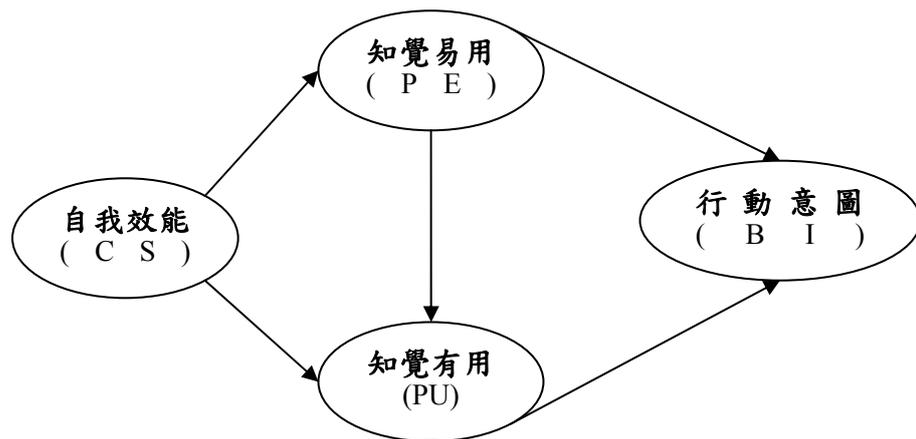


圖 2：本研究模型

我們分成了三個部份來呈現研究所使用的方法，第一是教材的設計和教法的引導，是為此研究的首要工作；二來是問卷的設計，期能忠實而完整反應學生在

此資訊融入教學系統中的學習狀態和體會，或可作為評估教學成效的水平值，此為量化資料，附表1中有完整的13個原始問卷題目，量化方式則是採用Likert 6點量表；而質化研究資料，就是收集整理同學們的書面報告和心得分享。這兩部份的詳細描述可參考陳仁義 (2011)。

第三部份的進一步量化資料分析，則利用統計分析法來瞭解教學成效的水平差異和趨勢走向，且引用結構方程模式來找出可能的影響因素，同時在質化資料整理中試圖尋求呼應和完整細膩化。科技接受模型 (TAM)是由 Davis, Bagozzi and Warshaw (1989)所發展完成的，是一種結構方程模式(SEM)，已經被廣泛應用在資訊系統的使用相關面向之評估，正好可對應我們設計的資訊融入教學系統，以評估教學成效和學習意願的影響因素。為瞭解量表一致性，我們透過信度分析的兩個指標係數：Cronbach's α 和組合信度(CR, Composite Reliability) 來檢核；另一方面，可以運用驗證性因素分析(CFA, Confirmatory Factor Analysis)的區別效度來評估量表之構面間的相關與差異性，其中有平均抽取變異(AVE, Average Variance Extracted)需大於 0.5、平均抽取變異量之方根大於構面間的相關係數 (邱皓政, 2011; Bagozzi and Phillips, 1982)。以此為背景，我們延伸 Premkumar & Bhattacharjee (2008)的三個核心構面，在建構的量化研究模型中加入外部變數電腦自我效能，以鋪陳出資訊科技融入教學之後，學習者的技術配合現況之可能影響層面，也就形成圖 3 所示的本研究模型，箭頭指向是可能的影響路徑。

此外，依此研究模型所建構的對立假設(Alternative Hypotheses)分別為

- H1: 電腦自我效能(CS) 顯著地影響 知覺易用性(PE)，
- H2: 電腦自我效能(CS) 顯著地影響 知覺有用性(PU)，
- H3: 知覺易用性(PE) 顯著地影響 知覺有用性(PU)，
- H4: 知覺易用性(PE) 顯著地影響 學習行為意圖(BI)，
- H5: 知覺有用性(PU) 顯著地影響 學習行為意圖(BI)。

當原始資料收集完成之後，我們使用Visual PLS軟體 (傅振瑞, 2006) 來作統計分析和研究模型的路徑估計推論(SEM)，此軟體是免費和易於操作之外，其詳細的特性、分析比較和評價可參看Temme, Kreis and Hildebrandt (2006)。

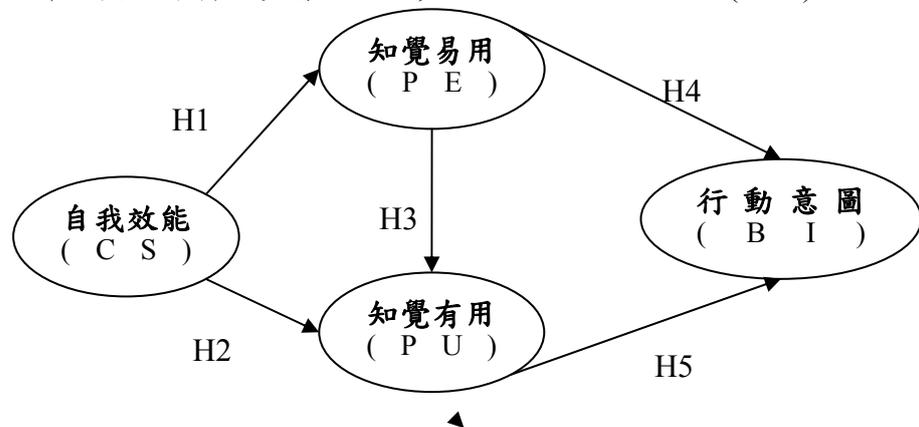


圖3：研究模型和研究假設

五、 結果與討論

我們收集的數值問卷資料，是根據附錄一的期末問卷題目填寫彙整，共有 93 位修課同學中回收了 87 份有效資料，完整的原始資料值呈現在附錄的附表 2，以作進一步的統計分析，試圖描繪出這種學習成效的水平差異和走向趨勢。首先我們利用描述性統計、成對樣本 t-檢定方法等非結構方式，所分析的結果呈現在第 1 小節中；第 2 小節的結構方程模式則是來完成路徑的估計與因果探索。而在整個學期的文字性質化整理，會穿插在兩個小節中，是用來呼應量化分析結論，進而或為同學在修課過程中的細膩處之投射完整化。

一、 非結構方式的統計分析

從 87 筆有效原始資料所作的描述性統計分析中，我們發現 4 個構面中知覺有用(PU)的平均值(5.46)最高且標準差(0.75)最低、行動意圖(BI)的平均值(5.25)為次高且標準差(0.79)次低！這兩個構面明顯高過於其他兩個構面：電腦自我效能(CS)的平均值(4.61)最低且標準差(1.12)最高、知覺易用性(PE)的平均值(4.93)為次低且標準差(0.98)次高！個別題目的平均值和標準差可詳見附表 1。進一步我們將 4 個構面中的 3 或 4 個題目組取平均之後，分別作 87 成對樣本的 t-檢定：次高構面的 BI 與次低構面的 PE 之 t-值為 3.85、最高構面的 PU 與最低構面的 CS 之 t-值則高達 10.3！因此，兩群高、低構面間的統計顯著性完全表露無遺。這似乎意味著資訊科技工具 Excel 的使用已帶給大部份同學正面評價，以高平均值的知覺有用性與次高平均值的『值得推廣』來回應，進而肯定『具體操作』的學習方式。然而要瞭解資訊科技 Excel 融入與完成報告的易用性認知構面，同學則是有所保留，老師尚有相當大的努力空間；至於 CS 平均值最低且標準差最高，倒是真實反映著來自非數理背景同學們之資訊科技 Excel 的使用現況。一些同學的心聲或可印證(詳見陳仁義，2011)。

此外，我們在教學現場也可感受到形成這兩群組構面落差的氛圍：專業科目已讓很多同學窮於應付，可以專注於通識課程的時間已經不多！這個非營養學分的通識選修、也不是同學們的最愛、明知要分出較多的時間、、、等因素，然而有不錯口碑造成高出三倍的學生預選，把隨機組合而成的同學們綁住了、不輕易改選或退選，因而量化資料所反應出的分散、差別、變異等統計性質是足夠豐富。同學們可分攤於通識課程的時間不多是不爭事實，卻要以較多時間來完成三個書面報告和心得整理分享！有同學的心得或可說明(詳見陳仁義，2011)。依稀說明需花時間的技能擁有 CS、技巧運用 PE 構面群之平均水平低、變異大；相對的落差於不需花時間的期待意願 BI、認知感受 PU 構面群之平均水平高、變異小。因此，同學感受到教學情境的正向意義，有正面評價和高度期待。但是在時間的壓力排擠下，或有力不從心的同學，依然無法及時地進入狀況、、、。

二、 結構方程模式的統計分析

以結構方程模式(SEM)的TAM來評估教學成效和學習意願的相關影響因素或面向時，我們利用Visual PLS來分析規劃的4個構面中13個問卷題目，表1的確認性因素(CFA)分析結果顯示：每個因子的負荷值均達到0.7以上、構面間的區別效度也都顯著！其次是構面內的一致性，除了CS的0.632之外、其他三個構面的Cronbach's α 值均大於0.70！此外，表2中四構面組合信度(CR)均大於0.8、平均抽取變異量(AVE)都大於0.58、開根號之後均大於構面間的相關係數！因此，信、效度檢核都是在可接受範圍之內。然而電腦自我效能的最低AVE和Cronbach's α 值似乎是呼應著最低的構面平均值，也意味老師在努力調整教材教法當中，同學也有極大的改善空間來充實自己。此外，從構面間的路徑分析結果顯示，持續學習(BI)變異量可被知覺易用(PE)和知覺有用(PU)兩構面解釋41.5% (表2的右下角)，且顯著地受到PU強於PE的影響；其次是PE則可解釋30.8%的PU之變異量，且間接地影響BI。

表 1: 確認性因素分析結果(VPLS)

	CS	PE	PU	BI
CS01	0.7325	0.3799	0.3754	0.5156
CS02	0.8467	0.3802	0.3800	0.3344
CS03	0.7260	0.4202	0.2545	0.2487
PE01	0.3524	0.8500	0.4265	0.2988
PE02	0.5441	0.8937	0.4976	0.4396
PE03	0.3568	0.7798	0.3613	0.3432
PU01	0.4316	0.5571	0.8183	0.5374
PU02	0.3940	0.4470	0.8410	0.5179
PU03	0.2964	0.2878	0.8465	0.4850
PU04	0.3266	0.3852	0.8318	0.5568
BI01	0.5019	0.4327	0.6535	0.8835
BI02	0.3534	0.3114	0.3964	0.7031
BI03	0.2975	0.3102	0.4597	0.8763

表 2: 四個構面的信、效度和區別效度分析 (VPLS 的路徑分析)

構面	題數	Cronbach's alpha	CR	AVE	自我效能	知覺易用	知覺有用	行動意願	R-sq
自我效能	3	0.632	0.805	0.580	0.761				
知覺易用	3	0.772	0.871	0.693	0.510	0.833			0.260
知覺有用	4	0.829	0.895	0.680	0.441	0.515	0.825		0.308
行動意願	3	0.743	0.855	0.665	0.480	0.436	0.631	0.816	0.415

整體而言，結構方程模式的分析結果中(表3、圖4)有兩個主要路徑：一則影響學習意願的最重要因素是知覺有用(PU)；二來是資訊科技融入教學系統不可或缺的電腦自我效能(CS)，會直接而大大影響知覺易用性(PE)！申言之，

察覺到可善用科技工具 Excel 的有用性質，肯定、推廣、省思的聲音都會有！此外，如果有了範本、或找朋友幫忙，就可上手而易於掌握 Excel 的使用技巧！以上是對應模型中顯著性最高的兩個研究假設 H1 和 H5 (p-值 < 0.001)；相對的兩個研究假設 H2 (係數值= 0.241)和 H4 (係數值= 0.151)之顯著性(p-值 < 0.05)最低，亦即易用性(PE) 影響意願(BI) 和電腦自我效能(CS) 影響有用性(PU)：兩者的共同點是除了這種【直接影響】性質之外，可以加上有幾乎相近系數值的【間接影響力】：

PE → BI (係數= 0.151) **加上** PE → PU → BI (係數= 0.393*0.554= **0.218**)

CS → PU (係數= 0.241) **加上** CS → PE → PU (係數= 0.51*0.393= **0.200**)

因此，總效果的路徑係數為 PE → BI (0.369)、CS → PU (0.441)！至於具有影響學習意願的間接效果之電腦自我效能(CS)，其路徑係數值也相當高，是為三個總和： $0.51*0.151 + 0.241*0.554 + 0.51*0.393*0.554 = 0.3216$ 。

表 3: 路徑分析整理 (Visual PLS 的分析結果：BootStrap)

	整體樣本 估計值	部份樣本 估計值	標準誤	T 值
CS → PE	0.5100	0.5411	0.0534	9.546***
CS → PU	0.2410	0.2480	0.1030	2.339**
PE → PU	0.3930	0.3819	0.1052	3.736**
PE → BI	0.1510	0.1496	0.0771	1.959*
PU → BI	0.5540	0.5538	0.0861	6.436***

p-值 < 0.05 : *; p-值 < 0.01 : **; p-值 < 0.001 : ***

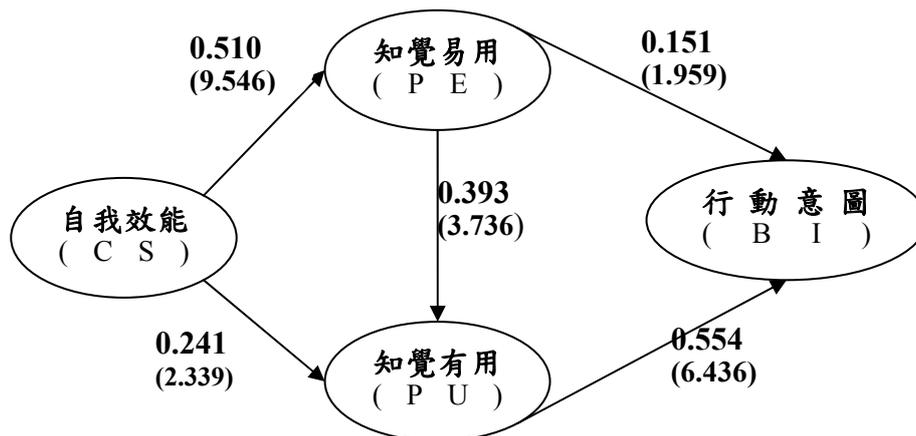


圖 4: 研究模型路徑係數估計值 (Visual PLS 的分析結果)

此外，我們再度實證許多類似的研究成果 (Lee, 2010; Ong, Lai & Wang, 2004; Premkumar and Bhattacharjee, 2008; etc.)：知覺易用性(PE)直接而顯著地影響著知覺有用性(PU)。

幾位同學的心聲或可呼應這些量化分析結果，進而**細緻的美化**學習情境：

我很喜歡用這樣的方式來完成作業，循序漸進，從無到有，第一次在課堂上試著玩玩看，然後是期初報告的牛刀小試，到期中作業的難度加深，以及到這期末報告的融會貫通。這樣的過程不僅能夠**獲得小樂趣**，也能**學到**很多以前我在學習數學不曾碰到的知識。在這三次報告當中，讓我**更了解**、**更認識**了機率，真的是**很有趣**。由於是在社會科學院，對於數學方面的科目都不是很喜歡，為了畢業門檻而選第二領域的這堂課，原本以為會很沉悶、很沉重，現在覺得很幸運能夠選上這堂課，老師總是很有耐心的在帶著我們認識機率，上起課來一點都不會無聊，真的**很棒**、**很特別**。(Ss03111017)、

很慶幸當初我選擇了「機率與人生」這門課當作我的第二領域通識課，其中**最顯著的收穫**是 EXCEL 操作，我以前都不知道原來 EXCEL 這麼好用，只要運用一些技巧，就可以將大量的數值資料**迅速**整理，十分**方便**。(Ss03113025)

有朋友幫忙、報告範例、學會 excel、迅速跑出正確數字、迅速整理、真的很棒、很特別。這不就是研究模型中**顯著路徑**的呈現嗎？此外，**科技**加速淡化、**手工**拉長加強、**深深體會精雕細琢**、**在錯誤中學習**、**清楚地看到其變化和規律**、**學到很多**也有許多自己的**體悟**、、、。**依稀地已細緻的美化**此種學習情境！

我認為「科技雖然加速了過程，卻淡化了思考；手工雖然拉長了時間，卻加強了印象。」也難怪，過去老祖宗雖然沒有電腦科技的輔助，卻使得各種數學運算、知識變得更為深入，才能釐清其中的奧秘，且發現許多常理下「變數」。近來資訊科技的快速發展，雖然使得人們從事專業項目的門檻變低，卻也削弱了人們對事物探究的好奇心，更沉溺於速度感與圖像思考中，對文字的情感也日漸薄弱，這些現象都是值得我們思考的。(Ss05114001)

當初選修這門機率與人生的課時，其實是因為修課規定通識課第二領域的課至少要擇一修讀。首先第一次的上課，老師即以輕鬆的方式慢慢帶入機率的**概念**，讓我們從遊戲中學習。在撰寫期初報告時，因為本身的數學不是很好，所以在寫起來相對吃力，每一個數字都要經過腦中的慢慢計算、比大小，才能將數字擺在適合位置，做完了繁雜的分配工作後，接著又要做統計工作。、、、。在撰寫報告時，不管是期初還是期末報告的大數法則，都讓我深深體會到**精雕細琢**、**辛苦終會成功的道理**，尤其是期初報告，老師要我們用**手算**的方式體會其中奧秘，一開始覺得很有趣，但曾經在途中做錯了一個部分，沒有及時發現，等到最後一步時才發現寫錯了，當時真的覺得**心灰意冷**、**很麻煩**、**又很累**。但在做完整個報告，並一一檢查之後，我發現居然在這當中**學到**好多機率概念。、、、。而在期末報告的大數法則，老師教我們使用電腦的 EXCEL，代入公式，輕鬆一拉，整個三百個數字就這麼分配完畢，覺得真是**神奇**而且**好用**，而在撰寫期末報告時，也覺得**科技**真的**很方便**，一下子就把報告完成了。但其實在這個過程中，雖然也有悟出很多機率的**概念**，但似乎沒有期初報告來得多，**成就感**也相對的**降低**許多，會感覺到不是自己辛辛苦苦得來的成果，、、、，**在錯誤中學習**，經驗一定比其他人豐富！(Ed01112001)

六、 計畫成果自評部份，

面對著這些放棄、恐懼、害怕、逃避數學的眾多同學們，身處在資訊科技充斥著我們生活周遭！如何作有效的互動、結合與相互融入，是本研究計畫中的努力重點：

我本身是傳播系且雙主修歷史的學生，跟數學的距離可說是相當遙遠，記得從高一以來，我便放棄數學，轉而投資英文、國文、歷史等文科，因此只要看到數學時總是有莫名的恐懼，還記得起先在做報告時，我連基礎的分數換算成小數都出了問題，、、、”、『整個學期下來，在做報告時偶爾會覺得厭煩，但是完成之後得到的數據及結果都讓我感到驚訝，這樣的學習方式比起直接得到答案更令我印象深刻，也加深我學習動力。』、“其實，我從小就非常害怕數學，大概數學成績最好的時期是在小學四年級以前，之後便急速往下滑。高中要選擇類組的時候，我是毫不猶豫選了社會組，以便逃避數學。一開始是抱著不得不的心情選擇了這門課，不能否認的是聽完老師課程導讀完之後，真的也想退選，但卻是四年級無法這麼做，、、、。不過這樣的心情是在深入了解這堂課之後而有所改變，、、、。”、『從小我的數學就不好，但我並不能否定數學的價值與貢獻；同樣的，這門課確實幫我開了一個以前決不會想到的想法與方向，幫助我在思考與探討人生眾多難解的問題時，能夠有不同的參照方向。

因此，我們設計的機率模擬遊戲，是由簡單入複雜、經獨立到相依，在動手操作中完成模擬實驗而實現隨機遊戲中的一些情境，以體驗『隨機性』的真諦；有了初步體驗之後，再擴展到電腦模擬的大量結果呈現時，同學們的感受和領略格外深刻，並且透過參與心得的分享和討論，來展現個人學習進展和團體成長，以深入體會『機率』的整體觀、領悟資訊科技融入數學教學的威力，進而可能的實現教學目標：“期使得同學們在學習過程中，逐步建立「隨機」、「隨緣」和「無常」的正確「科學化」思維，以追尋豐富而自在的美好人生境界。”

在學術研究成果的論文產出部份，陳仁義（2011）整理這兩年來研究計畫成果，李嘉祥、陳仁義（2010）則完成了最基礎性的模擬骰子投擲遊戲，運用亂數表的輔助學習來瞭解一個有趣的隨機問題，進而體驗一下『隨機性』的真諦；陳仁義、魏志安、鄭信源（2007）進一步運用此種模擬方法完成著名遊戲『汽車與山羊』（Monty Hall）的簡化版本；陳仁義（2010）則完備了此遊戲的獎品隨機放置之模擬和理論部份之整理。

從修課同學們的整體反應中，是高度地肯定『具體操作』的學習方式，並且以最高平均值的『已覺察到可運用科技工具 Excel 等來提升書面報告的完成效率』、『運用資訊科技 Excel 等之融入學習是值得推廣的』來回應；相對的最低平均值『完成此報告的 Excel 指令等科技工具，對我而言是易於瞭解或上手的』、『當我碰上新接觸的電腦軟體時，參閱了手冊或說明文件之後就可上手』來抱怨！因此同學們是部份的有所保留，老師方面則尚有相當大的努力空間。在瞭解教學成效和學習意願的可能影響因素，有用性認知是我們所設計的資訊科技融入教學系統中為最重要而直接影響構面！這也相當符合現代社會氛圍（快速變遷、資訊爆炸）和年輕學子的決策模式（速戰速決、做了再說；Just do it!），且身處在績效掛帥、市場經濟的大環境之中，有用性要能很快地被認知、接受或突顯出來，否則就是要遭到淘汰出局！

七、 參考文獻(未列出部份詳見陳仁義, 2011)

1. 王全世 (2000)。資訊科技融入教學之意義與內涵。《資訊與教育》，80，23-31。
2. 余民寧(2006)。《潛在變項模式：SIMPLIS 的應用》。台北：高等教育文化事業有限公司。
3. 吳為聖、張惠博、郭重吉(2007)。影響國中自然科教師接受資訊科技融入教學之個人因素研究。《科學教育學刊》，15(5), 543-563。
4. 洪振方、謝甫佩(2008)。以結構方程模式驗證影響國二學生科學思考因素之理論模式。《科學教育學刊》，16(6)，563-584。
5. 邱皓政(2011)。《量化研究與統計分析：SPSS(PASW)資料分析範例解析》。臺北：五南圖書出版公司。
6. 何仕仁、黃台珠、吳裕益(2009)，科學學習歷程模式之建構及驗證。《科學教育學刊》，17(1), 69-90。
7. 李嘉祥、陳仁義(2010)。模擬骰子投擲的一種隨機遊戲。《科學教育月刊》，第 329 期，19-33。
8. 陳仁義、魏志安、鄭信源 (2007)。一個隨機遊戲中的機率概念。《台灣數學教師(電子)期刊》，第 12 期，33-46。
9. 陳仁義 (2010)。一個隨機遊戲中的機率理論註解。《台灣數學教師(電子)期刊》，第 21 期，2-19。
10. 陳仁義 (2011)。以結構方程模式來研究資訊科技融入數學通識教育之影響因素，Working paper。
11. 張國恩 (2001)。從學習科技的發展看資訊融入教學的內涵。載於何榮桂、戴維揚主編，《資訊教育課程設計》，135-161。台北：師大學苑。
12. 張淨怡、張佩芬、林信榕、張琬琳 (2008)。教師使用資訊科技融入教學之困境與因應之道。第十二屆全球華人電腦教育應用大會(GCCCE2008)，5 月 4-8 日，美國：密西根州立大學。<http://lrn.ncu.edu.tw/chineseindex.html>。
13. 傅振瑞(2006)。《Visual PLS》，<http://fs.mis.kuas.edu.tw/~fred/vpls/>。
14. 楊榮祥、Fraser (1998)。台灣和西澳科學教室環境的合作研究 – 研究架構、方法及對台灣科學教育的啟思。《科學教育學刊》，6(4), 325-342。
15. Agarwal, R., Sambamurthy, V. & Stair, R.M. (2000). Research report: the evolving relationship between general and specific computer self-efficacy — an empirical assessment. *Information Systems Research*, 11 (4), pp. 418–430.
16. Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
17. Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147.
18. Bhattacharjee, A. (2001). Understanding information systems continuance: an expectation-confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3), 351–70.

19. Bhattacharjee, A. & Premkumar, G. (2004). Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: a theoretical model and longitudinal test. *MIS Quarterly*, 28(2), 229-254.
20. Chau, P.Y.K. (2001). Influence of computer attitude and self-efficacy on IT usage behavior. *Journal of End User Computing*, 13 (1), 26–33.
21. Davis, F.D. (1989), Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 318–340.
22. Davis, F.D., Bagozzi, R.P., & Warshaw, P.R.(1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
23. Dias, L.B.(1999), Integration technology: some things you should know. *Learning and Learning with Technology*, 27(3), 10-13, 21.
24. Fishbein, M. and Ajzen, I. (1975), *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, MA: Addison-Wesley, Reading.
25. Henseler, J. & Chin, W.W. (2010): A comparison of approaches for the analysis of interaction effects between latent variables using partial least squares path modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 17(1), 82-109.
26. Igbaria, M., & Iivari, J., (1995). The effects of self-efficacy on computer usage. *Omega: International Journal of Management Science*, 23(6), 166-175.
27. Lee, M.-C. (2010), Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & Education*, 54, 506-516
28. Nunnally, J., (1978). *Psychometric Theory*(2th ed.). New York: McGraw-Hill.
29. Ong, C.S., Lai, J.Y. & Wang, Y.S. (2004). Factors affecting engineers' acceptance of asynchronous e-learning systems in high-tech companies. *Information and Management*, 41, 795-804.
30. Premkumar, G., & Bhattacharjee, A. (2008). Explaining information technology usage: A test of competing models. *Omega: International Journal of Management Science*, 36, 64-75.
31. Roblyer, M. D. (2003). *Integrating Educational Technology into Teaching* (3rd Ed). Columbus, Oh.: Merrill Prentice Hall.
32. Smith, R.M., Neisworth, J.T., & Greer, J.G. (1978). *Evaluating Educational Environment*. Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
33. Venkatesh, V., & Davis, F.D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-205.
34. Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G.B., & Davis, F.D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 26(4), 425-478.

附錄

附表 1、原始問卷題目和 87 筆有效資料的平均值與標準差

	Mean	S.D.
PE01 教學平台上所公佈範本中的 Excel 指令，我可以清楚瞭解或模仿操作。	5.10	0.86
PE02 經過老師的講解示範或同學討論，讓我易於掌握 Excel 指令的使用技巧。	5.07	0.91
PE03 完成此報告的 Excel 指令等科技工具，對我而言是易於瞭解或上手的。	4.61	1.07
CS01 當我碰上電腦軟體不熟悉或更新時，常會找同學或朋友幫忙就可上手。	4.95	1.07
CS02 如果有人示範了新電腦軟體的操作程序之後，我就可順利的重新上路。	4.63	1.06
CS03 當我碰上新接觸的電腦軟體時，參閱了手冊或說明文件之後就可上手。	4.23	1.12
PU01 我已察覺到可善用科技工具 Excel，來加速完成這種類型的書面報告。	5.43	0.88
PU02 為了強化模擬結果的準確性，我已體會到可以善用科技工具 Excel 等。	5.22	0.80
PU03 我已覺察到可以運用科技工具 Excel 等，來提升書面報告的完成效率。	5.61	0.60
PU04 整體而言，我覺得利用科技工具 Excel 來完成期末報告的作業是有用的。	5.60	0.62
BI01 在此單元教學中，運用了資訊科技 Excel 等之融入學習是值得推廣的。	5.45	0.69
BI02 如何適度而有效的善用資訊科技，是此單元學習中帶給我的省思課題。	5.00	0.85
BI03 適當的課程當中加以融入此種資訊科技的教學題材，是值得推廣的。	5.30	0.76

附表 2: 87 筆有效問卷的原始資料值(未呈現部份詳見陳仁義，2011)

編號	PE01	PE02	PE03	CS01	CS02	CS03	PU01	PU02	PU03	PU04	BI01	BI02	BI03
02	4	4	3	4	3	3	5	4	5	5	6	5	5
03	6	5	4	6	6	6	6	5	5	6	6	5	6
04	6	5	6	4	4	5	6	6	6	6	6	6	6
06	4	5	5	5	4	4	6	6	6	6	6	6	6
07	1	1	2	3	2	5	1	5	5	5	4	4	4
09	5	4	3	3	4	2	4	4	5	5	5	5	5
.													
.													
43	5	3	3	2	4	4	5	3	5	5	4	3	4
45	5	6	5	6	4	5	5	4	5	4	4	6	5
.													
.													
91	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5
92	3	3	2	6	4	2	5	5	6	6	5	5	6
93	5	6	5	6	4	3	6	5	6	6	5	5	6

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/26

國科會補助計畫	計畫名稱: 資訊科技融入大學數學通識教育: 以電腦模擬機率遊戲為例 (二)
	計畫主持人: 陳仁義
	計畫編號: 99-2511-S-343-001- 學門領域: 數學教育-科學教育理論-數學
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳仁義		計畫編號：99-2511-S-343-001-				計畫名稱：資訊科技融入大學數學通識教育：以電腦模擬機率遊戲為例（二）	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	1	0%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	0%		
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	3	3	100%	人次	
		博士生	0	0	0%		
博士後研究員		0	0	0%			
專任助理		0	0	0%			
國外	論文著作	期刊論文	0	0	0%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	0%		
		研討會論文	0	0	0%		
		專書	0	0	0%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	0%	人次	
		博士生	0	0	0%		
博士後研究員		0	0	0%			
專任助理		0	0	0%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

面對著這些放棄、恐懼、害怕、逃避數學的眾多同學們，身處在資訊科技充斥著我們生活周遭！如何作有效的互動、結合與相互融入，是本研究計畫中的努力重點：

‘我本身是傳播系且雙主修歷史的學生，跟數學的距離可說是相當遙遠，記得從高一以來，我便放棄數學，轉而投資英文、國文、歷史等文科，因此只要看到數學時總是有莫名的恐懼，還記得起先在做報告時，我連基礎的分數換算成小數都出了問題，、、、。’、
『整個學期下來，在做報告時偶爾會覺得厭煩，但是完成之後得到的數據及結果都讓我感到驚訝，這樣的學習方式比起直接得到答案更令我印象深刻，也加深我學習動力。』、
其實，我從小就非常害怕數學，大概數學成績最好的時期是在小學四年級以前，之後便急速往下滑。高中要選擇類組的時候，我是毫不猶豫選了社會組，以便逃避數學。
一開始是抱著不得不的心情選擇了這門課，不能否認的是聽完老師課程導讀完之後，真的也想退選，但卻是四年級無法這麼做，、、、。不過這樣的心情是在深入了解這堂課之後而有所改變，、、、。’、
『從小我的數學就不好，但我並不能否定數學的價值與貢獻；同樣的，這門課確實幫我開了一個以前決不會想到的想法與方向，幫助我在思考與探討人生眾多難解的問題時，能夠有不同的參照方向。’

因此，我們設計的機率模擬遊戲，是由簡單入複雜、經獨立到相依，在動手操作中完成模擬實驗而實現隨機遊戲中的一些情境，以體驗『隨機性』的真諦；有了初步體驗之後，再擴展到電腦模擬的大量結果呈現時，同學們的感受和領略格外深刻，並且透過參與心得的

分享和討論，來展現個人學習進展和團體成長，以深入體會『機率』的整體觀、領悟資訊科技融入數學教學的威力，進而可能的實現教學目標：’期使得同學們在學習過程中，逐步建立「隨機」、「隨緣」和「無常」的正確「科學化」思維，以追尋豐富而自在的美好人生境界。’

在學術研究成果的論文產出部份，陳仁義（2011）整理這兩年來的研究計畫成果，李嘉祥、陳仁義（2010）則完成了最基礎性的模擬骰子投擲遊戲，運用亂數表的輔助學習來瞭解一個有趣的隨機問題，進而體驗一下『隨機性』的真諦；陳仁義、魏志安、鄭信源（2007）進一步運用此種模擬方法完成著名遊戲『汽車與山羊』（Monty Hall）的簡化版本；陳仁義（2010）則完備了此遊戲的獎品隨機放置之模擬和理論部份之整理。

從修課同學們的整體反應中，是高度地肯定『具體操作』的學習方式，並且以最高平均值的『已覺察到可運用科技工具 Excel 等來提升書面報告的完成效率』、『運用資訊科技 Excel 等之融入學習是值得推廣的』來回應；相對的最低平均值『完成此報告的 Excel 指令等科技工具，對我而言是易於瞭解或上手的』、『當我碰上新接觸的電腦軟體時，參閱了手冊或說明文件之後就可上手』來抱怨！因此同學們是部份的有所保留，老師方面則尚有相當大的努力空間。在瞭解教學成效和學習意願的可能影響因素，有用性認知是我們所設計的資訊科技融入教學系統中為最重要而直接影響構面！這也相當符合現代社會氛圍（快速變遷、資訊爆炸）和年輕學子的決策模式（速戰速決、做了再說；Just do it!），且身處在績效掛帥、市場經濟的大環境之中，有用性要能很快地被認知、接受或突顯出來，否則就是要遭到淘汰出局！