

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 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2511-S-343-001-M
執行期間：98年08月01日至99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：簡志瑋
碩士班研究生-兼任助理人員：張堯榮
碩士班研究生-兼任助理人員：王淑樺
碩士班研究生-兼任助理人員：陳美秀

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 31 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

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2511-S-343-001-M

執行期間：98年8月1日至99年7月31日

計畫主持人：陳仁義

共同主持人：

計畫參與人員：簡志璋、張堯榮、王淑樺、陳美秀

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

中華民國九十九年七月三十一日

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

摘要

關鍵詞：資訊科技；數學教學；電腦模擬；機率遊戲；科技接受模型。

在此計畫中，我們嘗試著將多年來的小型實驗性教學成果，擴展實施在較為大型班級的通識課程『機率與人生』教學。修課的181位同學們是來自於各學院，尤其是社會組居多，數理背景的訓練相對較為薄弱。在這一年的施行期間，我們是以量化為主質化為輔，引用科技接受模型來探究和評量各種可能的影響構面，在延續小型實驗教學過程中適度調整已實施的機率遊戲教材和電腦模擬方法，以符合數理背景較弱的同學。量化的結果顯示，學習態度(**Attitude, AT**)構面的調整扮演著行動持續性(**Intention, BI**)的最重要影響因素；至於資訊科技(**IT**)的融入和有用性認知(**PU**)也是不能或缺的影響因子。其次是我們找出不同專業領域中一些學習成效較佳的代表性同學，試圖以初步研究的質化整理來呈現，以引領出更好的教材內容、教法安排和資訊科技融入技巧等面向之可能影響面向。

Abstract

Keywords: Information Technology; Mathematics Instruction; Computational Simulation; Probability Game; TAM。

This project is primarily based on the quantitative research using TAM (Technology Acceptance Model) to explore and study various constructs of the proposed instruction methods. Various simulations of probability problem-solving with information technology are proposed and well designed on the basis of good results conducted from a small class study in the past 3 years. This type of mathematics instruction method was extended to teach a large class of probability course for a university's general education enrolled with 181 students during the past one year. Various simulation procedures for the simplified probability problems are adapted for the students with less training of mathematics. To investigate various constructs of the proposed instruction, quantitative along with qualitative methods are performed. Among of which the constructs are studied, the student's **attitude(AT)** is the dominant factor to continuously learning **intention(BI)**. To guide students to have good perception of usefulness (**PU**) as well as Information Technology(**IT**) integrated are also 2 important factors. Simulation procedures and probability problems may be further adjusted for improving overall performance. The gradual improvement of how to learn the right probability conception for the students is also investigated and presented with qualitative methods.

一、 前言

隨著資訊科技的快速更新、應用層面不斷地擴大等因素，導致資訊科技融入數學教學的多數研究也只好跟著不斷從事著更新和擴大層面，難以作整合性或垂直性的融入教材和教學，更沒有加以探討科技融入是否會在與人的學習互動中產生那些正面的影響因素，以作為後續科技融入的規劃、設計和篩選之引導。我們試著在此計畫中作垂直性的融入教材和教學，且以科技接受模型來探索一些在學習互動中的正面影響因素。此外，初步的質化研究整理也將呈現，或可作為引領出更好的教材內容、教法安排和資訊科技融入技巧等面向之參考或依循。

二、 研究目的

在此計畫中，我們嘗試著將多年來的小型實驗性教學成果，擴展實施在較為大型班級的通識課程『機率與人生』教學。修課的 181 位同學們是來自於各學院，尤其是社會組居多，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，是我們在這一年的施行期間持續努力的目標。我們延續了先前的小型實驗教學成果，且適度調整已實施的機率遊戲教材和電腦模擬方法，以符合數理背景較弱的同學。並以量化為主質化為輔來探索和評估成效，使用因素分析法探索各種可能的影響構面，續以路徑分析方法來關聯出影響構面之間的因果性；其次是找出不同專業領域中一些學習成效較佳的代表性同學，試圖引領出更好的教材內容、教法安排和資訊科技融入技巧等面向之可能影響因素。

三、 文獻探討

多年來研究學者嘗試著將資訊科技融入數學教學是多面向的(王全世, 2002; 李源順, 2003; 楊德清和陳育聖, 2004; 鐘樹椽和程璟滋, 2005; 劉祥通、吳美蓉和翁宜青, 2002; Dias, 1999; Halpin, 1999; Yang, Li and Li, 2008)，尤其是國中、小學階段更是引領著此股風潮，試圖藉由科技的輔助教學和學習，有效地讓數學教育和學生學習往下紮根，至今已有相當具體研究成果呈現出來。基於此，我們試著在此計畫中作垂直性的融入教材和教學，並且在學習互動中以科技接受模型 (**TAM**, Technology Acceptance Model) 來探索一些可能的正面影響因素。這個模型是由 Davis, Bagozzi and Warshaw (1989) 所形成的量化模型，以解釋資訊系統新開發完成之後，作為評估系統可被接受程度、廣泛被使用情形和有利影響因素等。這些年來已受到廣泛的注意、引用和延伸，且獲得許多實證研究上的支持(Karahanna, Straub & Chervany, 1999; Premkumar & Bhattacherjee, 2008; Venkatesh & Brown, 2001; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003)。因此，引用此模型來評估一個資訊科技融入教學方式，或可提供一些指標來改善傳統的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**知覺到系統的親切、接受、進而使用之**，可以**強化、改善、進而實現自我表現或成就績效**；而知覺**易用**則是反應著使用者**知覺到系統的易於親近性、接受門檻低、進而自然而然地融入**！其間的因果模式被廣泛應用的正如圖 1 所示，知覺有用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性，而在經過一段時間之後會有不一致的結果，然而會對知覺有用的直接影響之下，形成對使用意圖產生間接影響力 (Davis, et al., 1986; Premkumar and Bhattacharjee, 2008; Szajna, 1996; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2003)。

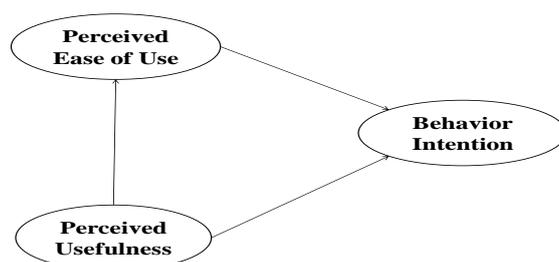


圖 1：Premkumar and Bhattacharjee (2008)

以此為基礎，我們建構的**量化研究模型**是加入了外部變數資訊科技 (Information Technology, IT) 的融入，以研究其可能的影響層面和相關性質。

四、 研究方法

科技接受模型(TAM, Technology Acceptance Model)是由Davis, Bagozzi and Warshaw (1989) 所發展完成的結構方程模式，我們引用此模型來作量化分析，原始資料是根據期末問卷所收集彙整完成的，總共有172筆有效資料來作分析，完整的原始資料值呈現在附錄的附表2中，其原始問卷題目15個小題形成五個構面放在附表1中，總共發給了181個修課同學。一方面我們透過信度分析檢核量表的一致性，另外一方面使用區別效度評估量表構面之間的差異性。信度主要透過兩個常用的指標內部一致性係數(Cronbach' s α)以及組合信度(CR, Composite Reliability) 來檢核，若潛在變項的兩信度指標愈高，則其一致性愈佳。一般而言，在應用上Cronbach' s α 值至少要大於0.5，最好大於0.7(Nunnally, 1978)，且CR值需大於0.7(Hatcher, 1994)，效度方面，Bagozzi and Phillips(1982) 建議驗證性因素分析(Confirmatory Factor Analysis, CFA) 適用於已有相當理論基礎之研究，我們使用檢核區別效度(Discriminant Validity)來看構面內之題目間的相關性間以及構面之間的區別性。主要指標有平均抽取變異量(AVE, Average Variance Extracted) 需大於0.5，以及平均抽取變異量開根號後大於構面之間的相關係數 (Igarria and Iivari, 1995)。以此為背景，我們延伸了 Premkumar and Bhattacharjee (2008) 所討論的最簡模型

為基礎，所建構的**量化研究模型**除加入了外部變數**資訊科技融入**之外，並且考量 Davis, Bagozzi and Warshaw (1989) 原始模型中的**態度(Attitude, AT)** 構面，也就形成了圖 2 所示的**本研究模型**，**箭頭指向**是可能的**影響路徑**。

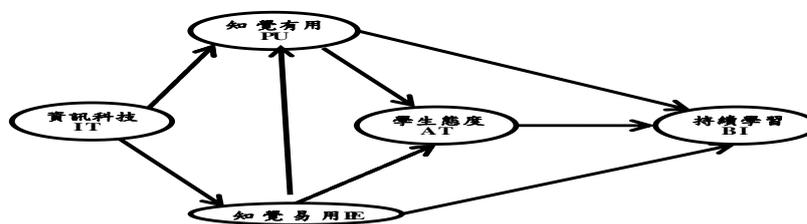


圖 2：研究模型

質化研究的部份，我們在 3 次的書面報告中，找出不同專業領域中一些學習成效較佳的代表性同學，從他們在完成模擬報告的『具體操作』過程中，所體驗的新奇感和個人心得給描述了下來，這些自然呈現的文字內容，讓我們可初步地整理出來，或可呼應量化分析的結果，且試圖引領出更好的教材內容、教法安排和資訊科技融入技巧等面向之可能影響因素。

五、 結果與討論

我們收集完成的數值和文字資料，是以**量化為主質化為輔**來作分析整理：利用 172 筆有效原始資料所作的描述性統計分析，五個構面中學習持續性(BI)和資訊科技(IT)融入的平均值較高；認知有用性 (PU) 的平均值則較低，詳見附表 1。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，進而肯定『具體操作』的學習方式，以高平均值的『值得推廣』來回應；然而要瞭解『人生觀』中『隨機性』、『偶然性』的有用性認知構面，同學們還是有所保留，老師尚有相當大的努力空間。

原先規劃的五個構面中設計了 15 個問卷題目，我們利用 172 筆原始資料來作進一步的因素分析，表 15 中呈現了 SPSS 的分析結果：問卷設計的每一組題目都回到了自己的構面；15 個題目的總變異量之 72.055% 可被五個構面所解釋！其中資訊科技在轉軸前的解釋比率高達總變異量之 32.442%，也就是占了解釋能力的四成五，或可呼應此構面的高變異數值，詳見附表 1。這似乎意味著資訊科技工具 Excel 的介入使用已帶給大部份同學的正面評價或高度期待，但有少數同學依然無法及時地進入狀況。此外，五個構面的 Cronbach's α 值均大於 0.5，只有認知有用性構面小於 0.7！然而進一步以 AMOS 的路徑分析分析結果顯示，五個構面的 Cronbach's α 值均大於 0.7，詳見表 2。此表中的**五構面組合信度(CR)**均大於 0.7、**平均抽取變異量(AVE)**也都大於 0.45 (只有認知有用性構面小於 0.5)！因此，信度檢核都在可接受的範圍內，然而認知有用性的低 AVE 和 Cronbach's α 值似乎呼應著的較低構面平均值，也意味著要探索瞭解『人生觀』中『隨機性』、『偶然性』的有用性認知構面，同學們還在努力當中、老師也有改善的空間。

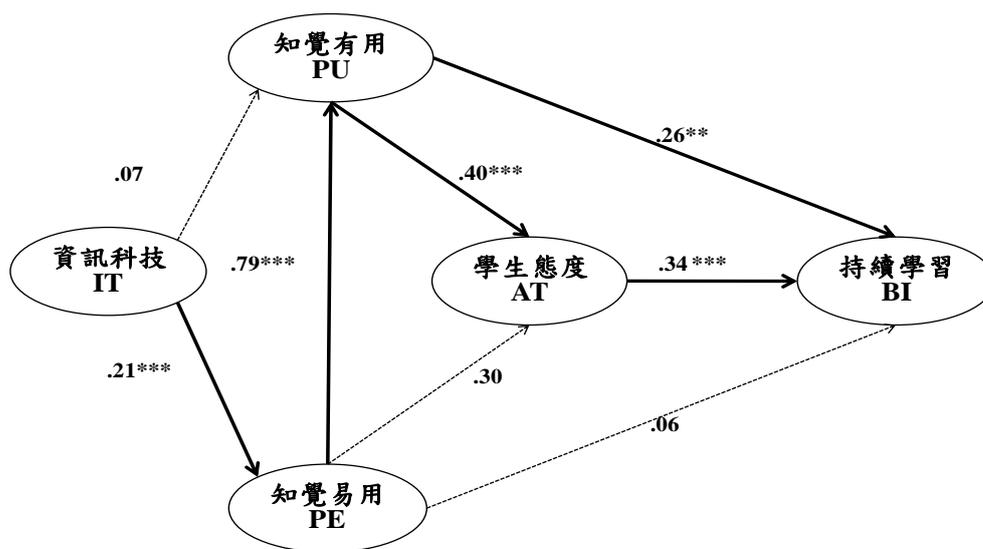
表 1: Cronbach's alpha 係數值與探索性分析結果 (SPSS 的因素分析)

	IT	BI	AT	PU	PE
IT3	.884				
IT2	.876				
IT1	.827				
BI2		.870			
BI1		.814			
BI3		.752			
AT3			.876		
AT1			.851		
AT2			.623		
PU1				.813	
PU2				.777	
PU3				.602	
PE1					.839
PE3					.771
PE2					.575
Cronbach Alpha	0.87	0.83	0.79	0.60	0.70
解釋變異-轉軸前(%)	32.442	14.354	11.065	7.974	6.219
解釋變異-轉軸後(%)	16.113	14.908	14.657	14.056	12.321

表 2: 五個構面的信、效度和區別效度分析 (AMOS 的路徑分析_經標準化)

構面	題數	Cronbach's alpha	C R	AVE	資訊 科技	知覺 有用	知覺 易用	學生 態度	持續 學習	R-sq
資訊科技	3	0.87	0.87	0.70	0.84					
知覺有用	3	0.70	0.71	0.46	0.28	0.68				0.26
知覺易用	3	0.70	0.76	0.53	0.46	0.50	0.73			0.21
學生態度	3	0.80	0.81	0.60	0.22	0.38	0.29	0.77		0.16
持續學習	3	0.83	0.83	0.62	0.34	0.42	0.27	0.53	0.79	0.34

另一方面，效度驗證方面，我們先以各個構面的區別效度來看，也都達到且在可接受範圍內。其次，構面之間的路徑分析結果顯示，持續學習(BI)的構面變異量可被學生態度(AT) 和 知覺有用(PU)兩構面解釋 34%(表 2 的右下角)，且顯著地受到態度強於知覺有用的影響；而知覺易用(PE)就沒有顯著地影響持續學習意願！然而卻間接地透過知覺有用構面來產生其影響性，我們也再度實證許多類似的研究成果：易用性(PE)會直接而顯著地影響有用性(PU)。



P<0.001*** ; P<0.01** ; P<0.05*

圖 3: 路徑圖與路徑係數估計值 (AMOS 的路徑分析圖)

表 3: 路徑分析整理 (AMOS 的分析結果)

	估計值	標準誤	T 值	P 值
IT → PE	.206	.045	4.617	***
IT → PU	.072	.075	.962	.336
PE → PU	.792	.203	3.895	***
PE → AT	.299	.227	1.315	.188
PU → AT	.399	.145	2.754	**
AT → BI	.341	.077	4.452	***
PU → BI	.255	.115	2.224	*
PE → BI	.060	.170	.354	.724

p<0.05 *; p<0.01 **; p<0.001 ***

同學們的心聲或可印證一些：“我以前十分害怕數學，．．．，具體操作幫助了我，．．．。”、『感覺以前是因為厭惡有關與數學相關的名詞而都會故意去忽略，選修了這堂課之後才肯敞開心胸去面對。』、“從來沒有想到過，數學不是很好的我也能夠自己做出數學報告，．．．，對我來說，這門數學課的吸引力就在於它能讓我得到計算以外的感受！”、『曾經的我再上大學時立志成為「數學絕緣體」，但現在我的慢慢對數學有了些許的興趣，這是我在此次完成報告的過程中最另一層的心得。』等等。至於資訊科技工具 Excel 的融入與應用之影響性，易用性是直接而顯著受到影響，知覺有用就沒有呈現出其顯著性！覺察到善用科技工具 Excel 可加速完成報告且強化模擬結果的準確性，或可體會到資訊科技的特性之一：速度快、不厭其煩且善於重複性工作！然而並不容易和『隨機性』、

『偶然性』的『人生觀』認知瞭解可聯結起來。同學們的心聲或可印證一些：『使用 Excel 來作報告真的快很多，但是體會到的感受明顯不如自己慢慢算，．．．，我在計算中慢慢觀察出這個模擬遊戲規律，大略能夠體會模擬遊戲隱含的意義，之後的課堂上在老師講解下，整體明白偶然性、隨機性的意義。』、“用 Excel 真的是比用 Word 慢慢打一個個算的速度還要快上許多。只要打式子上去，然後把表格往下一拉，一下子所有的數據全部跑出來，當所有正確的數字，壯觀的跑出來時，那還真的有莫名的成就感，而且只要一開始的算式沒有打錯，就幾乎不用擔心會有計算錯誤或漏失的問題，真的是一個很方便、很好玩且很神奇的程式！”、『科技使我們方便，使我們多出很多空閒，但相反的，卻讓我們失去“體會”的時光。改用 EXCEL，只要寫出算式，接下來就用不到五分鐘便能得出答案。但少了手算的步驟，思考的迴路似乎就這麼被拉直，然後什麼都沒有。．．．，最短的路不一定是最好的路，繞個彎常能遇見另一方美景。』、“徒手具體操作時候會在分析的同時可了解每一筆數據的分佈大概是怎麼樣子的，這就讓我想到，雖然電腦是因為幫助人所以才存在的，但是它同時也剝奪了我們去體會，去學習的機會，但是如果數據真的非常龐大，我想還是用電腦去分析它，會比較有經濟效益．．．”、『雖然程式化快捷又便利，能夠省去許多反覆思考、推敲及檢查的時間，但卻也喪失了最初那份唯恐百密中有一疏，最終完美呈現結果的成就感。新科技產物下帶來的或許是更多的便捷及高效率，但也同時犧牲了最原先最完整的傳統過程、人文價值，．．．』等等。

此外，學習態度的轉變是扮演著關鍵性角色，學期初有些修課學生因為對於數學存有距離感，認為跟數學有關的內容存在著一定的難度，但是透過簡單且重複的動作可以解析難題。因此學生可能慢慢適應而有所收穫。例如：“因為討厭數學，所以才會選擇文學院。而學校規定我們必須要修習與數理領域相關的課程，才選了這堂課。記得剛開始做報告的時候，完全無法理解其中意涵，只覺得按照範本趕快結束報告。經過後來一次又一次的報告中，讓我漸漸有了一點頭緒，並看出其中相關性，最後出來的結果令人感到意外。實際的操作確實比上課時的聽講更容易明白，而不是紙上談兵而已。而且完成報告時所帶來的成就感與驚奇是我當初所意想不到的。．．．，經過操作所完成的報告，讓我發現其實數學沒有想像中的難。以後，我或許會考慮選擇有關數理方面的課程，不過當然不能太難，只能從基礎開始，說不定也會發現其中的樂趣。”、『以前高中學數學都要一直背公式和演算很多題目，結果成績都不好，因此心裡對於數學產生陰影，後來修讀機率與人生發現比較能接受老師的上課方式，老師把每個概念講的蠻清楚，作業則是透過遊戲方式引起我的興趣，讓我在無壓力的學習環境中主動積極去學習數學領域，這跟高中時代學數學的經驗差很多。』、“從不願意碰這份感覺又複雜又無聊的作業，到能夠漸漸體會而一一將問題解決，這種有收穫而成長的感覺真的非常棒。．．．，以前覺得數學是一種很死板的科學，只是一大堆令人頭腦爆炸的數字和符號，就好比是學期初老師發給每個同學的那張亂數表，如此的令人倒胃。沒想到這些數字經過老師賦予了他意義之後，也可以變的這麼有趣，變的這麼生活。修過這堂課之後，數學似乎不再那麼的令人畏懼了呢！”

六、 計畫成果自評部份，

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』的真諦之一二；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，進而可領悟到資訊科技垂直融入數學教學的威力。

在學術研究成果的論文產出部份，李嘉祥、陳仁義（2010）整理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）則進一步運用此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，並以高平均值的『值得推廣此種學習方式』來回應；然而想進一步瞭解『人生觀』中『隨機性』、『偶然性』的有用性認知構面，同學們還是有所保留，老師方面則尚有相當大的努力空間。

七、 參考文獻

- 王全世（2002），資訊科技融入教學之意義與內涵，資訊與教育雙月刊，80，23-31。
- 李源順（2003），教師運用網際網路學習數學教學的需求之調查分析，科學教育研究與發展季刊。
- 林菁、洪美齡、李依玲、吳俊男（2007），數位典藏融入大學通識教育以女性人物探究為例。教學科技與媒體，82，21-39。
- 高于婷、蔡孟哲、陳仁義（2008），建構一個班級部落格平台之實例研究 第九屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會，大葉大學資管系主辦，民國九十七年五月二十四日。
- 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，(NSC 98-2511-S-343-001-M)。
- 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，(NSC 98-2511-S-343-001-M)。
- 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，(NSC 92-2522-S-194-002)。
- 張堯榮、簡志瑋、陳仁義（2009），以TAM來探討資訊科技融入通識教學之成效，2009智慧科技與應用統計研討會，文化大學應數系、台灣智慧科技與應用統計學會主辦，民國九十八年七月二十二日。
- 楊德清、陳育聖（2004），探討電算器輔助教學對國小六年級學生解題能力發展之個案研究。南師學報，38(2)，93-120。

- 劉祥通、吳美蓉、翁宜青(2002),電算器教學活動對小數學習的影響。
科學教育研究與發展季刊, 26, 22-39。
- 鐘樹椽和程璟滋(2005),資訊科技應用於數學科教學之探討。
教育資料與圖書館學, 43(2), 249-266。
- Battacherjee, 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.
- Bagozzi, R. P., & Phillips, L. W. (1982). Representing and testing organizational theories: a holistic construal. *Administrative Science Quarterly*, 27, 459-89.
- Chau, P. Y. K. and Hu, P. J. H. (2001), Information technology acceptance,” *Decision Sciences*, Vol.32, No.4, 699-719.
- Chin, W. (1998). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22(1), 7-16.
- Daley, B. (2008). *Computer are Your Future*, 9th Ed., New Jersey: Pearson Education.
- 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.
- Dias, L. B. (1999), Integration technology: some things you should know, *Learning and Learning with Technology*, 27(3), 10-13, 21.
- Fishbein, M. and Ajzen, I. (1975), *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Halpin, R. (1999), A model of constructivist learning in practice: Computer literacy intergrated into elementary mathematics and science teacher education, *Journal of Research on Computing in Education*, 32(1), 128-139.
- Igbaria, M., & Iivari, J, (1995). The Effects of Self-Efficacy on Computer Usage. *Omega: International Journal of Management Science*, (6), 587-605.
- Karahanna, E., Straub, D. W., & Chervany, N. L. (1999). Information technology adoption across time: a cross-sectional comparison of pre-adoption and post-adoption beliefs. *MIS Quarterly*, 23(2), 183-213.
- Nunnally, J., (1978). *Psychometric Theory*, 2th ED., New York: McGraw-Hill.
- Premkumar, G., & Bhattacharjee, A. (2008). Explaining information technology usage: A test of competing model. *Omega*, 7, 64-75.
- Szajna, B. (1996). Empirical evaluation of the revised technology acceptance model. *Management Science*, 42(1), 85-92.
- Venkatesh, V., & Brown, S. A. (2001). A longitudinal investigation of personal computers in homes: adoption determinants and emerging challenges. *MIS Quarterly*; 25(1), 71-102.

- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-205.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 26(4), 425-78.
- Warshaw, P. R., & Davis, F. D. (1985). Disentangling behavioral intention and behavioral expectation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 213–228.
- Strategies for Small Sample Research, Sage Publications, 307-341.
- Yang, D. C., Li, M. N, and Li, W. J. (2008), Development of a Computerized Number Sense Scale for 3-rd Graders: Reliability and Validity Analysis, *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 3(2),110-124.

八、 附錄

附表 1: 原始問卷題目和 172 筆有效資料的平均值與標準差

	Mean	S.D.
IT1 為了加速完成模擬骰子投擲的書面報告，我已覺察可善用科技工具 Excel。	5.10	1.13
IT2 為了提升骰子模擬結果的準確性，我已覺察到善用科技工具 Excel 的需求性。	5.31	1.03
IT3 為了強化整體報告中的計算準確性，我已覺察到『善用』科技工具 Excel 的需求性。	5.40	0.98
PE1 我可以清楚瞭解這兩個骰子遊戲的模擬步驟或進行規則。	5.34	0.78
PE2 模擬骰子遊戲中所延伸出來的大數法則，對我而言是可以清楚瞭解的。	4.95	0.92
PE3 兩種獎品放置的遊戲模擬步驟或進行規則，我是可以清楚瞭解的。	5.46	0.63
PU1 在這兩個骰子模擬遊戲的練習過程中，幫助了我體會『隨機性』的概念。	4.94	0.90
PU2 在兩種開門模擬遊戲的練習過程中，強化了我體會『隨機性』的概念。	4.81	0.96
PU3 在此課程中所體會的『偶然性』概念，讓我瞭解『人生觀』的多元性。	4.85	0.87
AT1 我會推薦所認識的同學或學弟、學妹來修讀『機率與人生』課程。	5.04	0.99
AT2 在此課程中所學習到的『多元人生觀』，對我而言是獲益良多。	5.01	0.87
AT3 整體而言，我相當滿意於 修讀了『機率與人生』的這門課程。	4.88	0.92
BI1 在適當的相關課程中穿插一些骰子模擬的遊戲題材，是值得推廣的。	5.33	0.78
BI2 在相關課程中穿插一些開門模擬的遊戲題材，是值得推廣的。	5.31	0.78
BI3 在此課程中所加入的多元化遊戲題材、資訊科技融入等，是值得推廣的。	5.47	0.70

附表 2: 172 筆有效問卷的原始資料值

編號	IT1	IT2	IT3	PE1	PE2	PE3	PU1	PU2	PU3	AT1	AT2	AT3	BI1	BI2	BI3
2_1	6	4	4	6	6	6	6	6	6	4	5	6	5	4	6
2_2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
2_3	4	4	6	6	6	4	4	3	4	5	5	5	5	3	6
2_4	6	6	6	6	5	6	4	3	4	6	6	6	6	5	5
2_5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6
2_6	2	2	2	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5
2_7	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6
2_8	5	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2_9	6	6	6	5	5	6	6	6	5	4	4	4	4	5	3
2_10	6	6	5	6	6	6	6	6	5	3	3	1	6	6	5
2_11	3	6	6	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5
2_12	5	6	6	6	5	6	3	3	4	4	5	4	4	4	6
2_13	6	6	6	6	5	6	5	5	6	6	5	5	5	6	6
2_14	6	6	6	6	5	6	3	4	4	4	4	4	6	6	6
2_15	4	4	4	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	6	6
2_16	6	6	6	6	4	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6
2_17	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2_18	5	5	6	5	5	5	5	6	4	6	6	6	5	5	5
2_19	6	6	6	5	5	6	5	5	5	4	6	4	4	5	5
2_20	6	6	6	5	6	6	5	5	4	6	6	6	6	6	6
2_21	5	5	5	5	5	6	3	3	3	4	4	4	5	5	5
2_22	6	6	6	6	4	6	4	5	6	4	4	4	5	5	4
2_23	5	3	3	6	5	5	5	4	6	4	5	5	6	5	6
2_24	3	3	3	6	6	6	5	5	6	6	4	6	6	6	6
2_25	5	5	6	5	5	5	5	4	5	6	5	6	5	6	6
2_26	6	6	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	6
2_27	5	5	5	3	3	5	3	4	4	6	5	6	5	5	5
2_28	6	6	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
2_29	3	3	3	3	2	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4
2_30	4	4	4	5	5	5	5	4	5	6	5	5	6	6	6
2_31	4	4	6	5	4	6	5	5	4	6	4	5	5	5	5
2_32	5	6	6	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6
2_33	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	6	6	6
2_34	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	6	2	6	6	6
2_35	6	6	6	5	5	5	3	5	5	6	6	5	5	5	5
2_36	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4
2_37	4	4	2	5	3	5	6	2	6	5	6	4	5	5	6
2_38	4	6	6	5	5	5	6	5	4	5	4	5	6	6	6
2_39	3	3	3	6	6	6	6	6	4	5	5	6	5	4	5
2_40	6	6	6	5	4	6	5	5	4	6	5	5	6	6	6
2_41	6	4	4	4	5	4	6	5	5	5	5	6	6	6	6
2_42	6	6	6	5	6	5	5	5	5	4	5	5	6	6	6
2_43	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4
2_44	6	6	5	5	6	5	5	6	5	6	5	6	6	5	5
2_45	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6
2_46	4	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6
2_47	4	6	6	4	5	5	4	5	4	5	6	5	6	6	6
2_48	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6
2_49	6	6	6	6	6	6	5	6	4	5	5	6	6	5	6
2_50	6	6	6	6	4	6	6	5	6	6	6	6	5	5	5
2_51	6	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6
2_52	2	2	4	2	2	6	2	1	4	4	2	3	3	5	4
2_53	3	6	6	6	5	6	6	5	5	6	5	6	5	6	5
2_54	6	6	6	5	5	6	5	5	4	5	4	4	6	6	6
2_55	5	6	6	6	5	6	2	5	5	6	6	6	6	6	6
2_56	5	6	6	6	5	6	4	5	6	6	6	6	6	6	6

2_57	6	6	6	6	5	6	5	5	5	4	4	5	6	6	6
2_58	6	6	6	6	5	5	3	4	5	6	6	5	6	6	6
2_59	6	6	6	5	4	5	6	4	5	3	4	4	5	5	5
2_60	6	6	6	4	4	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6
2_61	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
2_62	3	3	3	5	5	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6
2_63	6	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	6	6	6
2_64	6	6	6	6	6	6	5	5	4	5	5	5	6	6	6
2_65	6	6	5	5	4	5	3	3	3	4	5	4	5	5	5
2_66	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4
2_67	6	6	6	6	6	6	4	4	6	6	6	6	6	6	6
2_68	5	6	6	5	4	5	5	5	6	4	5	5	6	6	6
2_69	6	5	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	5	5
2_70	4	6	4	6	6	6	5	4	5	5	6	4	6	6	6
2_71	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	6	5	6	5	6
2_72	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	6
2_73	5	6	6	5	5	5	5	5	5	4	6	5	6	5	5
2_74	5	6	6	5	4	6	6	5	6	4	4	4	6	6	6
2_75	6	6	6	6	4	6	6	6	3	4	5	4	5	5	5
2_76	5	4	5	4	4	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4
2_77	6	6	6	4	4	5	5	5	5	4	4	4	6	6	6
2_78	6	6	6	6	5	6	5	5	5	4	5	4	5	5	5
2_79	5	5	5	4	3	4	4	3	3	3	4	3	5	5	5
2_80	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	5	6
2_81	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	6	5	4
2_82	5	5	6	6	5	6	4	4	4	5	4	6	5	5	5
2_83	6	6	6	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5
2_84	4	5	5	5	6	5	5	6	6	6	5	4	5	5	5
2_85	1	3	4	5	4	6	3	5	6	6	6	6	6	6	6
2_86	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
4_1	6	5	5	6	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5
4_2	6	6	6	6	6	6	4	4	5	4	6	4	6	6	6
4_3	6	4	4	6	6	6	5	5	5	4	3	4	5	5	5
4_4	6	5	5	4	4	4	6	3	5	6	4	5	6	6	5
4_5	5	6	6	6	6	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
4_6	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
4_7	2	6	6	5	5	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6
4_8	6	5	6	5	5	5	5	4	6	5	6	5	5	5	5
4_9	5	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6
4_10	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6	5	5	6	6	6
4_11	6	5	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5	6	5	6
4_12	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	5	5	6	6	6
4_13	6	6	6	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
4_14	5	5	6	5	5	5	5	4	3	4	4	5	3	4	4
4_15	2	3	3	5	6	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4
4_16	6	5	6	6	5	6	6	6	5	4	5	4	5	5	5
4_17	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
4_18	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	5	6
4_19	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6
4_20	6	4	5	5	5	5	3	3	4	4	2	4	3	5	5
4_21	6	6	6	6	6	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5
4_22	5	5	5	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4	4	5
4_23	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5	6	5	5	6	6
4_24	5	5	5	6	5	6	5	4	4	3	4	4	4	4	4
4_25	6	6	6	5	4	5	3	3	4	4	4	3	4	4	4
4_26	6	6	6	5	4	6	5	6	4	4	4	4	5	6	6
4_27	5	6	6	6	6	6	5	5	5	6	4	5	3	4	6
4_28	6	6	6	5	3	5	5	3	5	4	4	3	6	6	6
4_29	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5
4_30	6	6	6	4	4	5	5	4	5	6	5	5	6	6	5

4_31	6	6	6	6	5	6	6	5	4	6	5	6	6	6	6
4_32	5	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
4_33	4	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	6	5	6	6
4_34	5	5	5	5	4	5	4	4	5	6	5	5	6	5	6
4_35	6	6	6	5	5	5	5	4	5	6	5	4	5	3	5
4_36	5	4	5	5	3	6	4	4	6	6	5	5	5	4	4
4_37	4	5	5	5	5	5	6	6	5	4	4	4	4	5	5
4_38	6	6	5	5	5	4	5	6	5	6	5	5	6	6	6
4_39	6	6	6	5	5	5	6	6	6	4	6	4	5	5	6
4_40	4	6	6	6	5	6	5	5	5	5	4	4	5	6	6
4_41	5	4	4	6	4	6	5	5	3	4	4	3	4	3	4
4_42	6	6	6	5	4	5	4	3	5	6	5	5	6	6	6
4_43	4	6	6	6	5	5	6	6	4	5	5	4	6	6	6
4_44	5	5	6	6	5	5	5	4	5	6	6	5	5	6	6
4_45	4	6	6	6	5	6	5	4	4	6	5	5	5	5	6
4_46	5	6	5	6	6	6	6	6	5	5	6	5	5	5	5
4_47	5	5	6	4	4	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6
4_48	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	5	6	6	6
4_49	6	6	6	5	5	5	6	4	4	4	6	5	6	6	6
4_50	4	6	6	6	5	6	5	6	6	6	4	6	5	6	5
4_51	5	6	6	5	5	6	5	6	6	5	5	4	5	5	5
4_52	6	6	6	6	4	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
4_53	4	5	4	5	6	4	5	5	6	6	6	6	5	5	5
4_54	5	5	6	5	4	6	5	5	5	5	5	5	6	6	6
4_55	5	6	6	6	5	6	6	5	4	6	5	6	5	5	6
4_56	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	6	5
4_57	5	5	6	6	2	6	6	5	3	5	5	4	6	6	5
4_58	5	5	5	3	3	5	4	3	3	6	3	4	4	4	4
4_59	5	6	6	6	6	6	6	6	6	4	5	4	4	4	6
4_60	1	1	4	2	2	3	3	3	3	2	4	3	5	6	6
4_61	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
4_62	6	6	6	6	6	6	5	5	6	5	5	5	6	6	6
4_63	6	6	6	6	5	6	4	5	5	6	5	6	6	6	6
4_64	3	3	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	6	5	6
4_65	6	6	6	6	5	6	5	4	4	5	5	5	6	6	6
4_66	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5	4	4	4	6	6
4_67	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	4	5	6	6	6
4_68	6	6	6	5	6	5	5	4	3	6	5	5	6	6	6
4_69	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	5	6
4_70	6	5	6	6	6	5	5	5	6	6	6	5	5	6	6
4_71	5	5	5	6	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6
4_72	5	4	5	6	5	6	5	4	4	6	5	4	5	5	5
4_73	3	3	2	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
4_74	6	6	6	6	6	6	5	5	4	4	4	5	4	4	6
4_75	3	4	3	6	6	6	6	6	6	4	6	5	6	6	6
4_76	4	6	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4
4_77	3	5	3	5	6	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5
4_78	6	6	6	5	5	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5
4_79	5	5	5	6	6	5	6	5	6	6	6	5	5	4	5
4_80	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5	6	6	6
4_81	6	6	6	6	5	6	5	5	6	5	5	5	6	6	6
4_82	4	6	6	6	5	6	5	5	6	5	4	6	4	5	5
4_83	4	3	4	5	6	5	5	6	6	5	6	6	5	5	5
4_84	6	6	6	5	4	6	5	6	4	5	5	5	5	5	5
4_85	6	6	5	5	5	5	4	5	5	6	6	6	4	5	6
4_86	6	6	6	6	3	6	4	5	3	6	5	5	6	4	6

無衍生研發成果推廣資料

98 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：98-2511-S-343-001-M				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	
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	2	2	100%	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%		
	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	4	4	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	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』的真諦之一二；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，進而可領悟到資訊科技垂直融入數學教學的威力。這些內容與活動設計可進一步發展成教材。
	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	將在 12 月份舉行

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）

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』的真諦之一二；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，進而可領悟到資訊科技垂直融入數學教學的威力。

在學術研究成果的論文產出部份，李嘉祥、陳仁義（2010）整理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）則進一步運用此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。