

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

電腦數學實驗運用在高中數學統計單元教學
之研究—以「大數法則」、「常態分佈」及「信
賴區間」等單元為例

Using Computational Experiments to Teach High School Statistics:
Examples of "Law of Large Numbers", "Normal Distribution" and
"Confidence Interval"

研究生：陳彥良

指導教授：袁媛 教授

中華民國九十六年六月

電腦數學實驗運用在高中數學統計單元教學之研究—以「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元為例

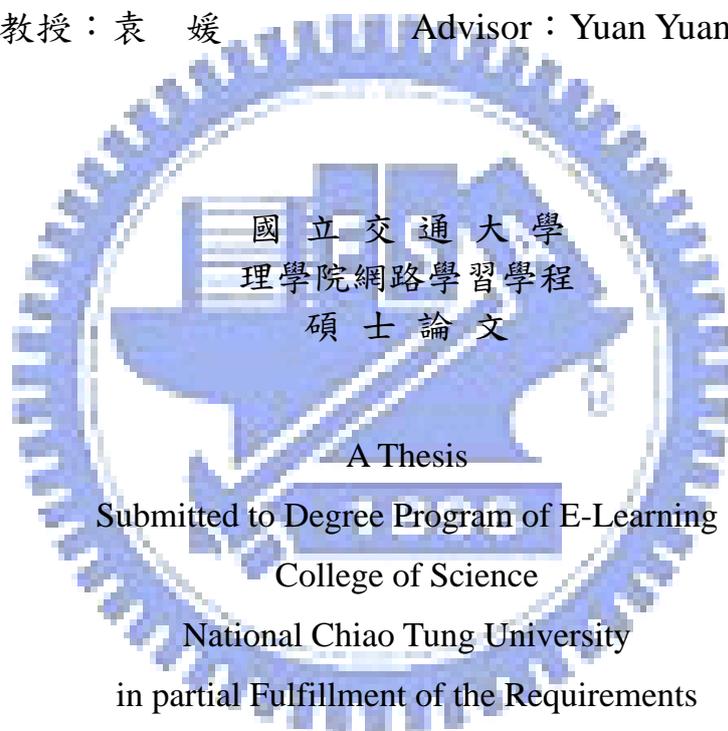
Using Computational Experiments to Teach High School Statistics:
Examples of "Law of Large Numbers ", " Normal Distribution" and
"Confidence Interval"

研究生：陳彥良

Student : Yen-Liang Chen

指導教授：袁媛

Advisor : Yuan Yuan



碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of E-Learning
College of Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of

Master

in

Degree Program of E-Learning

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

電腦數學實驗運用在高中數學統計單元教學之研究
----以「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元為例

研究生：陳彥良

指導教授：袁媛教授

國立交通大學理學院專班網路學習組

摘 要

本研究之主要目的，在比較採用「電腦實驗教學」方式與「傳統講述式教學」方式於高中數學科之「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元之學習成效、試題反應差異、學生的錯誤統計思維，並訪談學生接受電腦實驗教學後的態度及反應，希望藉此建立電腦實驗教學在高中數學科實施的適當方式，做為將來在高中推展電腦實驗教學之參考。

本研究之實驗設計採準實驗研究法，實驗樣本取自桃園縣某高中一年級兩班各 47 名學生，隨機分派一班學生為實驗組，另一班學生為控制組。實驗組學生採自由分組方式於電腦教室接受三個單元之電腦實驗教學，控制組同時接受相同三個單元之傳統講述式教學。

各項資料經統計處理獲得下列主要發現：

- 一、學習成效：在「信賴區間」單元，實驗組學生在學習成就測驗後測及延後測的成績皆顯著地高於控制組的學生，可見在「信賴區間」單元實驗組的學習成效優於控制組。
- 二、試題反應差異：實驗組與控制組的學生在學習成就測驗十九題題目中有二題的試題反應差異達顯著，此二題分別為投擲不同數量骰子所得點數和的機率問題，以及常態分佈中 68-95-99.75 法則的應用問題。
- 三、學生的錯誤統計思維有：1、機率相等偏見。2、誤以為所有母體的性質都會呈現常態分佈。3、誤以為 95% 信心水準是母體中的比率。4、誤以為抽樣的品質會影響信心水準。5、誤以為母體愈大則抽樣必須愈大才能有相同大小的信賴區間。6、誤以為多做幾次抽樣調查就可提高準確率。
- 四、接受訪談學生中 96% 表示喜歡電腦實驗教學的上課方式而給予正面的回應。

關鍵字：數學實驗、大數法則、常態分佈、信賴區間

Using Computational Experiments to Teach High School Statistics: Examples of "Law of Large Numbers ", " Normal Distribution" and "Confidence Interval"

Student : Yen-Liang Chen

Advisors : Dr. Yuan Yuan

Degree Program of E-Learning of College of Science
National Chiao Tung University

Abstract

The research used the nonequivalent-groups pretest-posttest quasi-experimental design to explore the performance differences between the computational experiments and the traditional teacher-centered approach in teaching high school statistics. The three learning units used in this study were 'law of large numbers', 'normal distribution' and 'confidence interval'.

Participates were 94 students from two 10th-grade classes, each with 47 students, from a high school in Tao-yuan county of Taiwan. The researcher randomly selected one class as the experimental group, and the other one as the control group. Students in the experimental group are grouped according to their wills and received a computational experiments instruction in a computer laboratory. Students in the control group received the traditional teacher-centered instruction.

The major finding of this study are as following:

1. Learning effectiveness: Students in the experimental group performed better than those in the control group on the concept of 'confidence interval' in both the posttest and the retention test.
2. Students' performance between the experimental group and control group were different in 2 of the 19 test questions.
3. The common fallacies found in students' statistical thinking are: Students believe that
 - (1) an experiment will result in the same result (the equiprobability bias).
 - (2) all population distributions are normal.
 - (3) 95% confidence level is a ratio of the population.
 - (4) the quality and methods of sampling will affect the value of 95% confidence interval.
 - (5) good samples have to represent a high percentage of the population.
 - (6) the more random samples, regardless of how small they are, will result in a more similarity of the population.

Students in the experimental group generally hold a positive attitude toward this computational experiments approach. However, some learners also expressed their favor of a traditional approach. They worried about taking the entrance exam and considered the traditional approach would to be more effective and time-saving.

Keywords: computational experiments, law of large numbers, normal distribution, confidence interval

誌 謝

感謝指導教授袁媛博士，不僅使我在專業知識有所收穫，您的細心與耐心，也是我要學習的榜樣，在此致上最高的謝意與敬意。

感謝清華大學全任重教授與專班莊祚敏主任在口試時給予寶貴意見，使本論文更臻完善。

感謝專班李榮耀教授的言教、身教。陳明璋教授對於數學教學法的啟發。

感謝專班學長顏貽隆老師及蔡政樺老師提供程式設計之建議，也感謝專班同學們的鼓勵，尤其是對我協助最多的國安老師、學隆老師、慶利老師。

感謝振聲高中數學老師們的試題評鑑，孝擘老師、靜慧老師、安國老師、義翔老師的鼓勵與建議。

感謝愛妻文娟對冠好、楷文、政亨三個寶貝無微不至的照顧，使我沒有後顧之憂，更感謝父、母親給予莫大的精神勉勵與全力支持，讓我專心完成學業，謹將這本論文誠摯獻給最摯愛的您們！

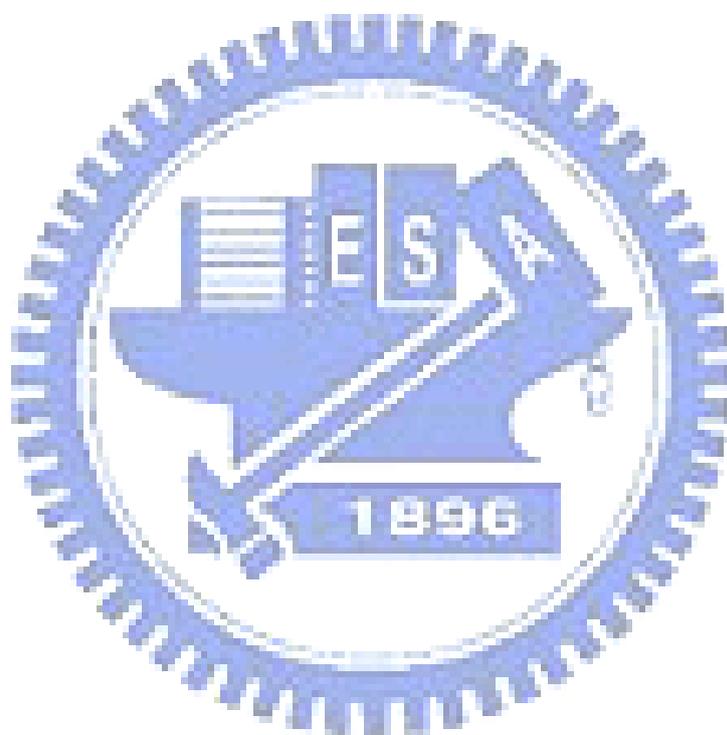


陳彥良 謹致
2007年六月

目 錄

	頁次
中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌 謝.....	iii
目 錄.....	iv
表 目 錄.....	vi
圖 目 錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的與待答問題.....	2
第三節 名詞界定.....	3
第四節 研究限制.....	8
第二章 文獻探討.....	9
第一節 統計迷思概念.....	9
第二節 統計教學內容與方法.....	12
第三節 教學理論與實施方式.....	15
第四節 電腦在統計教學上的應用.....	22
第三章 研究方法.....	30
第一節 研究設計與流程.....	30
第二節 研究對象.....	33
第三節 研究工具.....	34
第四節 資料處理.....	49
第四章 研究結果之分析.....	50
第一節 成就測驗後測成績比較分析.....	50
第二節 成就測驗延後測成績比較分析.....	54
第三節 後測試題反應分析.....	56
第四節 訪談結果分析.....	66
第五章 結論與建議.....	70
第一節 結論.....	70
第二節 建議.....	72
參考文獻.....	75
中文部分.....	75
英文部分.....	78
附錄一 學習成就測驗專家意見暨修訂明細表.....	79
附錄二 學習成就測驗試題.....	89

附錄三 學習單.....	93
附錄四 實驗組教材（投影片）.....	96
附錄五 控制組學習講義.....	106
附錄六 訪談問題.....	117
附錄七 訪談記錄.....	118



表目錄

表 2-1	近年高中課程綱要（標準）統計單元內容一覽表.....	14
表 3-1	實驗設計模式	30
表 3-2	實驗變項表	31
表 3-3	研究流程表	32
表 3-4	前測分項成績組別統計量數值表.....	34
表 3-5	數學教師及專家之意見及處理方式彙整表.....	36
表 3-6	第一次預試分析及處理情形彙整表.....	37
表 3-7	第二次預試分析及處理情形彙整表.....	38
表 3-8	各單元實驗程式設計目標.....	40
表 3-9	各單元程式功能.....	47
表 4-1	前測成績組別統計量數值表.....	50
表 4-2	後測成績組別統計量數值表.....	51
表 4-3	大數法則各題答對率.....	52
表 4-4	常態分佈各題答對率.....	53
表 4-5	信賴區間各題答對率.....	53
表 4-6	延後測成績組別統計量數值表.....	54
表 4-7	第十二題答題比例.....	57
表 4-8	第十三題答題比例.....	57
表 4-9	第十四題答題比例.....	52
表 4-10	第六題答題比例	59
表 4-11	第七題答題比例	59
表 4-12	第八題答題比例	60
表 4-13	第九題答題比例	61
表 4-14	第十題答題比例	61
表 4-15	第十一題答題比例	62
表 4-16	第十五題答題比例	63
表 4-17	第十六題答題比例	63
表 4-18	第十七題答題比例	64
表 4-19	第十八題答題比例	65
表 4-20	第十九題答題比例	65

圖目錄

圖 1-1 標準常態分布的圖形	5
圖 1-2 常態曲線下的面積	6
圖 2-1 統計網路學習館擲骰子實驗畫面	23
圖 2-2 統計網路學習館常態分佈實驗畫面	23
圖 2-3 統計網路學習館中央極限定理實驗畫面	24
圖 2-4 統計網路學習館信賴區間實驗畫面	24
圖 3-1 電腦教室配置圖	34
圖 3-2 統計概念學習成就測驗編製流程圖	35
圖 3-3 電腦教室小組座位分配圖	39
圖 3-4 實驗程式設計流程圖	41
圖 3-5 大數法則程式畫面	42
圖 3-6 擲銅板程式畫面	43
圖 3-7 擲骰子程式畫面	44
圖 3-8 常態分佈程式畫面	45
圖 3-9 信賴區間程式畫面	46



第一章 緒論

研究者任教於高中，擔任數學教師。多年來經常感覺學生對於數學總是興趣不高，甚至討厭或排斥。根據教育部統計處（1998）「中小學生對課程不喜歡比率」調查報告顯示，國小、國中及高中學生最不喜歡的科目都是數學（引自古淑美、朱延平，2000）。一直以來，許多老師致力於改善這個問題，但似乎沒什麼起色。學生數學學不好的原因很多，若只是單純地認為是學生努力不夠，而要求他們花更多時間於不停地反覆練習，結果必然將這些焦慮不安的孩子推入更大的危機（史堪普，1971/1995，p. 6）。如果教師能夠掌握良機，激發學生的好奇心，能夠因才出題，刺激學生思考，協助他們解決問題，也許能讓學生培養出獨立思考的習慣，也學會獨立思考的方法（波利亞，1944/2005，p. 12）。蔡聰明（2003，p. 349）認為教學的最高境界是，教師適當地佈置一個求知環境，不著痕跡地讓學生以為是自己找尋或發現到真理。曾志朗（1997；引自張逸婷，2002）更認為二十一世紀時會有一種好老師，他們能透過網路或其他的方式，將原來由老師去激發學生知識體的工作，讓學生自己去進行。老師只在一開始的時候去觸發、去輸入一些起始的資料，接下來的作業就由學生自己主動去完成。

第一節 研究背景與動機

九五高中數學課程暫行綱要（教育部，2005）的修訂背景，主要是為了銜接第一屆接受九年一貫數學課程暫行綱要的國中畢業生。因此這些學生在民國九十四年進入高中時，應該會有一個全新的高中課程做為銜接。但因為部分原因，這個銜接課程並未如期進行，延到民國95年才實施。目前教育部又在進行高中數學課程暫行綱要的評估與修訂，預計民國98年入學的高一新生將接受最新的九八數學課程綱要。

在九五課程暫行綱要中，機率與統計分為：機率與統計（I）及機率與統計（II）兩個部分，分別編排在第四冊（二年級下學期）與選修（I）（三年級上學期）。機率與統計（I）內容包含了：事件與集合、機率的性質、數學期望值、統計資料的來源分析、一維數據及信賴區間與信心水準的解讀等單元。機率與統計（II）內容包含了：獨立事件、條件機率與貝氏定理、數學期望值與二項分配、交叉分析分析二維數據等單元。

數學課程暫行綱要小組的召集人張海潮（2004；引自周盈吟，2004）曾指出，這次的課程修定，大部分的內容都和民國七十三年版和民國八十八年版相同。新增的部分只有在統計主題的學習內容，增加信賴區間與信心水準的解讀。所以對於高中老師來說，除了這一部分外，其他的課程內容並不陌生。

機率與統計在美國早已是一個受到注目的主題，也是一個能夠提供數學與實際生活情境關聯的學習主題，這個主題的學習可以發展計算與代數的技巧以及空間和表徵的技巧。因此對多數過去未曾有這些教學經驗的數學老師來說，教授這個主題意味著教師本身需要獲得新的內容知識以及新的教學技巧，來切合課程的需求（倪克森，2000/2004，p. 138）。

一九八四年，在第五屆國際數學教育心理學聯盟會議提出關於概率與統計在學校中的教學趨勢，其中有：運用模擬情境作為練習和教學的輔具、運用計算機和電腦、希望能藉由真實的資料引起學生學習動機（倪克森，2000/2004，p. 139）。美國全國數學教師協會（2000）（*National Council of Teachers of Mathematics*，簡稱 *NCTM*）亦認為資訊科技的使用是改善數學課程及教學的重要目標之一。九五高中數學課程暫行綱要中亦建議信賴區間與信心水準的解讀一節的教學活動由全班每一位同學模擬丟銅板的過程，以察覺信賴區間的意義，並且要以電腦來協助統計課程的進行。

基於以上的背景因素，研究者希望能設計一種以電腦模擬抽樣來讓學生進行實驗的教學方式，引導學生學習信賴區間概念，並希望能激發學生的學習興趣，改變學生排斥數學的觀感。

第二節 研究目的與待答問題

在傳統講述式教學模式下，有些學生已經漸漸喪失了學習數學的樂趣，學習意願低落，考試與升學成了學生學習數學的唯一目的。本研究之目的為希望了解融入電腦實驗教學的方式，是否能有助於學生數學的學習並改善對數學學習的態度。

根據上述研究目的，本研究採準實驗研究設計，以「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元為教學內容。實驗組的學生以「電腦實驗教學」方式進行教學，控制組的學生則以對等的「傳統講述式教學」方式實施教學，除了實施前測、後測及延後測外，並輔以訪談部分實驗組學生，以探討下列問題：

一、學生接受電腦實驗教學與傳統講述式教學的學習成效有何差異？

（一）在「大數法則」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的成績有何差異？

（二）在「常態分佈」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的成績有何差異？

（三）在「信賴區間」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的成績有何差異？

(四) 在「大數法則」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗延後測的成績有何差異？

(五) 在「常態分佈」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗延後測的成績有何差異？

(六) 在「信賴區間」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗延後測的成績有何差異？

二、學生接受電腦實驗教學與傳統講述式教學後的試題反應有何差異？

(一) 在「大數法則」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的試題反應有何差異？

(二) 在「常態分佈」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的試題反應有何差異？

(三) 在「信賴區間」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的試題反應有何差異？

三、學生有哪些錯誤統計思維？

四、學生接受電腦實驗教學後的態度及看法？

第三節 名詞界定

一、傳統講述式教學

傳統上教師依照教科書或自行編製的講義為課程內容，課程進行方式以教師講述為主，通常有：老師講解、學生練習、老師提問要求學生回答等靜態教學活動，文字及圖像由教師以粉筆在黑板上呈現。

二、電腦實驗教學

在本研究中指：學生分為小組使用教師編寫的程式以電腦進行相關探究活動並完成學習單，最後由教師帶領全班進行討論的一種教學活動。

三、學習成效

學生於學習成就測驗後測所得到的成績。本研究使用之學習成就測驗為研究者自編試卷。

四、試題反應

以學生於成就測驗後測中各選項之答題情形來比較實驗組與控制組有何異同。

五、大數法則 (引自余文卿, 2002, p. 87-89)

隨機試驗相對次數 $f_A = \frac{m(A)}{n}$ (n 為試驗次數, $m(A)$ 為成功次數) 有

一重要性質, 當 n 逐漸增加時, f_A 會很穩定的趨近某一定數 p , 其中 $0 < p < 1$, 這裡的 p 是數學上所謂的極限值。洪密斜斯 (R. Von Mises) 於 1920 年左右提出

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m(A)}{n}$$

的事件 A 發生的機率定義。這個機率定義必須滿足下列兩個基本假設: 第一, 某一事件的相對次數的極限值必須存在, 第二, 實驗結果的任意部分數列所對應之相對次數之極限值都必須相同。

洪密斜斯的機率稱為經驗機率, 當重複試驗次數愈多時, 則愈接近於事前機率, 此一規則稱為大數法則。根據此法則, 在事前機率無法推知的情況下, 可以依眾多次數歸納而得之經驗機率來代替事前機率, 來從事種種研究分析, 此種情形在研究社會現象上尤其常見。

在高中課程中並沒有對大數法則做出如上的定義, 僅定性的描述大數法則, 即:

當重複隨機試驗進行次數愈多時, 則其相對次數愈接近於理論機率 p 。

本研究中的大數法則單元教學目標是學生能瞭解進行多次相同的隨機試驗其相對次數會趨近一個定值, 以及藉由投擲銅板及骰子的實驗, 當投擲次數愈多時, 銅板正面個數或骰子點數和的分配曲線愈接近常態曲線, 在不介紹中央極限定理之下引入常態分布。

六、常態分布 (引自林正杰, 2003, p.301-306)

常態分布 (*normal distribution*) 是以隨機變數的平均數為中心, 圖形呈鐘形左右兩側對稱的機率分佈, 它具有集中性、對稱性和均勻變動性的特點, 是次數分布中重要且常見的連續型分布, 它是許多統計方法建立的基礎, 在

科學研究時常應用它。

(一) 常態分布曲線的機率密度函數及其圖形

常態分布曲線是一條以中央為高峰，兩側對稱，兩端不與橫軸相交的鐘形曲線（圖 1-1），其機率密度函數為

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty, \quad \mu > 0, \quad \sigma > 0,$$

式中 e 為自然底數， π 為圓週率， μ 為母體平均數， σ 為母體標準差，並以 $N(\mu, \sigma^2)$ 記之。

常態分布 $N(\mu, \sigma^2)$ ，隨著參數 μ 和 σ 的改變，曲線的位置和形狀也跟著變化。為了應用方便，可將任何一個「平均數為 μ ，標準差為 σ 的常態分布」變換為「平均數為 0，標準差為 1」的標準常態分布 (*standard normal distribution*)，變換的方法是將變數值 x 變換為

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

式中 z 稱為標準常態變數，其分布就是標準常態分布，這時候機率密度函數 $f(x)$ 就是

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad -\infty < x < \infty,$$

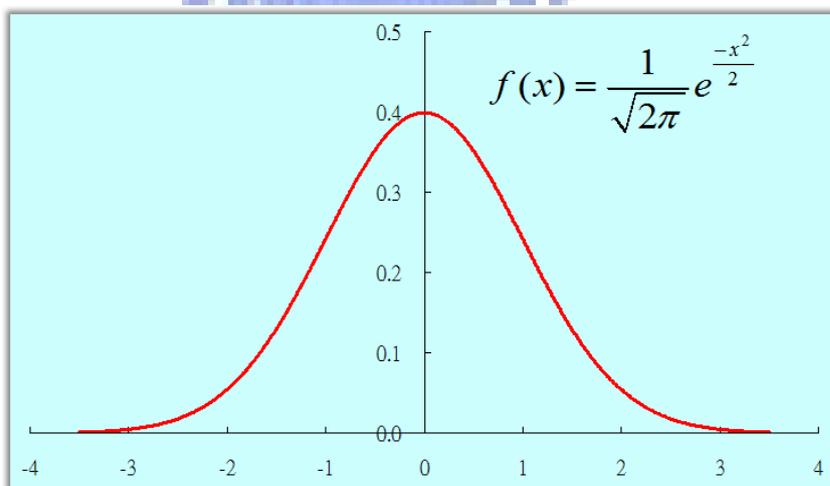


圖 1-1 標準常態分布的圖形

(二) 常態曲線下的面積

常態分布與標準常態分布曲線下的面積（圖 1-2）是相同的，即曲線下的面積都是 1，不同的是常態分布的平均數為 μ ，變異數為 σ ，標準常態分布的算術平均數為 0，變異數為 1。

從 $-\infty$ 到任意 z 值區間的面積可利用查表求得，並求出不同情況下的機率，圖 1-2 展示了三個常用的面積分布規律，即母體內各觀察值的分布機率為：

$\mu \pm \sigma$ 範圍內的面積全體佔 0.68 (68%)；

$\mu \pm 2\sigma$ 範圍內的面積全體佔 0.95 (95%)；

$\mu \pm 3\sigma$ 範圍內的面積全體佔 0.9975 (99.75%)。

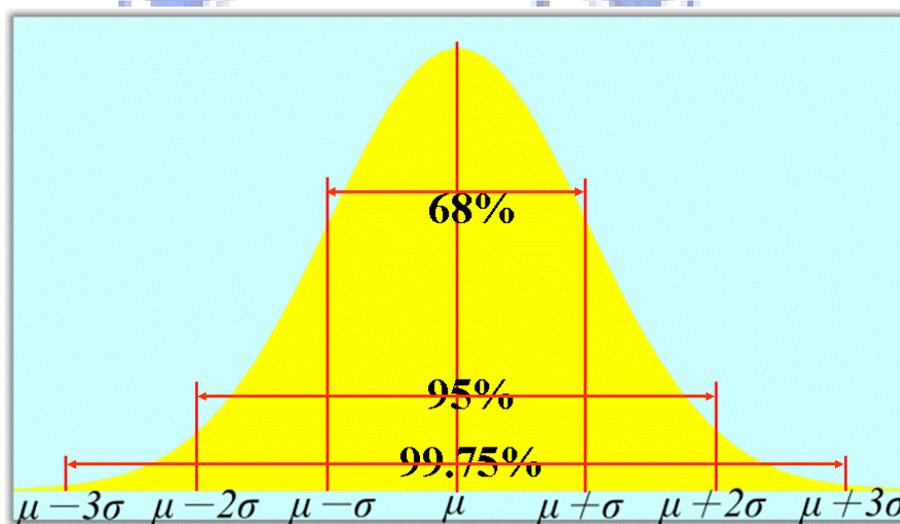


圖 1-2 常態曲線下的面積

學生能瞭解並能應用 68-95-99.75 法則即為本研究中常態分布單元的教學目標。

七、信賴區間 (引自莫爾，2001/2002， p.542-576)

(一) 95%信賴區間 (95% confidence interval)

95%信賴區間是從樣本數據計算出來的一個區間，保證在所有樣本當中，有 95%會把真正的母體參數包含在區間之中。

當要估計母體擁有某種特質的比例 p 。將此特質叫做「成功」，我們會用簡單隨機樣本 (*simple random sample, SRS*) 中的成功比例 \hat{p} 來估計母體中的成功比例 p 。

一個統計量的抽樣分布，是指同一母體所抽出，同樣大小的所有可能樣本，其統計量的值之分布。從一個成功比例為 p 的很大母體抽取一個大小為 n 的 *SRS*，用 \hat{p} 表示成功的樣本比例：

$$\hat{p} = \frac{\text{樣本中的成功計數}}{n}$$

則當樣本夠大時：

1. \hat{p} 的分布為近似常態 (*approximately normal*)。

2. 抽樣分布的平均數和 p 相等。

3. 抽樣分布的標準差是：
$$\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

標準差公式裡有母體比例 p ，而實際上我們不知道 p 的值。但因為當取樣很大時，統計量 \hat{p} 的值很靠近參數 p 的值。所以用 \hat{p} 值當做 p 的值。這樣就有了一個可以根據樣本數據算出來的區間。即：

參數 p 的一個近似 95% 信賴區間為：

$$\hat{p} \pm 2\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

其形式為：估計值 \pm 誤差界限

抽樣調查所做的新聞報導，通常都把估計值和誤差界限分開來報告。例如：「根據民意調查，有 66% 的選民會投票給某候選人。誤差界限是正或負 4 個百分點。」有時新聞報導也會將信心水準省略不報。

(二) 不同信心水準之母體比例信賴區間

我們用了常態分布 68-95-99.75 規則的 95 部分，得到母體比例的 95% 信賴區間。但對任意在 0 和 1 之間的機率 C 都存在一個數 z^* ，使得任何常態分布在平均數兩側 z^* 個標準差範圍內的機率是 C 。 z^* 這個數叫做常態分布的臨界值 (*critical value*)。常態分布在平均數 ± 2.58 個標準差範圍內的機率是 99%。在平均數 ± 1.96 個標準差範圍內的機率是 95%。68-95-99.75 規則中，用 2 來代替了臨界值 $z^* = 1.96$ ，就實際應用來說這樣已經非常接近。

也就是說，從觀測到的 \hat{p} 值往兩側各延伸 z^* 個標準差所得到的區間，會包含未知的 p 之機率是 C (信心水準)。計算標準差時 p 用估計值 \hat{p} 代替，就可以得到以下公式：

從一個母體中抽取一個大小為 n 的 *SRS*，母體中有比例 p 為成功。樣本中的成功比例為 \hat{p} 。當 n 夠大時， p 的近似水準 C 信賴區間為

$$\hat{p} \pm z^* \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

依據九五數學課程綱要 (教育部，2005) 對於信賴區間與信心水準的解讀一節之說明：「不必引進機率模型，以教學活動瞭解信賴區間與信心水準的解讀。」，本研究設定本單元的教學目標為能瞭解區間估計中何謂信賴區間與信心水準，並瞭解樣本大小與兩者的關係。

第四節 研究限制

- 一、本研究之實驗組與控制組學生在九十五學年度入學時，國中基測成績平均約為 200 分，而不同高中其學生入學程度可能有所不同，因此本研究結果只能推論至相類似之研究對象。
- 二、依照課程綱要，統計單元應該在機率單元後實施，而本研究中之實驗組與控制組學生皆未學習過高中機率課程，所以對於實驗組與控制組測得之學習成效可能較實際為低。

第二章 文獻探討

自從英國人 *Francis Bacon* 在1604~20年之間發表《學問的進步》和《新方法》二本書提出歸納法為統計推論的方法而開統計先河以來，再加上電腦科技的快速進步，使得現代社會每天愈來愈離不開機率與統計的影響（李源順，1994）。統計也許是最不「純」的數學主題，因此對那些始終認為數學都是客觀與絕對正確的數學教師而言，統計可以說是最難教的。教授這個主題教師需獲得新的內容知識以及新的教學技巧，以切合課程的需求（倪克森，2000/2004，p. 138）。

本章共分為四節，對於統計的迷思概念、統計學的教學內容與方法、教學理論與方法以及電腦在統計學教學上的應用等相關文獻做探討。

第一節 統計迷思概念

一、統計概念發展

本研究旨在探討高中統計的電腦實驗教學方法，因而瞭解學生的統計概念發展是很重要的課題。*Shaughnessy* (1992, p485)列出了四個統計概念發展期的特性：

（一）非統計性 (*Non-Statistical*)

非統計性特徵是由信念、意志、因果關係或「別無選擇」地作出反應，以及不注重或不知道機率或隨機事件。

（二）初始統計性 (*Naive-Statistical*)

初始統計性特徵是利用思考判斷，例如代表性 (*Representativeness*)、可使用性 (*Availability*)、平衡策略等，透過經驗或非正式的統計模式作反應，通常指略具統計概念者。

（三）再現統計性 (*Emergent-Statistical*)

再現統計性特徵是具有利用正規的統計模式於簡單問題的能力，理解到直覺反應與數學模式的差異，通常受過一些統計訓練，也開始了解「機會」在數學上的多重表徵，例如古典的、次數的。

(四) 實用統計性 (*Pragmatic-Statistical*)

實用統計性特徵是對於隨機模式有一定程度的了解，能比較不同的模式或提出相對的隨機模式，面對問題能選擇適當統計模式，並應用在問題上。

Shaughnessy (1992, p486) 亦提到初學統計的學生可以分為非統計性和初始統計性兩大族群，而整個教學過程都是在再現統計的範圍，因此由教師來製造學生對於初始統計認知衝突的教學便相形重要。*Shaughnessy* 深信，假如沒有訓練良好的老師（有數學和統計的基礎且對學生有關機率統計的概念形式和錯誤概念非常敏感的老師）小心的指導，學生將很難達成後兩個概念階段。

二、統計思維

(一) 統計思維的意義

Chervaney, Collier, Fienberg, Johnson, Neter (1977) 和 *Chervaney, Benson, Iyer* (1980) 認為統計思維是學生處理統計相關課程內容的能力（回想，認識及辨別各種統計概念）以及學生處理統計問題的解題步驟（引自 *Garfield*, 2002）。而 *Garfield* (2002) 則認為統計思維是將統計概念與統計資訊合理化的思考方法，其範圍包含解釋數據，圖表和統計摘要等。*蘇國樑* (2000) 則認為統計思維是指統計概念彼此之間的思維運作過程，大部分統計思維結合數據和機率來推論並且解釋統計結果。

(二) 常見的錯誤統計思維（統計迷思概念）

許多研究結果顯示，無論是學生還是專業人士經常誤解並且錯用統計思維。心理學家及教育家曾指出人們經常無法正確的利用他們在統計課程中所學習過的觀念來對於統計相關的問題做判斷。*Garfield* (2002) 指出常見的錯誤類型如下：

1. 平均數的迷思 (*Misconceptions involving averages*) :

平均數被認為是最具代表性的數字，人們經常認為要求得平均數必須將所有的資料加總再除以個數，而且有人認為應該永遠以平均數來做為兩個團體的比較依據。*Mevarech* (1983) 研究指出大多數非數學相關科系學生無法掌握使用平均數，他們誤解平均數是一個滿足封閉性、結合律，具有單位元素和反元素等四個性質的一般數字。

2. 結果取向 (*The outcome orientation*) :

學生基於單一事件而非整個系列事件而做判斷的直覺模式。例如，天氣預報十天內下雨的機率是70%，結果在那十天中有七天實際上下雨，你覺得這個天氣預報準確度如何？很多學生會說預報不準確，因為預報說下雨的機率是70%，就應該是會下雨（大於50%）。這些學生集中於單一事件而沒有考慮整體系列事件的結果。對於以結果取向的學生而言，70%的下雨機率表示會下雨。同樣的，預測30%的下雨機率將意味著不會下雨。

3. 高抽樣百分比才是好樣本 (*Good samples have to represent a high percentage of the population*) :

在大數法則之下數量大的抽樣樣本數足以代表母體，而學生的直覺認為抽樣樣本佔母體比例的高低才是最重要的。很多人認為抽樣多少或如何抽樣並不重要，但是比例一定要夠高。因此，他們會對大樣本感到懷疑，但卻覺得來自母體較大百分比的抽樣結果較有代表性。

4. 小數法則 (*The “law of small numbers”*) :

人們相信取樣樣本應該與他們類似才是好樣本。同時也有許多人認為不論抽樣樣本數為何，兩次抽樣的結果一定比一次抽樣來的更接近母體。這個迷思使得很多有經驗的研究人員使用多次的小樣本來推論母體。

5. 代表性迷思 (*Representativeness misconception*) :

人們會以樣本與整個母體的相似程度來判斷樣本發生的可能性。例如認為投擲一枚公正硬幣 n 次的結果會以正反面次數接近而且交互出現的機率高於投擲結果有較多的正面或反面。例如，投擲公正銅板六次的結果，學生認為結果依序為「正反正正反反」的機率會高於「正反正正正正」的機率。

6. 賭徒的謬誤 (*Gambler's fallacy*) :

人們相信連續投擲硬幣出現多次同一面時，下一次投擲出現另一面的機率會高於正反面交互出現時的下一次投擲。這是一個謬誤，因為如果硬幣是公正的，則不論前面投擲得到的結果如何，下一次投擲得到正、反面的機率是相等的。

7. 機率相等偏見 (*The Equiprobability bias*) :

這是指一個實驗的不同結果傾向於被視為同樣可能。例如，如果有數量不同的工程課程與商業課程可以選修，部分學生可能認為如果經由隨機選課，則學生選到工程課程與商業課程的機率相等。另一個例子是擲三顆骰子，學生認為擲

出三顆點數都是五點的機率與擲出恰有一顆為五點的機率相等。但事實上，擲出恰有一顆骰子為五點的機率是高於三顆都是五點的機率。

為了能夠協助學生由非統計性及初始統計性發展為再現統計性及實用統計性，教師應瞭解學生容易發生的迷思概念，並利用各種教學策略來協助學生建構正確的統計思維。在上述文獻得到各種統計迷思，除了可供與本研究之樣本比對之外，亦可做為研究者在教學上的參考。

第二節 統計教學內容與方法

以下分述近年來在教學理論以及資訊技術的發展之下，統計教學的內容及方法的發展趨勢：

一、統計教學內容

在第五屆（1984）國際數學教育心理學聯盟會議中，有一個議題是統計的教學，該會做出以下的聲明（倪克森，2000/2004，p. 139）：

對於機率與統計在學校中的教學趨勢可以劃分如下：

1. 著重統計更甚於機率，尤其是敘述統計中資料的分析方法。
2. 著重應用及模式的建立。
3. 運用模擬情境做為練習和教學的輔具。
4. 運用計算機和電腦。
5. 運用專題研究。

該會議亦提出適合十六至十九歲學生的課程規劃：

1. 應該要比較強調資料而非機率。
2. 要有一個可以讀取資料的情境。
3. 設計可以學習統計的真實情境。

Garfield（1995）認為學生應該要瞭解下列統計觀念：

1. 有關資料處理及敘述統計的方法。
2. 雖然很少是完美符合，但是常態分佈是有用的模型。
3. 樣本特徵值以及後續的推論是否有用取決於樣本的產生方式。

4. 兩個變量之間的相互關係不表示它們之間有因果關係。
5. 雖然統計結果可用來參考，但並不能證明什麼。因此統計結論不應該被盲目接受。
6. 學習統計的意義在於學習使用統計語言，解決統計問題，得到結論，並且能解釋結論、以推理來支持結論。
7. 統計問題通常不只一種解決方法。
8. 基於不同的假設以及使用不同的分析方法，雖然使用相同的數據但可能得到不同的結論。

我國高中數學課程在民國 72 年所公布的課程標準中首次把統計納入高中教材，大大地提升了機率與統計在數學的地位。民國 84 年數學課程標準（教育部，1995）中把機率與統計的課程分為兩段：較淺的前段列為高二下學期的共同課程，而較深的後段則納入高三的數學甲（自然組）版本中，而數學乙（社會組）版本則著重於實際的應用，機率與統計明顯地份量加重。此外，開始利用到小型計算機是 84 年課程標準的另一特色。

為了順利銜接國中小九年一貫課程的畢業生，教育部於民國 95 年開始實施 95 課綱（教育部，2005）的新課程，就統計部分而言，95 課綱中新增加了「信賴區間與信心水準的解讀」，其他課程內容部分則與 84 年完全相同。95 課程綱要的另一改變是以選修取代分組，學生不再像過去一樣於高二時被分為自然組與社會組，而是讓學生於三年級時選擇不同的選修課程。其中三年級上學期有選修（I）可選修，三年級下學期則有選修（II）可選修。統計的課程內容則被分配到二年級下學期及選修（I），此亦與 84 年課程綱要一致。

現正研擬中的 98 數學課程綱要草案（教育部，2007）中的統計課程，則是將 84 年與 95 年課程綱要中分散於二、三年級的上課內容集中於一年級下學期實施，也就是將部分必修、部分選修改成全部必修，可見對於統計課程更加重視。（近年高中數學課綱見表 2-1）

由以上文獻亦可看出統計的教學內容應以建立學生建立正確的統計思維為主，而不應著重在各個統計公式的推導、證明以及計算。95 課綱的「信賴區間的解讀」單元中亦強調不必引進機率模型，以教學活動讓學生瞭解如何解讀信賴區間與信心水準（教育部，2005），並建議由全班每一位同學各自以亂數表模擬丟銅板的過程，來得到各自所得的信賴區間，讓學生察覺何謂信心水準，此點亦符合國際數學教育心理學聯盟對於課程趨勢的看法。

表 2-1 近年高中課程綱要（標準）統計單元一覽表

84 年課程標準	95 年課程綱要	98 年課程綱要草案
4-1 樣本空間與事件	4-1 事件與集合	2-1 樣本空間與事件
4-2 機率的性質	4-2 機率的性質	2-2 古典機率的定義
4-3 數學期望值	4-3 數學期望值	2-3 獨立事件、條件機率、貝氏定理
4-4 統計抽樣	4-4 統計資料的來源	2-4 期望值、變異數、標準差
4-5 次數分配表與累積次數分配曲線	4-5 分析一維數據	2-5 重複試驗、二項分布、二項分布之性質
4-6 平均數	4-6 信賴區間與信心水準的解讀	2-6 一維數據：平均數與標準差、數據的標準化
4-7 離差	選-1 獨立事件、條件機率與貝氏定理	2-7 二維數據：散佈圖、相關係數
甲-1 條件機率與貝氏定理	選-2 數學期望值與二項分配	2-8 抽樣方法：簡單隨機抽樣
甲-2 獨立事件	選-3 交叉分析	2-9 亂數表
甲-3 變異係數	選-4 分析二維數據	2-10 常態分布、信賴區間與信心水準的解讀
甲-4 相關係數		

二、統計教學方法

Garfield 及 *Ahlgren* (1988) 探討各階段學生對於學習統計的困難，發現很多學生無論在計算、報告、以及解釋上，對於分數的概念和比率的推理有一個基礎性的困難，學生所學習的機率概念經常與學生的實際生活經驗互相抵觸，而且有很多學生在學習數學的經驗中對於抽象化和公式化的學習方式感到厭惡。因此 *Garfield* 及 *Ahlgren* 提出下列幾項針對統計教學方法的建議：

1. 透過活動和模擬來介紹內容，而非抽象的概念。
2. 試試引起學生認為數學有用、與現實相關，而不只是符號、公式和定理。
3. 使用圖形說明並且強調探索資料的觀念。
4. 在不與機率結合下單獨教授敘述統計。
5. 向學生指出統計的誤用（例如，在新聞報導和廣告裡）。
6. 在教授機率之前，利用教學策略改進學生的有理數概念。
7. 找出學生的錯誤機率概念並且改正。
8. 以學生的觀點創造統計思維的需求。

Garfield (1995) 研究各種不同的統計教學方式之成效並得到以下幾點結論：

1. 分組教學的方式可以改進學習態度並且增進學習成效。
2. 學生藉由開放型的問題會比固定答案的問題學得更多。
3. 數學寫作活動可以增進學生瞭解數學。
4. 與傳統的教學方式比較，學生在一些強調解決問題及高層次思考的創新的教學活動中表現的更好，而且測驗結果並不會比傳統教學差。
5. 使用電腦和計算機的目的是讓學生探索資料以及視覺化輔助，而不僅是為了計算。

謝哲仁 (2002) 亦認為視覺化的統計學習是很重要的。例如在資料分佈的情形與相關係數大小的關係以及各種的機率函數的圖形與比較。圖形往往讓我們更可以視察資料整理的結果更提供異於數量表徵的另類選擇。

綜合以上學者的看法，研究者認為統計的教學必須擺脫傳統數學的定義、定理、證明、公式等教學方法與內容，而應以學生的生活經驗來喚起學習動機，取材應以學生經驗為主體。教學重點在協助學生建構統計思維，而非計算各種統計數據。合作學習、電腦圖形輔助學習、電腦模擬等教學方法都是很好的教學方式。

第三節 教學理論與實施方式

一、傳統講述式教學

張靜馨 (1996) 認為傳統講述式教學是指教師講解和學生聽講與練習的教學。它的主要活動是教師依教學進度，把課本內容依序講解給全班學生聽；學生則經由上課專心聽講或練習，以及課後的溫習來熟練課本與教師所講授的知識內容。必要時，教師會補充教材或經由考試來增加增加學生練習的機會。

傳統教學自有其優點，張靜馨 (1996) 指出四點：1. 簡單方便。教師只要依照教材的編序進行講解，備課容易；2. 經濟快速。可以讓很多學生一起上課，且一節課可以講解很多的內容；3. 省時省事。直接講解結果可以省掉學生自行摸索的時間，甚至省掉實驗或操作等麻煩之事；4. 可以應付考試。只要針對考題類型加上大量反覆練習，對任何考試均有一定的效果，特別是對需要記憶事實或熟練技巧的考題尤其有效。

但以教師為中心的傳統講述式教學也存在著一些問題：在每一次的課程中，教師自始至終在講課，學生發問的意願不高，也沒有時間可以討論教材內容；學習主要基於老師的講述以及教科書，學生不知道他們已經理解或掌握多少，教師

也不知道學生進步的情形 (Shuqin, 2005)；此外，在傳統教學的教室裡，教師是權威，學生只是無知的個體。因此張靜譽 (1996) 認為傳統講述式教學的重點是教學進度完成了多少，而不是學生了解多少；關心學生的答案是否正確，而不是答案怎麼來的；要求學生聽話和安靜，而不是意義和思考。

傳統教學在工業社會曾取得絕對優勢。然而，隨著社會資訊化的變遷，此一優勢已面臨前所未有的挑戰，如今已在快速轉弱中(張靜譽, 1996)。所以教師教學時一定要隨時注意學生的反應，營造一個鼓勵學生發問的氣氛與環境，注重學生與教師之間的溝通，才可能避免傳統講述式教學可能發生的問題。

二、建構式教學

建構主義的理論是當今數學教育理論的主流。建構主義對於知識與學習的觀點與傳統知識論有很大的不同，傳統的學習觀點認為學習者就如同一張白紙般進入學習情境之中，而教師的角色在於灌輸知識。因此，學習就成為記憶與累積的過程；然而建構主義主張知識是由學習者主動建構的，無法直接由教學者直接傳授給學生，而且教師是學生建構知識過程中的促進者與媒介者。

一般認為建構主義源自於皮亞傑 (Piaget) 與維果斯基 (Vygotsky) 的理論，有的建構主義者依循皮亞傑的理論，認為內在認知結構對學習的影響最大；有的建構主義者則認同維果斯基的觀點，強調個體外在情境對於學習的深遠影響。吳穎滄及蔡今中 (2005) 認為可以就各派別所主張影響學習的最重要因素來加以區分，可以將其分為「激進建構主義」以及「社會建構主義」，但也有其它的建構主義者則將兩者的主張加以調和。

(一) 激進建構主義 (Radical constructivism)

激進建構主義認為知識是經由學習者本身主動建構之結果，而無法藉由他人來完成。Piaget 主張認知是一種建構作用，而人為了適應外在環境，以本身的認知結構或基模 (schema) 為基礎，進而產生同化 (assimilation) 與調適 (accommodation) 作用去重組或改變原有的認知架構。此外，學習者的認知歷程應以其先備知識經驗為基礎才可產生真正的學習。此理論又被稱為「個人建構理論」。

(二) 社會建構主義 (Social constructivism)

社會建構主義主張知識是學習者在社會互動與合作之下，藉由共同討論而獲得共識之結果。知識的獲取要透過與他人 (包含父母、教師與同儕) 的互動方可產生真正之學習。因為 Vygotsky 之教育思想主要強調學習者所處之社會文化環境部分，所以其理論又稱為「社會建構理論」。

倪克森 (2000/2004, p. 8) 認為建構主義有以下三種對於數學教與學的意義：

1. 不再把孩子視為知識的接收者，他們應該是知識的主動製造者。他們會主動地去選擇、吸收、調整既有的經驗，為的是要適應他們周遭的世界。
2. 為了要達到數學化，孩子需要去體驗生活中的數學，而不是缺乏情境的數學內容。為了讓孩子在學校所學的數學變得有意義，讓孩子可以進入數學領域及創造他們自己的數學，教師必須把孩子已知的數學和真實世界連結起來。也就是說，數學教學所連結的情境，對孩子而言必須是真實的，而且要能夠獲得他們的認同。
3. 不論是老師或同學都應該關心和認同每一個孩子參與數學解題活動的貢獻與付出，因為孩子個人已經產生獨一無二的覺察，再將他們個人既有的經驗引到情境中。

建構主義者發展出一些教學模式，其中Driver與Oldham (1986) 發展的建構式教學模式如下：

1. 確定主題

教師可運用各種活動、問題、示範、影片、剪報等引起學生動機並確定探討的主題。

2. 引出學生的想法

教師可讓學生透過各種活動或小組討論後提出報告，讓教師和學生注意到一些原先就有的認知。

3. 學生想法的重組

教師可以採用示範、學生實驗、做題目、討論、閱讀、教師指導等，讓學生發現認知衝突並重組學生的想法，並考驗新建構出來的想法之正確性。

4. 應用新的想法

教師可運用寫作、活動、解題、專題研究計畫等來增強學生的想法。

5. 回顧想法的改變

教師可運用寫作、討論、作業、日記等，使學生回顧想法的改變及想法改變的程度。

建構主義強調知識是由學習者主動建構，教師不是教學的主體，學生才是學習的主體。因此，在教學情境中我們要尊重學生的主體性，教師應該以輔助者、引導者、詮釋者的角色來進行教學。

三、合作學習

史堪普（1971/1995，p. 269）認為對於學習最有助益的上課方式是小組教學。在其它科目中，小組教學早就普遍推行，但在數學中似乎仍少應用。學生們仍是坐在座位上，自行聽講、自行演算。而合作學習方式重點是激發討論、互助、解釋，以產生共享的數學經驗。

沈慶珩（2005）認為合作學習（*cooperative learning*）是一種有別於傳統講述法（*lecturing*）且相對於個別（*individualistic*）或競爭式（*competitive*）學習，是以學生為中心、以團體合作為取向的教學策略。

（一）合作學習的定義與特色

合作學習是一種將三至五個學生有目的性的分為一組，使每組學生共同完成某些特定學習活動的教學過程，在此種以學習者為中心的教學過程中，小組每一成員皆對自己的表現負責，而教師係扮演小組學習促進者（*facilitator*）與諮詢者（*consultant*）之角色。

依據 Johnson & Johnson（1986；引自沈慶珩，2005）的分析指出，合作學習具有下列幾項特色：

1. 小組成員間的彼此依賴：小組成員關心自己及全組成員之表現，以完成小組之目標為目標。
2. 個人責任與義務：所有小組成員須對被分配到的工作負責。
3. 異質性的成員：一般而言，小組成員在能力與個人特色（如性別、能力、文化背景）上具差異性。
4. 小組成員共同領導：小組成員共同執掌領導權，領導人並非由指派而來，亦非由一人領導到底。
5. 對每一成員之學習負責：組員對每一成員具有提供協助與鼓勵學習之責任，以確保所有成員將自己分派的任務做好。

6. 小組目標在於強化每一成員之學習效果與維繫良好的關係：小組的目標不僅在於完成教師指定的學習內容，亦在於增進每一成員的學習效能以及維持成員間良好的關係。
7. 教師須傳授合作的技巧：教師須教導學生與他人合作的技巧，如指導學生如何領導他人、如何與人溝通、如何建立彼此的信賴感與如何處理衝突狀況的產生等，否則合作學習的效能便無法發揮。
8. 教師觀察小組合作學習的狀況：教師應觀察小組分工合作的情形、分析小組所面臨的問題並針對每一小組合作的成效提供回饋。
9. 檢視小組合作學習的成效：教師應給予學生機會來分析小組合作的情形、檢討每一成員的學習效果是否增進以及組員間的關係是否良善等，以作為日後小組改進的參考。

(二) 合作學習的限制

雖然合作學習有其勝過於個別學習優點，但也有例外的狀況，王國棟（2005）舉出以下幾種情形可能會影響合作小組運作的效率：

1. 小組成熟度不夠，小組成員需要夠長的合作時間和訓練，才能發揮效率。
2. 沒有要求小組成員做出批判的回答，對需更進一步和有深度的理解發展造成很大的障礙。
3. 當個人的成績是看小組共同努力的成果時，懶惰的人便可從中混水摸魚，出現閒逛、搭便車的情形。
4. 當成員們覺察到不公平時，將會喪失學習動機。
5. 成員們有時為了避免受到傷害而尋求與其他組員一致的答案。
6. 不適當的分組。小組愈大則結構愈複雜，能參與的人就愈少，所以個人貢獻比較不受重視，並且需要更好的協同工作技能。

(三) 合作學習的實施方式

沈慶珩（2005）認為合作學習具各種不同之形式，其較常被採用者包括共同學習法（*Learning Together*）、拼圖法（*Jigsaw*）、小組調查法（*Group Investigation*）

等，簡要敘述如下：

1. 共同學習法

此法是將學生分成四至五人為一組來共同完成教師所發學習單(*work sheet*)或作業單(*assignment sheet*)上所規定的活動，學生成績乃根據學習單活動完成之優劣而定。

2. 拼圖法

此法是由教師先將全部教材內容分成數部分，接著將學生三至六位不同能力者分為一組，小組中的每一成員被分配一部分教材並負責研讀該部分內容，之後，各組研讀相同部分教材之成員集合成為專家小組(*expert group*)進行討論，而後每位專家小組成員返回原所屬小組並教導其他成員其所精通的部分，最後，教師將一份內容包括全部教材之測驗施測於全班每一位學生。

3. 小組調查法

此法是將學生分成每組二至六人，每組就教師指定教材範圍選擇一主題並進行調查研究。最後，每組將調查研究結果做一摘要報告。

沈慶珩(2005)的研究結果顯示，相較於傳統式的學習，合作學習可使學生產生較佳的數學學業成績、較高的數學學習動機與學習態度、較積極的同儕互動以及較高層次的數學思考能力。

本研究中之「電腦實驗教學」即利用「共同學習法」的方式來進行教學。合作學習並非完全由學生自行完成，教師需教導學生如何分工合作、注意小組合作情形並適時給予回饋，扮演好促進者與諮詢者之角色。

四、情境學習理論

情境學習理論也被稱為情境認知理論，認為知識存在於我們所生存的環境及我們所從事的活動中，且認為學習者欲習得知識，便應進入情境的脈絡(*context*)中(王偉仲、黃湘婷、曾建勳，2001)。

(一) 情境認知理論

1. 教學活動的屬實性(*authenticity*)

知識的學習應建構在真實的活動裡，重視情境中的觀察、示範、解說、提示與備詢等學習方式及重視從邊際參與到核心參與的學習過程，如此才能了解知識

的意義，產生對知識的認同。

2. 以認知見習 (*cognition apprenticeship*) 為策略

學習活動應與文化結合，且應提供一個如給學徒般見習的環境，讓學生在探索中發展出屬於自己的問題解決策略。

王偉仲等人 (2001) 亦認為情境學習強調知識是學習者與情境互動的產物，且本質上深受活動、社會脈動及文化的影響。學習應安排真實化的學習社群，透過實際的參與及專家的從旁引導，使學習者能夠真正的學習。

(二) 情境學習的特性

龔玉春 (2003) 舉出情境學習具有以下特性：

1. 強調學習活動的真實性

學習情境的提供必須最能夠反應實際的環境，因為任何概念的學習是不能脫離情境而單獨存在。

2. 強調主動探索與操作

主張情境學習觀的學者認為，所謂學習，應同時包括「知識的吸收」與「知識的應用」兩種認知歷程，知識意義的獲得應進一步透過對該知識的操弄，知識吸收的過程中，應「學」、「用」合一。因此，學習強調主動探索與操作，教學內容也應取材於現實生活中。

3. 重視情境中的示範、解說、提示與備詢等教學方式

情境學習源自傳統技藝學徒制的概念，在教師的角色方面，就好比學徒制中的師傅，師傅偶而給徒弟示範、解說、提示，但最重要的並非師傅教徒弟，而是徒弟向師傅學，所以師傅的角色是備詢者與支持者，而不是主動的傳授者。

4. 重視從邊際參與到核心參與的學習過程

情境學習理論強調學習應該從參與實際活動的過程中學習知識，但是學習歷程是由周邊開始，再不斷向核心推進。

5. 小組學習與知識分享

小組成員共同參與，互助合作，齊心協力完成工作並彼此分享。

6. 重視涵化的學習歷程

情境學習是一種「涵化」(enculturation)的學習歷程，也就是個體從實務社群的邊緣參與逐漸朝向完全參與，在此過程中，成員學習行業術語、模仿行業行為，到逐漸表現出符合文化規範的行為。

在統計的學習中，教學內容應取材於學生的真實生活並設計符合真實的情境，以鼓勵學生主動探索與操作，使學生能將學習到的各種概念與方法與現實生活產生連結。

第四節 電腦在統計教學上的應用

一、電腦在統計教學的重要性

美國全國數學教師協會(2000)(*National Council of Teachers of Mathematics*，簡稱NCTM)將資訊科技的使用列為與改善數學課程及教學的重要目標之一。NCTM指出：科技的使用能幫助學生數學的學習；科技的使用能支持有效的教學；科技的使用影響數學如何被教。因此，透過科學計算器的使用，除可增進學習效率外，若配合數學建模之學習，也可促進數學與科學的整合，並改善目前數學學習與現實世界脫鉤的現象(陳宜良、單維彰、洪萬生、袁媛，2005)。

李源順(1994)認為在電腦時代，老師應是「一旁的指導者」，而非「權威者」。老師應參與早期的計劃，而非僅是後期的研究發展。電腦環境也應納入老師和專家有關學生如何思考、如何學習的長期教學經驗。教學者在利用電腦教機率統計時，不應忽略其他的教學方法，尤其是具體的機率與統計經驗表徵。學生在他們能了解或接受電腦模擬之前，要有真正產生和收集他們自己具體資料的經驗，因為學生必須有相同的思考步驟去相信電腦是真的。發展具體模擬和電腦模擬之間的連結，對兩者之間的教學影響也是非常重要。

蘇國樑(2000)指出統計學上的資料分配表或統計分配表是以資料集內在的數值關係為內容所表現出的數量化統計概念，統計圖將數量化概念再形象化或具體化而成為感官可以直接感覺到的具體化概念，統計概念的幾何化是必然的。電腦可以快速的建立精確且美觀的統計圖表，可見以電腦來輔助統計教學是必要的。

然而電腦使用於統計教學也非萬能。*Dwass*(1975)指出以電腦輔助學習統計會有兩點危險，一是學生們將專注力完全放在電腦軟體的操作，而將統計概念的學習放在其次。另一為學生誤認為不必再學習數學，因為需要計算而得的數據資料都可由電腦模擬程式中找到非常接近的答案。

二、應用電腦在統計教學的方式

(一) JAVA 程式語言的應用

黃文璋 (2004) 結合中山大學、成功大學、高雄大學等學校多位教授及研究所與大學部學生共同參與，以日常生活之機率統計的題材，建立一個網站 (網址 <http://probstat.nuk.edu.tw/>)，透過網路的互動管道，希望使中學生能掌握到機率統計的正確概念，了解各概念形成的背景及內涵。

該網站收錄了多個 Java Applet 的互動學習程式。列舉與本研究相關部分如下：

1. 擲骰子實驗

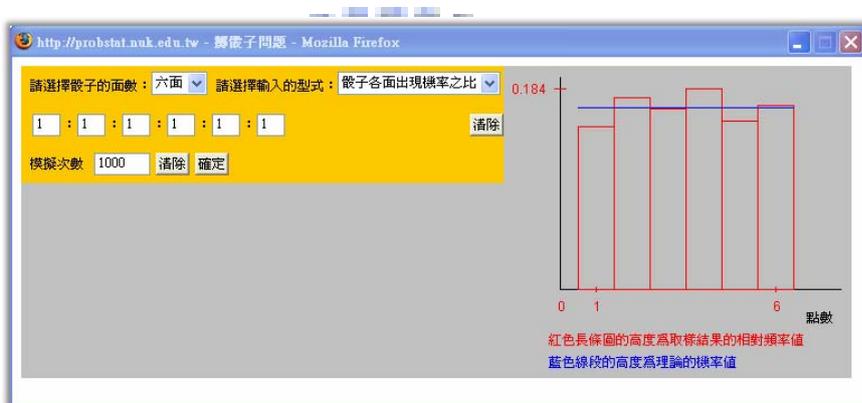


圖2-1 統計網路學習館擲骰子實驗畫面

使用者輸入：骰子面數、輸入型式、骰子各面比率或機率及模擬次數等選項後按下確定，畫面右方顯示該次實驗結果的圖形，包含骰子各面的理論值與相對頻率值。

2. 常態分佈實驗

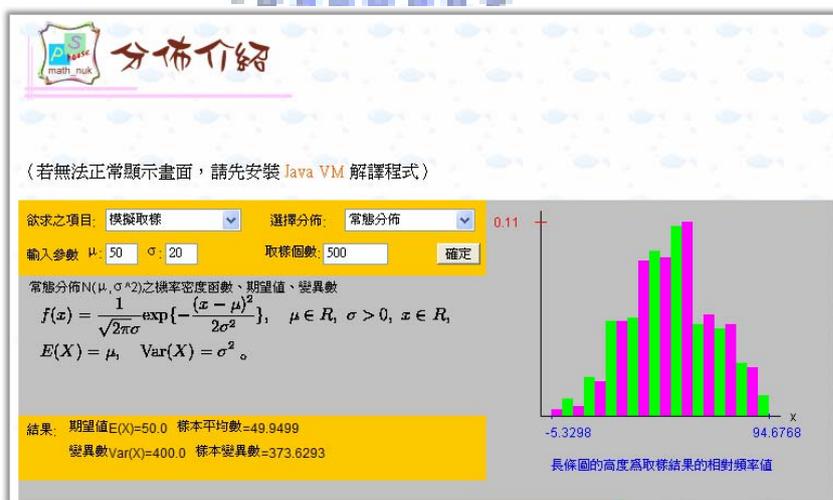


圖 2-2 統計網路學習館常態分佈實驗畫面

使用者輸入：分佈類型、平均數、標準差及取樣個數等選項後按下確定，畫面左側顯示常態分佈函數，右側顯示該次取樣之直方圖。

3. 中央極限定理實驗

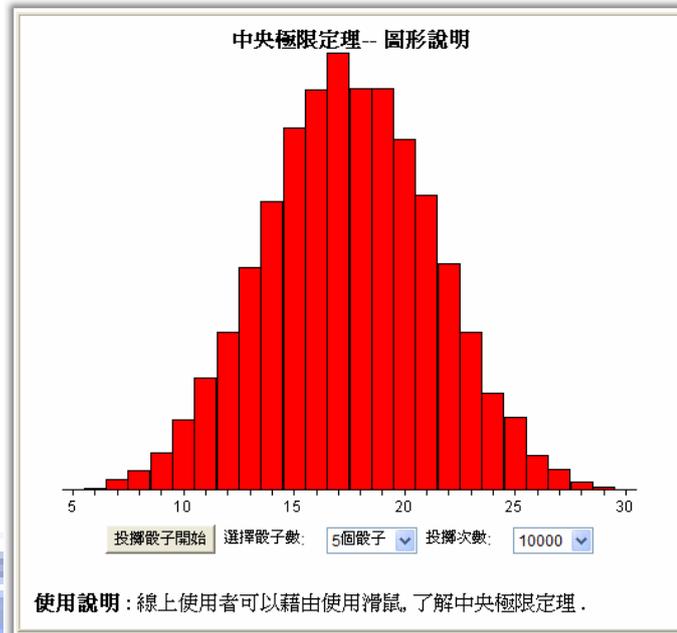


圖2-3 統計網路學習館中央極限定理實驗畫面

使用者輸入：骰子個數及投擲次數等選項後按下開始，畫面中央會顯示骰子點數總和次數直方圖。

4. 信賴區間實驗



圖2-4 統計網路學習館信賴區間實驗畫面

使用者輸入：分佈型式，平均數、標準差、估計類型、每次取樣個數、顯著水準以及模擬次數等選項後按下確定，畫面左側顯示實驗結果，右側顯示所有抽樣區間估計的圖形。

JAVA 程式互動性高，除了可以讓操作者自行調整參數之外，模擬的結果皆能快速以圖形清楚的顯現，這些優點提供了研究者在程式設計的參考。但另一方面，這些程式都未能顯現模擬隨機試驗的「過程」，對於高中生而言可能無法瞭解相關概念。因此，研究者計畫開發更適合高中生的輔助學習工具。

(二) 電子試算表的應用

試算表可說是一種歷史悠久、價美物廉的計算工具，發展至今，在數字計算上，早已超越傳統計算機的功能。應用在教學上，尤其是數學教學，強大的計算功能更是無與倫比。阮宏展（2006）認為試算表的優點有：

1. 試算表具有自動重算的好處

試算表當中的儲存格被設定成具有公式關係時，彼此間將連結在一起，只要有一個儲存格的值改變，則所有涉及到的相關儲存格的值亦將隨之自動重新計算。試算表之此一特性，使其得以即時而快速地反映出數據的變化情形。

2. 試算表具有數據處理與模擬功能

電子試算表已被開發成為數理統計的工具，只要將數字或文字資料輸入到適當的欄列之中，就可以完成想要的結果。所以電子試算表不僅適用於理工科目之實驗數據處理與圖表呈現，更可以用於數學教學當中的數據模擬之用，只要將模擬數據輸入至適當欄位中，便可以呈現出模擬效果。試算表在這方面的應用，已經把學生從以往只是計算和轉變為可以著重在數學的理解。

3. 試算表具有塑模、建立概念的能力

許多抽象的數學單元，往往因為其中的概念無法具象化，以至於扼殺了許多學習者的興趣。然而，有了試算表的幫助，透過適當的塑模過程，可以將抽象概念具體呈現出來，讓學習者得以觀察與想像。

謝哲仁（2000）指出在電子試算表環境下可以建立以下的學習模式：

1. 歸納與探索

使用者可以變化情境中的數值，觀察其因改變參數所帶來的變化。從中形成假設與驗證等認知活動。

2. 圖形與數值

傳統式的學習較重視符號代數式的學習而忽視其他表徵方式的學習。試算表環境提供一個以情境出發再輔以其他表徵方式，促使學生的想像力得以驗證與發揮。

3. 主動行動

和以往完全不同的學習經驗，學習者可以透過鍵盤與滑鼠改變情境中的某一參數，並立即觀察其因行動的改變所引發的改變。

陳義汶（2004）則指出因為使用簡易以及不斷擴充功能，從1990年起，在數學、科學等不同的領域中，電子試算表即受到重視，而且也是多方位的教學工具。藉多種的數學、統計及圖表功能，試算表能幫助學生組織大量的數值資料，以具體的方式呈現，幫助學生了解數學的抽象概念。藉由使用電腦科技模擬一些數學實驗，可以將抽象的數學概念數位化、視覺化。

（三）電腦模擬教學

王偉仲、黃湘婷、曾建勳（2001）認為「模擬」是一種行為或現象的複製，是為取代某種現象而設計。在電腦中模擬，可以幫助學生了解一些現象或如何操作，其好處是可以讓學生對於沒辦法實際接觸或看得見的現象，藉由操作電腦時獲得了解。

Mills（2002）分析近年有關電腦模擬教學（*Computer Simulation Methods*，*CSMs*）的研究報告，指出CSMs有四種類型：

第一種類型：由學生依據問題利用統計套裝軟體自行設計模擬程式（例如利用SPSS）。

第二種類型：由學生利用亂數產生器（如Excel）產生隨機樣本並對其做模擬實驗。

第三種類型：教學者使用上述兩種方式設計樣板，讓學生可以自行修改參數進行模擬實驗。

第四種類型：使用專門設計的套裝軟體進行模擬實驗。

Mill（2002）發現除了可以激勵學生的學習動機外，CSMs讓學生改變各種參數以進行實驗，這樣的方式可以協助學生澄清抽象或困難的統計觀念。

(四) 數學實驗教學法

1. 數學實驗的定義

葉東進(1990)曾提出：循著觀察現象、發現(或提出)問題、介紹工具(或概念)回答問題、解釋現象等程序，是一種理想的教學模式。

韋輝樑(2002)認為數學實驗教學是讓學生通過自己動手操作電腦，進行探究、發現、思考、分析、歸納等思維活動，最後獲得概念、理解或解決問題的一種教學過程。

王兵團與桂文豪(2003)認為數學實驗的目的是提高學生學習數學的積極性，提高學生對數學的應用意識，並培養學生用所學的數學知識和資訊技術去認識問題和解決實際問題的能力。不同於傳統的數學學習方式，數學實驗是強調以學生動手為主的數學學習方式。

在數學實驗中，由於資訊技術的引入和數學軟體的應用，為數學的思想與方法注入了更多、更廣泛的內容，使學生擺脫了繁重及乏味的數學演算和數值計算，促進了數學與其他學科之間的結合，從而使學生有時間去做更多的創造性工作。

2. 數學實驗課程設計原則

韋輝樑(2002)指出數學實驗課程應滿足下列條件：

- (1) 數學實驗環境應能清晰地表達所研究的數學問題，這種表達要符合相關的規定或習慣用法。
- (2) 數學實驗課程應能迅速地提供大量有關數學概念和規則的實例，以幫助學生形成概念和掌握規則。
- (3) 數學實驗對所研究的數學元素應能進行動態操控和動態測量，具有即時回饋或同步互動的功能。
- (4) 數學實驗應允許在實驗過程中隨時添加某些可操控的數學元素，以幫助解決問題的探究。
- (5) 數學實驗由學生直接操作，而不是只能觀看。
- (6) 配合教材、涵蓋教材內容，各種符號、名詞、術語必須以教科書為標準。

- (7) 功能夠用而不過多，實用就可以了。過於追求功能的完美和強大，勢必使系統複雜，學習費時，最終可能會使學生或教師卻步。
- (8) 數學實驗的主要使用者是學生，要能引發學生的興趣，要配合教材，考慮學生的年齡和學習特徵，適當地超越教材，使學習變得有趣味，有利於學生由被動學習轉向主動學習。
- (9) 數學實驗系統必須要有簡易的使用者界面以方便學生使用。
- (10) 與其它自然科學實驗一樣，學生實驗前需要預習，實驗後要完成實驗報告。

3. 數學實驗教學的步驟

覃思乾（2006）提出數學實驗教學的主要過程與步驟：

第一步驟：提出實驗問題

藉由實驗問題的提出，引起學生原有認知結構的衝突，以激發探求解決問題的動機。提出問題後，教師應當使學生明瞭實驗目的、實驗要求、以及實驗所使用的教學軟體。

第二步驟：進行實驗

實驗活動一般以2~4人為合作小組進行，包括實驗設計、動手實驗、實驗觀察和探求規律等活動。

第三步驟：形成猜想

歸納觀察得到的資料做一合理猜想。在驗證性實驗中通常先猜想再進行實驗，而探索性實驗則先進行實驗再行猜想。

第四步驟：驗證

根據邏輯推理，以數學原理加以說明或證明。

第五步驟：交流與反思

教師利用共同討論協助同學解決未完成的問題或疑問。

第六步驟：完成實驗報告

Zeilberger (1993) 曾指出今日的數學要求我們要能嚴謹地證明一切。而明日的數學，因電腦在數學領域中扮演如同望遠鏡與顯微鏡在天文學與生物學中扮演的角色，故藉由數學實驗，將有很多令人興奮的新發現。可見數學實驗極有可能成為未來數學研究及教學的重要工具。

藉由以上文獻可以得知數學實驗課程設計的原則以及數學實驗進行的步驟。研究者也認為將來數學的學習也會如同物理、化學等學科一樣，將實驗視為課程中的重要部分。



第三章 研究方法

本研究之主要目的，在比較採用「電腦實驗教學」方式與「傳統講述式教學」方式於高中數學科之「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元之學習成效。希望探討電腦實驗教學在高中數學科實施的可行性，作為將來在高中推展電腦實驗教學之參考。

在本研究中除了進行相關文獻的探討之外，並對兩組學生進行統計概念學習成就前、後測驗，在實驗後，針對實驗組實施「學習態度訪談」以瞭解學生經由電腦實驗教學後的學習態度及反應。課程結束後四周，實施統計概念學習成就延後測，以比較兩種不同教學方式的延宕效果。

本章內容有：研究設計與流程、研究對象、研究工具及資料處理等四個小節。

第一節 研究設計與流程

一、研究設計

本研究之實驗設計考量無法隨機分派受試者到實驗組與控制組，實驗設計採不等組前測—後測設計的準實驗研究法（表 3-1），實驗變項列於表 3-2。

表 3-1 實驗設計模式

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O ₁	X	O ₃ 、O ₅ 、Q ₆
控制組	O ₂		O ₄ 、Q ₇

設計的主要步驟可分為下列六個步驟：

1. 隨機選擇一班為實驗組，另一班為控制組。
2. 實驗處理前，兩組均接受「統計概念學習成就測驗前測」（O₁，O₂）。
3. 實驗組接受實驗處理（X），即「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」的電腦實驗教學方式，控制組則於相同的三個單元實施傳統方式教學。
4. 實驗處理後，兩組均接受「統計概念學習成就測驗後測」（O₃，O₄）。
5. 實驗處理後，實驗組接受「學習態度訪談」（O₅）。
6. 實驗處理後四周，兩組均接受「統計概念學習成就延宕測驗」（O₆，O₇）。

本研究之教學者為登記合格之高中數學教師，具 8 年教學經驗，資訊素養良好，曾擔任數學科召集人及資訊融入教學種子教師，教學認真，是位稱職的教師。

表 3-2 實驗變項表

自變項 (教學法)	控制變項	依變項
實驗組 (電腦實驗教學)	1. 起點行為 (成就測驗前測) 2. 學習時數 3. 學習進度 4. 教材內容 5. 教學者	學習成就 (成就測驗後測) 學習態度 (學習態度訪談)
控制組 (傳統講述式教學)	1. 起點行為 (成就測驗前測) 2. 學習時數 3. 學習進度 4. 教材內容 5. 教學者	學習成就 (成就測驗後測)

二、研究流程

本研究自民國九十五年八月開始進行資料的收集與整理，與指導教授討論後確定研究主題。實施程序分為實準備階段、預試階段、前測階段、實驗階段、後測階段、資料分析及論文撰寫等步驟 (表 3-3)。

表 3-3 研究流程表

流程圖	工作說明
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">準備階段</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 訂定研究主題 2. 文獻、資料之蒐集與探討 3. 設計電腦實驗課程 4. 編製學習成就測驗試題 5. 編製訪談問題 6. 選取預試樣本及正式樣本
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">預試階段</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電腦實驗課程測試 2. 修正電腦實驗課程 3. 學習成就測驗之預試（二次） 4. 修正學習成就測驗
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">前測階段</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實施學習成就測驗前測
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">實驗階段</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實施大數法則電腦教學實驗 2. 實施常態分配電腦教學實驗 3. 實施信賴區間電腦教學實驗
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">後測階段</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實施學習成就測驗後測 2. 實施訪談 3. 實施延後測驗
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">資料整理與分析</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 資料的整理與統計 2. 進行數據資料的分析與歸納
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">論文撰寫</div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 統整所有文獻與資料 2. 提出結論與建議而完成論文

第二節 研究對象

本研究的目的是在於探討學生在電腦實驗學習方式下，對於高中數學科之「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等單元之學習成效，故本研究對象的選取方式如下：

選取桃園縣某高中學生甲、乙二班學生各 47 人，隨機分派甲班為實驗組，乙班為控制組。其中控制組有一位學生因故未參加後測，經剔除後控制組共有 46 位學生。

進行實驗的學校為桃園縣一所私立高中，其高一新生入學的國中基測成績約為 200 分，變異不大。該校一年級為常態編班，兩班之數學老師為同一人。而且因為實驗課程於高一寒假時實施，所以可以排除學生是否參加補習的干擾因素。

經研究者實施統計概念學習成就測驗並親自閱卷，學生前測平均成績實驗組為 6.74，控制組為 6.73。經統計考驗分析，t 值為 0.014，顯著性為.98 ($>.05$)，未達顯著差異。

進一步將實驗組與控制組兩班學生的四個分項成績得分求出並實施 t 考驗。結果實驗組與控制組兩班學生在「敘述統計」、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等四個分項成績皆未達顯著差異（表 3-4）。

在敘述統計部分，實驗組的平均得分為 2.57，控制組的平均得分為 2.56。經統計考驗分析，t 值為 0.042，顯著性為.967 ($>.05$)，未達顯著水準。

在大數法則部分，實驗組的平均得分為 1.04，控制組的平均得分為 1.17。經統計考驗分析，t 值為-0.764，顯著性為.447 ($>.05$)，未達顯著水準。

在常態分佈部分，實驗組的平均得分為 1.53，控制組的平均得分為 1.63。經統計考驗分析，t 值為-0.443，顯著性為.658 ($>.05$)，未達顯著水準。

在信賴區間部分，實驗組的平均得分為 1.59，控制組的平均得分為 1.36。經統計考驗分析，t 值為 1.163，顯著性為.248 ($>.05$)，未達顯著水準。相關數值列於表 3-4。

由以上分析顯示兩組學生的起點行為相同，即實驗組與控制組兩班同學在統計概念學習成就測驗中，不論總分或「敘述統計」、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等四個分項在實驗教學前兩組學生在這些概念的測驗結果沒有差異。

表 3-4 前測分項成績組別統計量數值表

分項	組別	個數	平均數	標準差	t 值
敘述統計	實驗組	47	2.57	1.098	0.042
	控制組	46	2.56	1.046	
大數法則	實驗組	47	1.04	0.779	-0.764
	控制組	46	1.17	0.876	
常態分佈	實驗組	47	1.53	1.018	-0.443
	控制組	46	1.63	1.122	
信賴區間	實驗組	47	1.59	0.900	1.163
	控制組	46	1.36	0.974	
總分	實驗組	47	6.74	2.00	0.014
	控制組	46	6.73	1.79	

第三節 研究工具

根據研究目的，本研究的研究工具包含：統計概念學習成就測驗、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等三個單元的電腦實驗課程及學習態度訪談問題。

一、電腦教室與設備

因實驗學校沒有數學實驗室，所以將實驗課程安排至電腦教室進行。該電腦教室共有 56 部電腦（圖 3-1）所以每位學生都可以自己使用一部（規格：CPU 賽揚 2.5G，RAM 256 MB），所有電腦皆安裝有 Windows XP 視窗環境與 Office 2003（包含 Word 及 Excel）以及廣播系統，並可連上網際網路。教師端除可控制廣播系統外，亦安裝有上網管控軟體，可隨時開放或關閉學生連上網際網路。

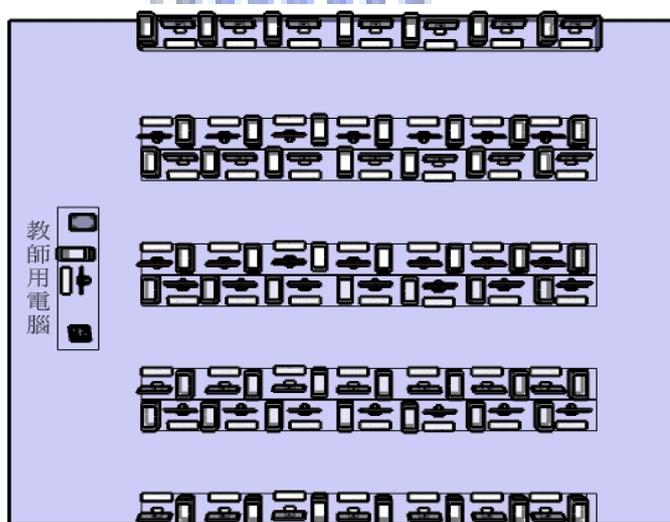


圖 3-1 電腦教室配置圖

二、統計概念學習成就測驗

研究者參考統計概念量表 (Allen, 2006) 編擬本研究所使用的統計概念學習成就測驗，除了邀請專家及數學教師評鑑之外，並且實施兩次預試，以確保其信度與效度，其流程如圖 3-2。

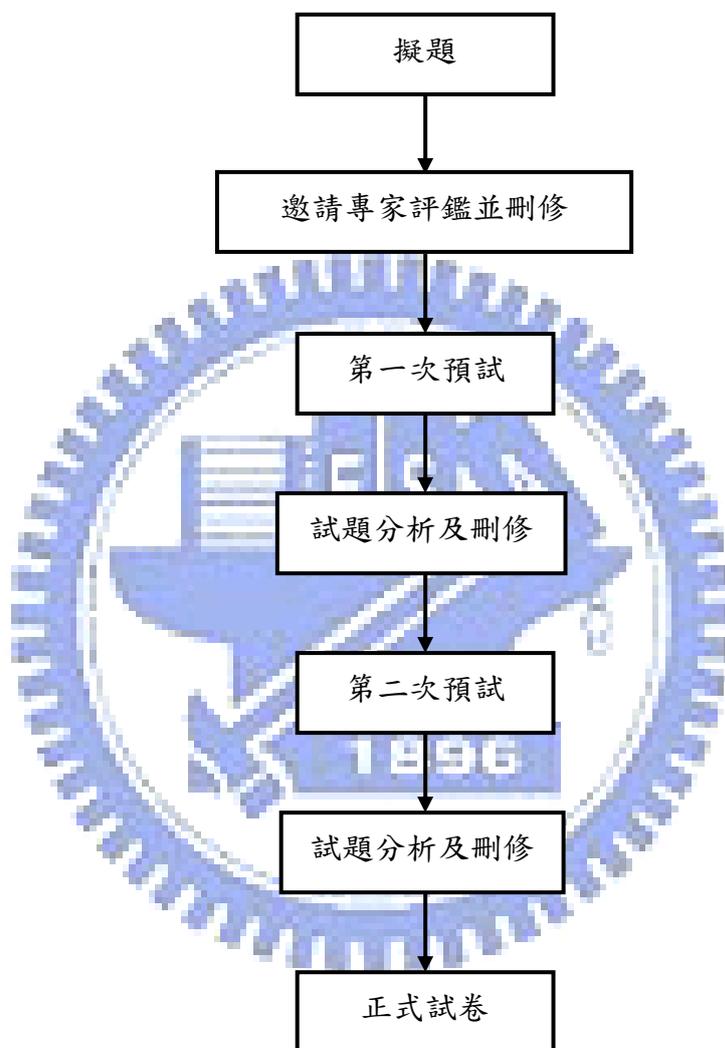


圖 3-2 統計概念學習成就測驗編製流程圖

(一) 第一次預試

研究者參考統計概念量表 (Allen, 2006) 編擬一份包含「敘述統計」、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等四個項目共計 20 題的試卷，並邀請 10 位高中數學教師及專家加以評鑑 (表 3-5) (意見表收錄於附錄一)。參酌專家及數學教師意見後修改 11 題後完成第一次預試試卷。

表 3-5 數學教師及專家之意見及處理方式彙整表

分項	題號	認知層次			適合性			處理方式
		知識	理解	應用	很好	普通	不適合	
敘述統計	1	0	4	6	8	2	0	修改
	2	0	4	6	5	3	2	修改
	3	1	8	1	7	2	1	修改
	4	0	8	2	6	1	3	修改
	5	2	7	1	6	4	0	保留
常態分佈	6	1	7	2	3	6	1	修改
	7	2	5	3	10	0	0	保留
	8	1	4	5	8	2	0	修改
	9	1	2	7	10	0	0	保留
	10	2	7	1	8	2	0	保留
大數法則	11	6	3	1	8	2	0	修改
	12	1	7	2	6	4	0	保留
	13	4	5	1	6	4	0	修改
	14	0	7	3	7	3	0	修改
	15	0	3	7	3	4	3	修改
信賴區間	16	1	7	2	6	4	0	保留
	17	6	4	0	6	4	0	修改
	18	4	5	1	6	4	0	保留
	19	0	7	3	9	1	0	保留
	20	1	5	4	8	2	0	保留

選取已經學習過部分單元的桃園縣某高中三年級 A 班共 47 位學生，接受統計概念學習成就測驗的第一次預試，測驗時間為 35 分鐘。因「信賴區間」為 95 課綱之新增單元，接受預試的學生皆未接受過此內容的課程，所以在預試測驗試題中，對「信賴區間」略做說明，以協助學生答題。

經研究者親自閱卷批改後，執行難度、鑑別度及誘答力分析。有關題目難度 P 的計算，採取（高分組答對率+低分組答對率）/2 的方式來計算（吳明隆、涂金堂，2006，p. 796）。題目難度 P 以介於.20 至.80 之間為宜，在此範圍外的題目，通常要重加修改或廢棄，難度指數 P 以 .50 左右，題目最具有鑑別力（王文科，2006，p. 153）。題目鑑別度 D 的計算採取（高分組答對率－低分組答對率）的方式來計算（吳明隆、涂金堂，2006，P. 797），鑑別度必須在.30 或較高一點，即可被接受（王文科，2006，p. 154）。誘答力則以高分組與低分組在各題選項中的答題比率計算，避免有誘答力過低或高分組與低分組答題情形反常的情形發生。

在上述的原則之下，修改其中 10 題並刪除 1 題。除了原來的試題外，為了使更具選擇性，所以另外增加 6 題，編製為一份 25 題的題目進行第二次預試。詳細內容列於表 3-6。

表 3-6 第一次預試分析及處理情形彙整表

分項	題號	難度 P	鑑別度 D	高分組答題情形				低分組答題情形				處理
				A	B	C	D	A	B	C	D	
敘述統計	1	.87	.15	.00	.08	.92	.00	.00	.08	.77	.15	修改
	2	.96	.15	.00	.00	.00	1.00	.00	.08	.08	.85	修改
	3	.98	.00	.00	.00	1.00	.00	.00	.00	1.00	.00	修改
	4	.87	.15	.92	.00	.08	.00	.77	.15	.00	.08	修改
	5	.60	.46	.00	.85	.00	.15	.08	.38	.38	.15	保留
常態分佈	6	.30	.54	.54	.31	.08	.08	.00	.77	.15	.08	保留
	7	.64	.62	.00	.85	.08	.08	.23	.23	.08	.46	保留
	8	.49	.46	.77	.08	.08	.08	.31	.38	.15	.15	保留
	9	.53	.39	.00	.69	.00	.31	.46	.31	.15	.08	保留
	10	.55	.23	.00	.08	.69	.23	.08	.00	.46	.46	修改
大數法則	11	.77	.46	.00	.00	.08	.92	.00	.08	.46	.46	保留
	12	.62	.31	.00	.85	.00	.15	.00	.54	.23	.23	保留
	13	1.00	.00	.00	.00	.00	1.00	.00	.00	.00	1.00	修改
	14	.09	.23	.31	.23	.00	.46	.31	.00	.08	.62	刪除
	15	.51	.46	.77	.00	.15	.08	.31	.00	.08	.62	保留
信賴區間	16	.40	.23	.00	.46	.54	.00	.08	.62	.31	.00	修改
	17	.17	.15	.15	.46	.31	.08	.00	.38	.46	.15	修改
	18	.40	.31	.15	.00	.62	.23	.31	.08	.31	.31	保留
	19	.30	.23	.23	.23	.08	.46	.31	.15	.31	.23	修改
	20	.74	.23	.15	.00	.85	.00	.23	.15	.62	.00	修改

(二) 第二次預試

選取已經學習過部分單元的桃園縣某高中三年級 B 班共 53 位學生，接受學習成就測驗的第二次預試，測驗時間為 40 分鐘。因「信賴區間」為 95 課綱之新增單元，接受本次預試的學生皆未接受過此內容的課程，所以在預試測驗試題中，對「信賴區間」略做說明，以協助學生答題。

經研究者親自閱卷批改後，執行信度考驗與難度、鑑別度分析，得到整體信度 *Cronbach's Alpha* 值 = .728，達到基本要求（吳明隆、涂金堂，2006，p. 841）。所有題目的難度皆符合 .2 至 .8 的要求並且大多數都接近 .5。大多數題目鑑別度亦符合 0.3 以上要求。原則上刪除鑑別度低於 .3 的題目，修改鑑別度 .3 至 .4 之間的題目並保留鑑別度 .4 以上者。除此之外，因敘述統計分項題目已足夠，所以刪除此分項中鑑別度最低的 Q2。但信賴區間分項題目數量略嫌不足，所以保留 Q20、Q25 等二題並加以修改。刪修完成之試題共 19 題，並以此為本研究中統計概念學習成就測驗之正式試題，其中敘述統計部分共有 5 題，常態分佈部分共有 6 題，大數法則部分共有 3 題，信賴區間部分共有 5 題。詳細內容列於表 3-7。（試題見附錄二）

表 3-7 第二次預試分析及處理情形彙整表

項目	題號	項目刪除時的平均數	項目刪除時的變異數	修正的項目總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值	難度	鑑別度	處理
敘述統計	Q1	11.69	18.55	.13	.72	.81	.23	刪除
	Q2	11.98	18.02	.20	.72	.54	.31	刪除
	Q3	11.76	18.10	.23	.72	.65	.38	修改
	Q4	11.84	19.13	-.05	.74	.65	.08	刪除
	Q5	11.98	17.39	.35	.71	.54	.46	保留
	Q6	11.92	17.99	.21	.72	.62	.46	修改
	Q7	12.10	17.17	.41	.70	.46	.62	保留
	Q8	11.94	17.47	.33	.71	.65	.54	保留
常態分佈	Q9	12.20	17.54	.34	.71	.38	.46	保留
	Q10	12.18	17.19	.42	.70	.42	.54	保留
	Q11	12.06	18.35	.12	.73	.46	.31	刪除
	Q12	12.12	17.56	.31	.71	.46	.62	保留
	Q13	12.16	16.97	.47	.70	.46	.62	保留
	Q14	12.10	17.13	.42	.70	.50	.54	保留
	Q15	11.88	18.27	.15	.72	.62	.31	刪除
	Q16	11.86	17.37	.38	.71	.50	.62	保留

表 3-7 續

大數法則	Q17	11.94	18.89	-.00	.73	.50	.23	刪除
	Q18	11.94	17.39	.36	.71	.58	.69	保留
	Q19	12.14	17.75	.27	.71	.42	.38	保留
	Q20	12.24	18.10	.21	.72	.38	.31	保留
信賴區間	Q21	12.08	18.16	.16	.72	.54	.31	修改
	Q22	12.31	17.63	.37	.71	.31	.46	保留
	Q23	12.20	17.45	.36	.71	.50	.54	保留
	Q24	12.16	17.72	.28	.71	.38	.46	保留
	Q25	11.94	18.35	.12	.73	.58	.38	修改

三、電腦實驗課程設計

電腦實驗課程課程設計包含：學生分組方式、電腦實驗程式、學習單以及課程活動等四個部分。

(一) 學生分組方式

因實驗進行中需要小組組員充分合作及討論，在與該班導師討論之後，認為採取同學自由分組的方式較為適當。所以由學生於實驗課前自行完成分組，全班 47 人每 4 人一組，共分為 12 小組（其中一組人數為 3 人）。

為方便小組討論，將電腦教室座位規劃為組員易於溝通交談的方式，如圖 3-3。

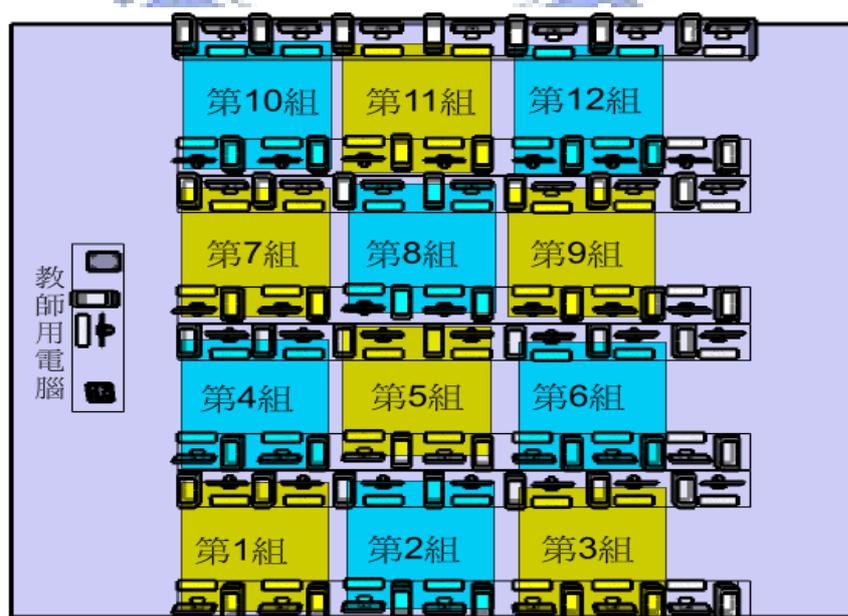


圖 3-3 電腦教室小組座位分配圖

(二) 電腦實驗程式

本研究所使用的 *Excel* 程式由研究者以 VBA (*Visual Basic for Application*) 自行編寫設計，並利用 *Excel* 基本功能 (運算、格式) 來簡化程式的編寫。

為了配合學生的電腦能力以設計操作介面，經隨機抽取若干同學訪談發現，同學對於上網搜尋資料以及 *Word* 基本操作 (包含打字、貼圖及簡單排版) 大致沒有問題，但對於 *Excel* 能力差異頗大。少數同學可以利用 *Excel* 完成一份包含總分、平均數以及排名的成績單，但大多數同學完全沒有接觸過 *Excel*。因為操作介面必須使學生容易操作，所以選擇運用 VBA 中的按鍵與捲軸等物件來簡化程式的操作。

首先依據課程綱要訂定程式設計目標 (表 3-8)，程式完成後請電腦教師協助測試與修改。第二階段請數位教材專家顏貽隆老師 (新竹實驗高中) 與蔡政樺老師 (台中一中) 評鑑，第三階段請學生實際操作，第四階段到上課電腦教室實際測試。(圖 3-4)

表 3-8 各單元實驗程式設計目標

單元名稱	設計目標
大數法則	<ul style="list-style-type: none">* 模擬重覆投擲銅板與骰子之結果並顯示圖形的變化。* 可改變銅板與骰子數量。* 可表現中央極限定理。
常態分佈	<ul style="list-style-type: none">* 可改變參數的常態分佈圖形並顯示面積。* 能計算 x 軸座標上任一點的絕對離差與標準差的比值。* 能表現 1、2、3 個標準差時其面積比例為 68-95-99.75。* 能同時顯示不同參數的常態分配圖形以利觀察。
信賴區間	<ul style="list-style-type: none">* 能有不同母體供抽樣調查。* 能自行設定每次抽樣的樣本數。* 在一次調查中要避免相同樣本被重覆抽樣。* 畫面能呈現多次調查結果。* 要有計算抽樣標準差的功能。

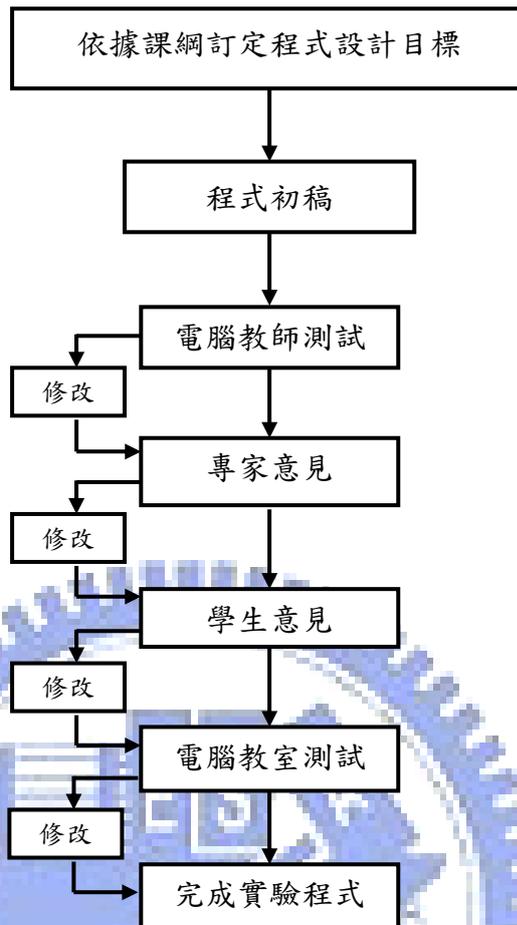


圖 3-4 實驗程式設計流程圖

1. 大數法則程式

(1) 以 *Excel* 函數庫中的 RAND 函數（產生一個小於 1 且大於或等於 0 的隨機亂數）與 INT 函數（無條件捨去小數）模擬投擲一枚公正銅板出現正、反面的情形，並以數字 1 代表正面，數字 0 代表反面。

儲存格中的計算式為： $=INT(RAND()*2)$

(2) 將上述計算式複製 5,000 筆，得到 5,000 次的投擲結果，並以此為資料庫，於右方儲存格計算累計的正面次數（利用 SUM 函數）以及比例（利用相對位址計算）。

(3) 以 VBA 設計按鍵，按下按鍵時，*Excel* 將指定範圍內的數字以圖表精靈自動產生指定的圖形，並加上座標說明。

(4) 功能鍵 F9 為 *Excel* 中的「重新計算」鍵，按下時會自動重新計算，除了產生 5000 筆不同的隨機亂數之外，所有的儲存格會依照計算式重新計算，圖表也會自動重新繪製。

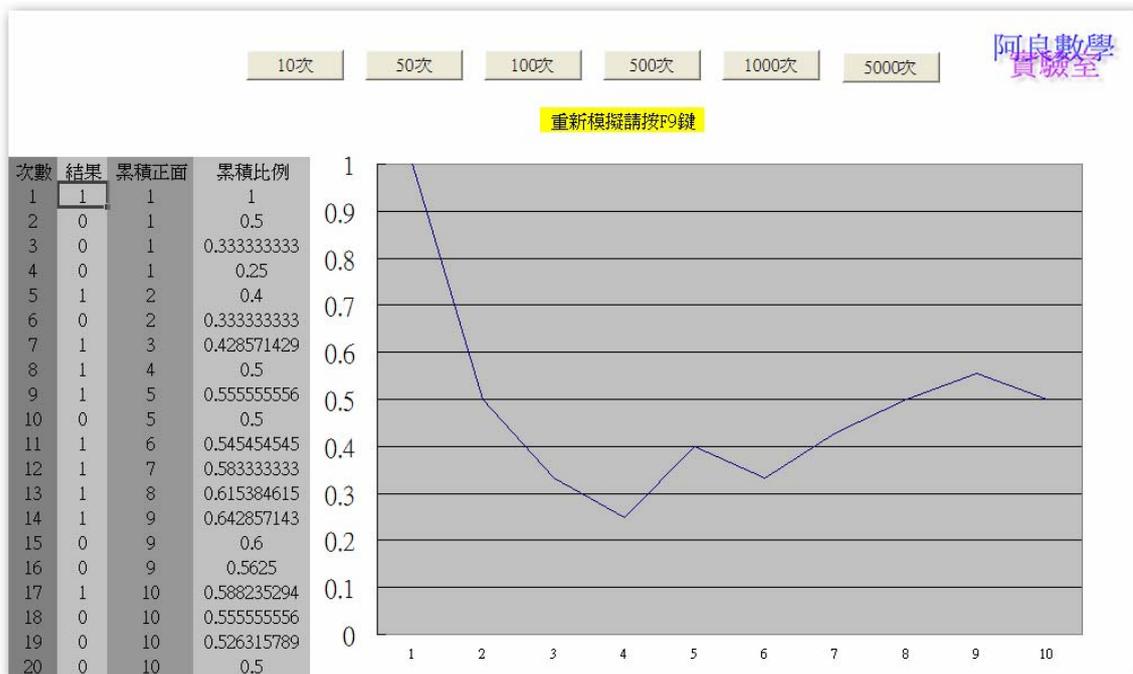


圖 3-5 大數法則程式畫面

2. 模擬投擲銅板程式

(1) 以 VBA 中的捲軸物件控制銅板數量 (1 至 10 枚) 及投擲次數, (1 至 10000 次)。以按鍵開始執行程式。

(2) 以 VBA 函式中的 Rnd 函數 (產生一個小於 1 且大於或等於 0 的隨機亂數) 與 Int 函數 (無條件捨去小數後的整數值) 模擬投擲一枚公正銅板出現正、反面的情形, 並以數字 1 代表正面, 數字 0 代表反面。在使用 Rnd 之前, 最好先呼叫 Randomize 陳述式, 但不要給任何引數, 如此便會以作業系統的時間當作亂數種子來起始亂數產生器, 否則 RND 函數會使用先前呼叫時所產生的亂數值當成新的亂數種子以產生亂數值, 可能造成多次實驗皆得到相同結果。

程式中的語法為: $\text{Int}(\text{Rnd}() * 2)$

(3) 以 For...Next... (迴圈) 控制銅板數量及投擲次數。

(4) 每次投擲後以 Excel 中的 SUM 函數計算該次投擲所得正面個數, 並以 VBA 中 Select Case 語法將記錄投擲結果的儲存格之值增加 1。例如該次投擲結果為 5 個正面, 就在 5 個正面的累計次數加 1。

(5) 以 VBA 按鈕啟動圖表精靈將指定範圍的儲存格繪製為圖表並放大以及放置到指定位置。

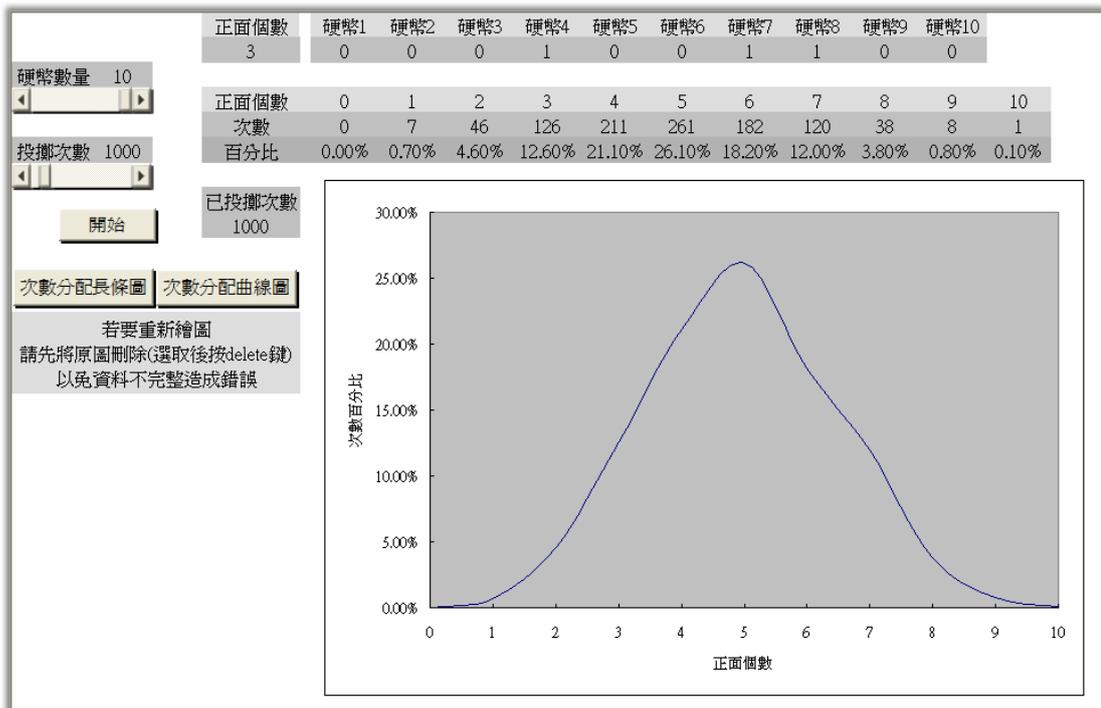


圖 3-6 擲銅板程式畫面

3. 模擬投擲骰子程式

(1) 以 VBA 中的捲軸物件控制骰子數量 (1 至 6 顆) 及投擲次數, (1 至 10000 次)。以按鍵開始執行程式。

(2) 以 VBA 函式中的 Rnd 函數與 Int 函數模擬投擲一顆公正骰子出現的點數 (1 至 6 點)。(先呼叫 Randomize 陳述式)

程式中的語法為： $\text{Int}(\text{Rnd}() * 6 + 1)$

(3) 以 For...Next... (迴圈) 控制骰子數量及投擲次數。

(4) 每次投擲後以 Excel 中的 SUM 函數計算該次投擲所得點數總和，並以 VBA 中 Select Case 語法將記錄投擲結果的儲存格之值增加 1。例如該次投擲結果為總和 12 點，就在 12 點的累計次數加 1。

(5) 以 VBA 按鈕啟動圖表精靈將指定範圍的儲存格繪製為圖表並放大以及放置到指定位置。

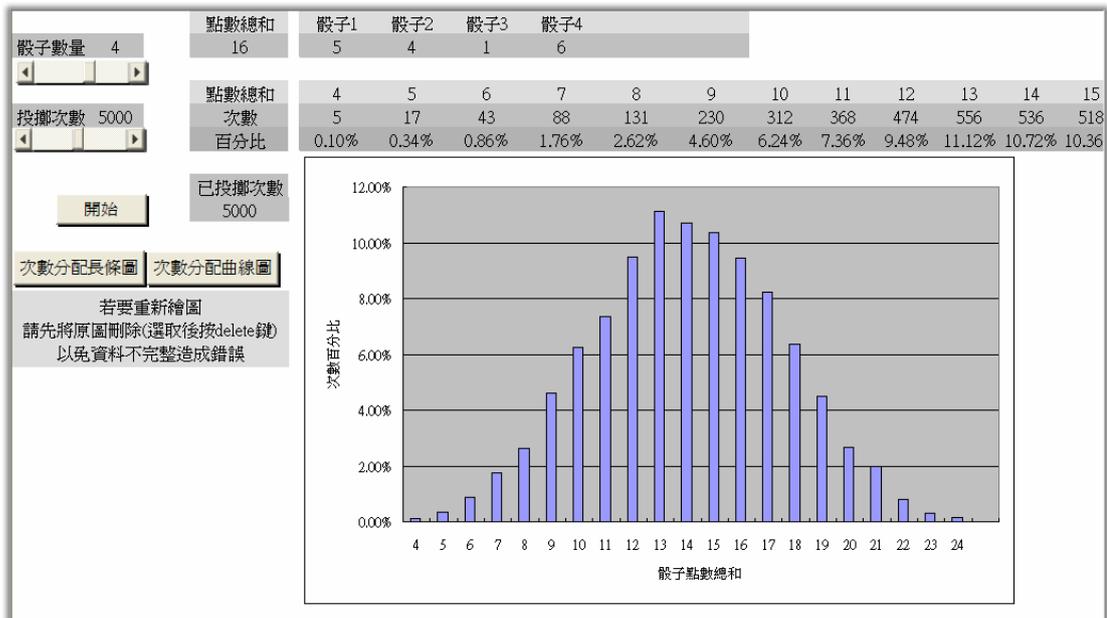


圖 3-7 擲骰子程式畫面

4. 常態分佈程式

(1) 以使用者輸入的平均數與標準差為參數，並以平均數左右各 3.5 個標準差為計算範圍，將此範圍 1,000 等分，每一等分位置以 Excel 中的 NORMDIST 函數計算得到常態分佈值。

(2) 利用上述方法得到所有的 1,000 筆資料，將此資料以圖表精靈繪圖即得常態分佈曲線圖之底層。

(3) 再次以上述資料以其他顏色繪圖為常態分佈曲線圖之上層，並以 VBA 捲軸物件控制繪圖範圍。

(4) 在圖形上以繪圖工具加上輔助線標明平均數左、右各一、二、三個標準差的位置。

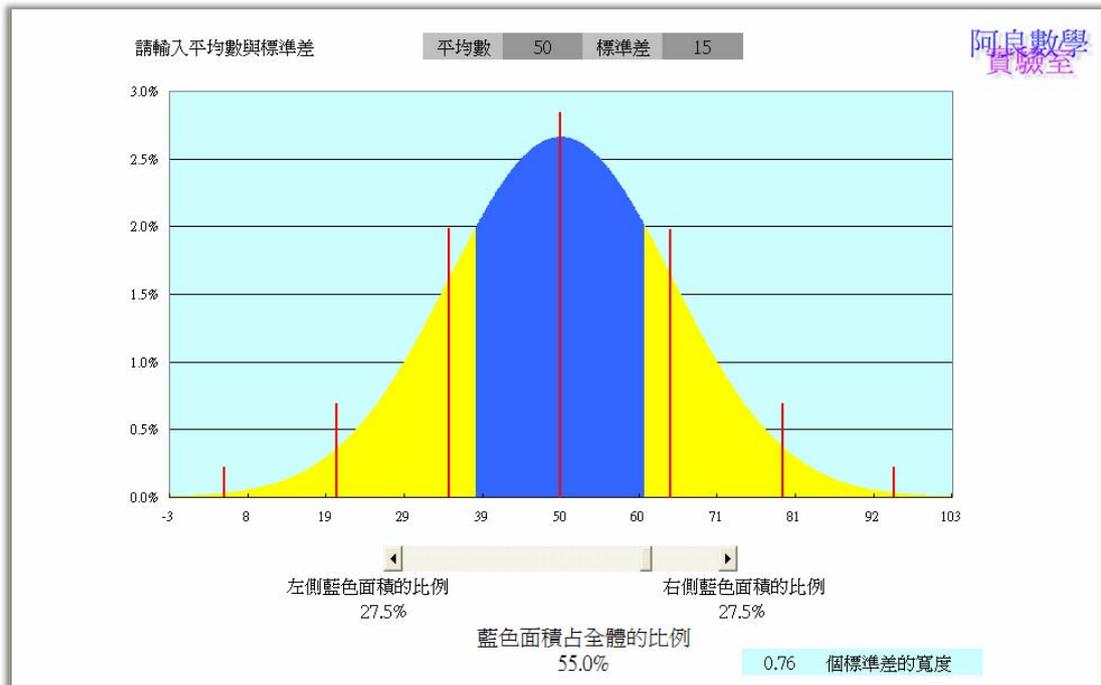


圖 3-8 常態分佈程式畫面

5. 信賴區間程式

(1) 以 EXCEL 中 RAND 函數製作母體樣本，母體 A 樣本數為 5,195 個，母體 B 為 21,564 個，而母體 C 為 63,695 個，並以 IF 函數將亂數值大於某個數值者設定為贊成，其他的為反對。以此三個母體為資料庫並存放在不同分頁中。

(2) 以 VBA 捲軸物件控制每次抽樣調查的來源母體以及樣本數。

(3) 以按鍵開始執行抽樣。以母體 A 為例，程式產生一個 1 至 5,195 的隨機亂數，即為抽樣樣本，將其贊成或反對顯示在抽樣結果的儲存格中，並在母體 A 被抽中的樣本加上標記，若在同一次抽樣調查中再次被選中則不計。

(4) 以 VBA 迴圈控制抽樣次數至抽樣樣本達到指定次數為止。以 Excel 中的儲存格計算功能，將抽樣結果以數字及圖形表現。

(5) 程式中央部分之圖形係以圖表精靈先行製作完成，當左側抽樣結果有數字出現即自動重新繪圖。

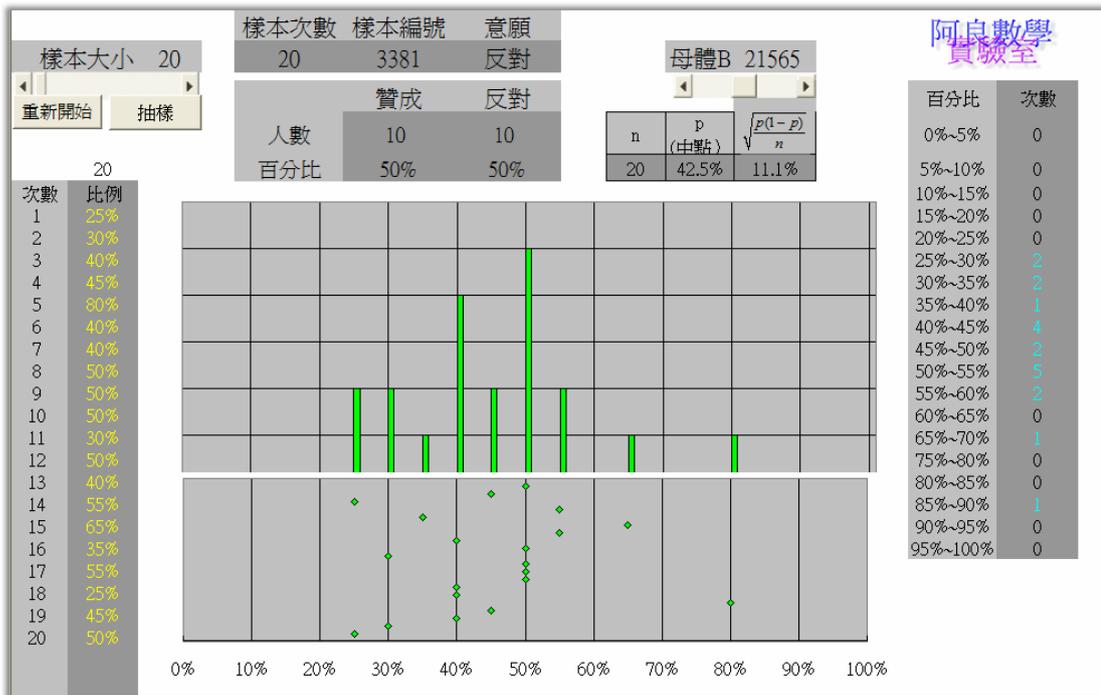


圖 3-9 信賴區間程式畫面

各單元程式功能及操作方式整理於表 3-9。



表 3-9 各單元程式功能

單元名稱	子單元名稱	內容說明
大數法則	投擲一枚銅板	<ul style="list-style-type: none"> * 選擇不同次數的按鍵，可得累計比例折線圖。 * 按下鍵盤功能鍵 F9 可得到重新投擲的結果與圖形。 * 上下調整畫面可檢視每次的投擲結果。
	投擲多枚銅板	<ul style="list-style-type: none"> * 調整銅板數量，可設定同時投擲 1 至 10 枚。 * 調整投擲次數，可設定投擲 1 至 10,000 次。 * 按開始鍵即開始進行模擬投擲。
	大數法則	<ul style="list-style-type: none"> * 全部次數投擲完畢後可選擇顯示圖形（長條圖或曲線圖）。
常態分佈	投擲多顆骰子	<ul style="list-style-type: none"> * 調整骰子數量，可設定同時投擲 1 至 6 顆。 * 調整投擲次數，可設定投擲 1 至 10,000 次。 * 按開始鍵即開始進行模擬投擲。 * 全部次數投擲完畢後可選擇顯示圖形（長條圖或曲線圖）。 * 左右調整畫面可檢視不同點數（1 至 36）之分佈情形。
	常態分佈的面積	<ul style="list-style-type: none"> * 輸入平均數與標準差可得到以此二數為參數的常態分佈圖形。 * 分別拉動左、右二捲軸，可得到面積的改變。
常態分佈	常態分佈面積與標準差	<ul style="list-style-type: none"> * 輸入平均數與標準差可得到以此二數為參數的常態分佈圖形。 * 拉動捲軸可觀察面積與標準差的關係。 * 分別在一、二、三個標準差位置標記以利觀察
	不同參數常態分佈的關係	<ul style="list-style-type: none"> * 拉動捲軸可改變二個不同常態分佈的參數，其圖形亦同步改變。
信賴區間		<ul style="list-style-type: none"> * 拉動右側捲軸可改變母體。(A、B、C) * 拉動左側捲軸可決定抽樣樣本數。(1 至 1,067)
		<ul style="list-style-type: none"> * 按下抽樣即進行一次抽樣，並自動完成各種統計圖表。 * 按下重新開始會清除所有螢幕上的數字與圖形。
		<ul style="list-style-type: none"> * 輸入樣本數 n 與平均數 p，可計算抽樣標準差。

(三) 學習單

本研究欲以學生分組實驗的方式進行課程，所以將學習單設計為實驗報告的形式，並以開放型的問題為主，以帶動學生討論。在考慮實驗時間之下，三次實驗報告的題目數量皆為 5 至 6 題，並且讓學生以文書處理軟體 *Word* 直接繕打，繳交實驗報告時以上傳的方式每組繳交一份（見附錄三）。

(四) 課程活動設計

為了使實驗的時間能夠連續，研究者請實驗學校將實驗組數學課兩節連續排課，並安排固定的電腦教室。每次實驗時間為連續兩節課 100 分鐘，規劃如下：老師講解 15 分鐘、分組進行實驗及完成實驗報告上傳 65 分鐘以及最後全班討論 20 分鐘。

在老師講解的部分，研究者利用電腦廣播系統先向學生說明實驗的主題及內容，接著說明程式的操作方式，最後說明實驗報告內問題的題意。

分組進行實驗時，為避免學生利用網際網路查詢資料，研究者以控管軟體關閉網際網路，並於電腦教室中來回巡視，協助學生處理電腦以及操作上的疑問。在距離上傳截止時間前 10 分鐘，研究者開啟學生端的網際網路，開始接受學生上傳已經完成的實驗報告，並提示各組以組別為檔名存檔，以便辨識。

在全班討論時，研究者將學生畫面切換至廣播系統，並開始由各組提問討論，必要時開啟學生實驗報告給全班同學一起觀看，或利用電腦教室前方白板以文字或圖形補充說明。

四、學習態度訪談問題

實驗教學結束後，研究者從班上隨機選出 25 名學生並以半結構化的問題進行訪談，以了解學生對於「電腦數學實驗課程」的看法。並且也希望能夠由其回饋中得到改進課程的建議，以做為往後設計課程的參考。

研究者參考劉勝鈺（2002）所設計的訪談問題，以：與傳統教學方式的比較、學習單元的內容、小組合作情形、未來發展等項目，完成包含十五個問題的訪談問卷。訪談結構如下：（試題見附錄六）

1. 電腦實驗教學與傳統講述式教學方式的比較
2. 學習單元的內容
3. 小組合作情形
4. 未來發展

第四節 資料處理

本研究收集的資料有：統計概念學習成就測驗前測成績、統計概念學習成就測驗後測成績、統計概念學習成就測驗延後測成績、以及學習態度訪談結果

前述三項測驗成績以 SPSS 12.0 中文視窗版軟體和 *Excel2003* 軟體進行統計分析，方法如下：

1. 首先利用 t 考驗分析兩組學生統計概念學習成就測驗前測成績，以比較兩組的起點行為。
2. 若前測成績經 t 考驗結果未達顯著，則以起點行為相同之假設以 t 考驗進行後測及延後測分析。
3. 若前測成績經 t 考驗結果達顯著則以共變數分析進行後測及延後測分析
(以上 t 考驗 SPSS 系統參數信賴區間設定為 95%，考驗顯著水準設定為 .05。)
4. 以卡方檢定分析兩組學生統計概念學習成就測驗後測之答題情形。

學習態度訪談將訪談實驗組中的 25 位同學，除了現場錄音外，並繕打為逐字稿以便整理分析。



第四章 研究結果之分析

本章旨在根據統計概念學習成就測驗的測驗結果與訪談的紀錄，就「電腦實驗教學」（實驗組）和「傳統式教學」（控制組）兩種不同教學方式下，對學生學習高中數學統計部分的「大數法則」、「常態分配」與「信賴區間」三個單元的學習成效做分析比較。本章分為四部分，第一節比較實驗組和控制組學生在兩種不同學習方式下，其統計概念學習成就測驗後測的表現，第二節比較實驗組和控制組學生在兩種不同學習方式下，統計概念學習成就測驗延後測中的表現。第三節比較實驗組和控制組學生在兩種不同學習方式下，於統計概念學習成就測驗後測中各題的試題反應。第四節以訪談結果來探討學生利用電腦實驗教學的學習態度和反應。

第一節 成就測驗後測成績比較分析

一、前測結果分析

經研究者實施統計概念學習成就測驗測驗並親自閱卷，學生前測平均成績實驗組為 6.74，控制組為 6.73。經統計考驗分析，t 值為 0.014，顯著性為 .98 ($>.05$)，未達顯著差異。

將實驗組與控制組兩班學生的四個分項成績得分求出並實施 t 考驗。結果實驗組與控制組兩班學生在「敘述統計」、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等四個分項成績皆未達顯著差異（見表 4-1）。

由以上分析顯示兩組學生的起點行為相同，即實驗組與控制組兩班同學在統計概念學習成就測驗中，不論總分或「敘述統計」、「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等四個分項在實驗教學前兩組學生的測驗結果沒有差異。

表 4-1 前測成績組別統計量數值表

	組別	個數	平均數	標準差	t 值
敘述統計	實驗組	47	2.57	1.098	0.042
	控制組	46	2.56	1.046	
大數法則	實驗組	47	1.04	0.779	-0.764
	控制組	46	1.17	0.876	
常態分佈	實驗組	47	1.53	1.018	-0.443
	控制組	46	1.63	1.122	
信賴區間	實驗組	47	1.59	0.900	1.163
	控制組	46	1.36	0.974	
總分	實驗組	47	6.74	2.00	0.014
	控制組	46	6.73	1.79	

二、後測結果分析

將實驗組與控制組的後測成績分為總分、敘述統計、大數法則、常態分佈及信賴區間等項目成績實施 t 考驗，得到表 4-2 數據。

表 4-2 後測成績組別統計量數值表

	組別	個數	平均數	標準差	t 值
敘述統計	實驗組	47	3.43	1.15	-0.126
	控制組	46	3.46	1.22	
大數法則	實驗組	47	1.87	0.79	1.565
	控制組	46	1.59	0.95	
常態分佈	實驗組	47	2.87	1.36	-1.404
	控制組	46	3.26	1.30	
信賴區間	實驗組	47	3.36	0.98	2.029*
	控制組	46	2.93	1.04	
總分	實驗組	47	11.53	2.88	0.478
	控制組	46	11.24	3.02	

註：* $p < .05$

(一) 總分的比較分析

統計概念學習成效測驗共有 19 道試題，每答對一題得 1 分，滿分為 19 分。實驗組的平均分數為 11.53，控制組的平均分數為 11.24，兩組的後測成績皆明顯高於前測時的成績（實驗組 6.74 與控制組 6.73），可見兩組的學習皆有成效。經統計考驗分析，t 值為 -0.478，顯著性為 .63 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組經過部分單元不同的教學方法之後，在統計概念學習成就的整體表現是相同的。

(二) 敘述統計項目的比較分析

統計概念學習成效測驗中敘述統計部分共有 5 道試題，滿分為 5 分。實驗組的平均分數為 3.43，控制組的平均分數為 3.46，兩組的後測成績皆明顯高於前測時的成績（實驗組 2.57 與控制組 2.56）。經統計考驗分析，t 值為 0.126，顯著性為 .9 ($>.05$)，兩組在統計概念學習成就中的「敘述統計」單元的表現是相同的。

在本研究的課程設計中，敘述統計單元並未採取不同的教學方法，實驗組與控制組皆採用傳統的講授教學方式，所以本項資料可以說明實驗組與控制組在後續單元的先備知識具有一致的程度。

(三) 大數法則項目的比較分析

統計概念學習成效測驗中大數法則部分共有 3 道試題，滿分為 3 分。實驗組的平均分數為 1.87，控制組的平均分數為 1.59，兩組的後測成績皆明顯高於前測時的成績（實驗組 1.04 與控制組 1.17）。經統計考驗分析，t 值為 -1.565，顯著性為 .121 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組在統計概念學習成就中的「大數法則」單元的表現是相同的。

比較各題答對率得到下表數據。

表 4-3 大數法則各題答對率

題號	Q12	Q13	Q14
實驗組	.74	.51	.62
控制組	.70	.54	.35

三個題目之中，Q14 的答對率相差較大。Q14 題目與選項為：

擲三次骰子，第一次時擲 2 顆，第二次時擲 6 顆，第三次時擲 10 顆。若其中某一次的點數平均值為 1.5，請問是擲幾顆骰子時發生的可能性比較高？

- (A) 2 顆骰子。
- (B) 6 顆骰子。
- (C) 10 顆骰子。
- (D) 三種的可能性一樣高。

控制組在「大數法則」單元課程中由教師講解擲 1、2 顆公正骰子之各種點數和出現的機率。以擲 2 顆骰子的情形為例，使用的教學方法是列出整個樣本空間的 36 個樣本，再從中找出點數和為 2 到 12 點的樣本，以古典機率中 $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$ 的定義找出各點數和的機率，並向學生說明會有愈中間（7 點）機率愈高及機率對稱的性質。

而實驗組在「大數法則」單元由學生操作模擬程式並藉由小組討論完成實驗報告。實驗報告中需要學生觀察投擲不同數量骰子的結果來討論並作答。

因兩組學生皆未學習過高中機率課程，不瞭解二項分配的概念，因此推測實驗組在「大數法則」單元的擲骰子實驗中藉由模擬投擲不同數量的骰子所得到的數字及圖形使他們比較瞭解擲骰子的機率大小，使實驗組在本題有較高的答對比率。

(四) 常態分佈項目的比較分析

統計概念學習成效測驗中常態分佈部分共有 6 道試題，滿分為 6 分。實驗組的平均分數為 2.87，控制組的平均分數為 3.26，兩組的後測成績皆明顯高於前測時的成績（實驗組 1.63 與控制組 1.53）。經統計考驗分析，t 值為 1.404，顯著性

為.164 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組在統計概念學習成就中「常態分佈」單元的表現是相同的。

比較各題答對率得到下表數據。

表 4-4 常態分佈各題答對率

題號	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
實驗組	.66	.38	.34	.45	.45	.60
控制組	.63	.43	.43	.48	.54	.63

六個題目中除了 Q6 之外，其他五題的答對率皆為控制組優於實驗組，此五題皆是利用常態分配中 68-95-99.75 法則來計算某一區間的面積。控制組的傳統上課方式是由老師示範、講解後由學生演練，也就是控制組的同學對於常態分配中 68-95-99.75 的應用題實際以紙筆計算過。而根據訪談實驗組的同學，部分同學表示在常態分配的實驗中只要拉動程式畫面中的捲軸就可以找到答案而沒有實際的計算。這應是造成實驗組同學在這個部分題目的正確率較低的原因。這個現象也與 *Dwass* (1975) 的研究結果一致，即因為所有的數據資料都可藉由操作電腦模擬程式而找到非常接近的答案，所以學生們誤認為不必再需要數學來計算。

(五) 信賴區間項目的比較分析

統計概念學習成效測驗中信賴區間部分共有五道試題，滿分為 5 分。實驗組的平均分數為 3.36，控制組的平均分數為 2.93，經統計考驗分析， t 值為 -2.029，顯著性為 .045 ($<.05$)，達到顯著差異，即兩組在統計概念學習成就中「信賴區間」單元的表現，實驗組顯著優於控制組。

五個題目皆是概念性的題目，除了 Q15 為測驗學生是否瞭解信賴區間的定義之外，其他題目內容為抽樣樣本數與信賴區間大小以及信心水準的關係。

比較各題答對率得到下表數據。

表 4-5 信賴區間各題答對率

題號	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19
實驗組	.77	.70	.60	.60	.70
控制組	.70	.52	.57	.50	.65

實驗組在五個題目的答對率皆高於控制組，而且根據訪談實驗組的同學，大多數的同學認為這個單元是所有實驗中最難、最抽象的一個。可見電腦實驗教學對於抽象的數學概念確實能提高學習成效。這也符合學者們的研究 (*Mills*, 2002、*陳義汶*, 2004、*阮宏展*, 2006)，使用電腦來輔助學生學習統計除了可激勵學生的學習動機之外，亦可利用多重表徵來協助學生瞭解較抽象、艱深的概念，達到較好的學習成效。

第二節 成就測驗延後測成績比較分析

將實驗組與控制組的延後測成績分為總分、敘述統計、大數法則、常態分佈及信賴區間等項目成績經統計考驗分析，得到表 4-6 數據。

表 4-6 延後測成績組別統計量數值表

	組別	個數	平均數	標準差	t 值
敘述統計	實驗組	47	2.95	1.02	0.098
	控制組	46	2.93	1.20	
大數法則	實驗組	47	1.63	0.76	0.334
	控制組	46	1.58	0.71	
常態分佈	實驗組	47	2.68	0.98	1.914
	控制組	46	2.28	1.02	
信賴區間	實驗組	47	2.42	1.45	2.926*
	控制組	46	1.63	1.14	
總分	實驗組	47	9.70	2.73	2.346*
	實驗組	46	8.43	2.46	

註：* $p < .05$

一、總分的比較分析

實驗組的平均分數為 9.70，控制組的平均分數為 8.43，兩組的延後測成績皆低於後測時的成績（實驗組 11.53 與控制組 11.24）。經統計考驗分析，t 值為 2.34，顯著性為.02 ($<.05$)，達到顯著差異，即兩組經過四週的時間，在成就測驗延後測成績的總分實驗組優於控制組。所以就總分而言，實驗組延宕效果優於控制組的延宕效果。

二、敘述統計項目的比較分析

實驗組的平均分數為 2.95，控制組的平均分數為 2.93，兩組的延後測成績皆低於後測時的成績（實驗組 3.43 與控制組 3.46）。經統計考驗分析，t 值為 0.098，顯著性為.92 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組經過四週的時間，在成就測驗延後測中的述統計項目的成績是沒有差異的。所以就敘述統計項目而言，其延宕效果是相同的。

三、大數法則項目的比較分析

實驗組的平均分數為 1.63，控制組的平均分數為 1.58，兩組的延後測成績皆低於後測時的成績（實驗組 1.87 與控制組 1.59）。經統計考驗分析，t 值為 0.334，顯著性為.739 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組經過四週的時間，在成就測驗延後測中大數法則項目的成績是沒有差異的。所以就大數法則項目而言，其延宕效果是相同的。

四、常態分佈項目的比較分析

實驗組的平均分數為 2.68，控制組的平均分數為 2.28。經統計考驗分析，t 值為 0.688，顯著性為.059 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組經過四週的時間，在成就測驗延後測中常態分佈項目的成績是沒有差異的。所以就常態分佈項目而言，其延宕效果是相同的。但比較後測成績（實驗組 2.87、控制組 3.26）可以發現，在後測時控制組的成績優於實驗組，而在延後測時卻是實驗組成績優於控制組。

實驗組的上課方式為學生自由操作常態分佈曲線模型，可推測學生藉由視覺表徵加深印象。透過視覺，可以擴大個人的知覺經驗，對學習者而言有下列三種益處：（1）視覺經驗較為具體，尤其是動態的視覺將驗可以讓人瞭解整個事件發生的歷程（2）因為視覺訊息較易處理，因此視覺思考可以讓學習者在學習的過程中，容許有更多的短期記憶的空間進行資訊的處理（3）視覺經驗較具可探索性，讓學習者更具想像空間，擴展學習的深度（謝哲仁，2002）。所以在延後測的成績表現上，實驗組有優於控制組的傾向。

五、信賴區間項目的比較分析

實驗組的平均分數為 2.42，控制組的平均分數為 1.63，兩組的延後測成績皆低於後測時的成績（實驗組 3.26 與控制組 2.87）。經統計考驗分析，t 值為 2.926，顯著性為.004 ($<.05$)，達到顯著差異，即兩組經過四週的時間，在成就測驗延後測中信賴區間項目的成績實驗組優於控制組。所以就信賴區間項目而言，實驗組延宕效果優於控制組的延宕效果。

六、綜合分析

綜合以上總分及各分項成績的統計分析，總分部分實驗組優於控制組且達顯著水準的原因主要為常態分佈以及信賴區間兩個項目成績所造成。其原因可能為，此二單元皆為較抽象的概念，而藉由具備多重表徵的實驗活動促使學生真正

的瞭解相關的概念，謝哲仁（2002）曾指出在 *Oark & Starr*（1986）的研究發現，學生的記憶會因下列情況而有差異：

1. 能記住「讀到」的10%。
2. 能記住「聽到」的20%。
3. 能記住「看到」的30%。
4. 能記住「聽到及看到」的50%。
5. 能記住「說過」的70%。
6. 能記住「說過並做過」的90%。

而傳統教學效果往往非常短暫，學生辛苦學會的東西很快又消逝無蹤（張靜馨，1996），可見適時的利用電腦輔助教學不但可以帶給學生更多元化、個別化、生動化的學習空間，對於提昇學習效果更是有明顯的成效，這與謝哲仁（2004）之見解相同。

第三節 後測試題反應分析

本節將控制組與實驗組在後測中的試題反應作比對分析。分為「大數法則」、「常態分佈」及「信賴區間」等三個部分討論。

一、大數法則部分

大數法則部分共有三題，分別為第十二題、第十三題及第十四題，以下逐題分析學生之作答反應情形。

（一）第十二題

1. 第十二題題目為：

投擲一枚公正的銅板其正面朝上的機率是 $1/2$ 。請問下列那個敘述是正確的？

- (A) 投擲 1000 次銅板，若得到正面超過 500 次以上，則再繼續擲 100 次，一定是反面的次數超過 500 次。
- (B) 若投擲銅板很多次，就會得到正面朝上的比例是 $1/2$ 。一般而言，投 10000 次以上就會得到機率值 $1/2$ 。
- (C) $1/2$ 是理想中的值，實際上不論投擲幾次都不會恰好 $1/2$ 。
- (D) 在投擲銅板很多次後，當投擲的次數愈多，得到正面朝上的比例愈接近 $1/2$ 。

2. 兩組學生答題情形如下表：

表 4-7 第十二題答題比例

選項	A	B	C	D*
實驗組	.00	.06	.19	.74
控制組	.00	.02	.28	.70

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 1.85，p 值為 .39 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生對於大數法則的基本概念，兩組學生答題情形非常一致，答錯的學生中大多選擇選項 C，可能是因為在他們的數學學習經驗中，在符號表徵、實體及思維之間，無法達到互動的體會與認知（吳英孝，2004）。學生無法將學習到的數學與實際生活相連結，所以認為理論值是不會發生的。

(二) 第十三題

1. 第十三題題目為：

同時投擲編號 1 到 9 號的 9 枚公正銅板，並定義：

甲事件：共 5 個正面 4 個反面

乙事件：共 4 個正面 5 個反面

丙事件：1 到 5 號為正面，6~9 號為反面

丁事件：1 到 4 號為正面，5~9 號為反面

請問下列哪一個選項是錯誤的？

- (A) 甲事件發生的機率等於乙事件發生的機率。
- (B) 乙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。
- (C) 丙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。
- (D) 甲事件發生的機率大於丙事件發生的機率。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-8 第十三題答題比例

選項	A	B*	C	D
實驗組	.04	.51	.09	.36
控制組	.17	.54	.04	.24

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 5.56，p 值為 1.14 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

兩組學生答題情形非常一致，答錯的學生中大多數選擇選項 D，認為甲事件與丙事件的機率相等，即具有機率相等偏見 (*The Equiprobability bias*) 的錯誤統計思維，此結果和 *Garfield* (2002) 的研究結果一致。

(三) 第十四題

1. 第十四題題目為：

擲三次骰子，第一次時擲 2 顆，第二次時擲 6 顆，第三次時擲 10 顆，若其中某一次的點數平均值為 1.5，請問是擲幾顆骰子時發生的可能性比較高？

- (A) 2 顆骰子。
- (B) 6 顆骰子。
- (C) 10 顆骰子。
- (D) 三種的可能性一樣高。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-9 第十四題答題比例

選項	A*	B	C	D
實驗組	.62	.02	.13	.23
控制組	.35	.00	.24	.41

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 8.35，p 值為 .04 (< .05)，達到顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應有顯著不同。

3. 分析：

此題兩組學生試題反應有顯著不同，其原因為實驗組同學的正確率明顯高於控制組。因兩組學生皆未學習過高中機率課程，不瞭解二項分配的概念，因此推測實驗組在「大數法則」單元的擲骰子實驗中藉由模擬投擲不同數量的骰子所得到的數字及圖形使他們比較瞭解擲骰子的機率大小，使實驗組在本題有較高的答對比率。兩組同學的錯誤選項大多集中在 D，這些學生認為三種不同的骰子數量會有相同的機率，此即為相等偏見 (*The Equiprobability bias*) 的錯誤統計思維，此結果與 *Garfield* (2002) 的研究結果一致。

二、常態分佈部分

常態分佈部分共有六題，為第六題至第十一題，以下逐題分析說明。

(一) 第六題

1. 第六題題目為：

下列的哪些資料會接近常態分佈？

- I. 全校所有學生的身高
- II. 全校所有學生的年齡
- III. 全校所有學生中男生、女生的人數

- (A) 只有 I。
- (B) 只有 II。
- (C) I 和 II。
- (D) I 和 III。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-10 第六題答題比例

選項	A*	B	C	D
實驗組	.66	.19	.15	.00
控制組	.65	.07	.20	.09

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 5.73，p 值為 .13 ($> .05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生是否能理解常態分佈定義並與生活經驗連結。當教學內容只討論常態分佈時，部分學生誤以為所有的母體性質都會呈現常態分佈。

(二) 第七題

1. 第七題題目為：

根據過去一百年來每日最高溫度的紀錄，九月份平均溫度為 30 度，標準差為 3 度，則 9 月 3 日的最高溫為 27 到 33 度的機率為何？

- (A) 0.50 。
- (B) 0.68 。
- (C) 0.95 。
- (D) 0.9975 。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-11 第七題答題比例

選項	A	B*	C	D
實驗組	.06	.38	.21	.34
控制組	.15	.43	.20	.22

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 3.13，p 值為 .37 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題以「每日最高溫度」為母體。研究者於實驗完成後與學生討論本題時，兩組學生中多數表示看不懂題意而隨便猜測答案。有可能學生對於非直接觀測而得的資料會有無法理解的情形。

(三) 第八題

1. 第八題題目為：

人類從受孕到分娩的懷孕期，長短各有不同，但大致遵循平均數 266 天，標準差 16 天的常態分佈。請問懷孕期最短的 2.5% 胎兒的出生情形約為下列哪種情形？

- (A) 比預產期早 16 天出生。
- (B) 比預產期早 32 天出生。
- (C) 比預產期早 40 天出生。
- (D) 比預產期早 48 天出生。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-12 第八題答題比例

選項	A	B*	C	D
實驗組	.23	.34	.32	.11
控制組	.24	.48	.09	.20

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 8.45，p 值為 .04 ($<.05$)，達到顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應有顯著的不同。

3. 分析：

兩組學生在此題的答題比例中最大的差異為選項 C，可以推測控制組的學生中大多數學生會選擇整數倍標準差的選項 (A、B、D)，也許是和課程內容皆是以常態分佈 68-95-99.75 法則判斷面積有關。實驗組學習單的問題與操作的程式都不限於整數倍的標準差，所以有接近三分之一的學生認為選項 C 也是可能的答案。

(四) 第九題

1. 第九題題目為：

假設大學入學指定科目考試數學科共有 10 萬人參加，平均數為 60 分，標準差為 15 分且分佈情形接近常態，請問分數介於 75 到 90 分之間大約佔多少比例？

- (A) 13.5% 。
- (B) 17% 。
- (C) 27% 。
- (D) 34% 。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-13 第九題答題比例

選項	A*	B	C	D
實驗組	.45	.23	.17	.15
控制組	.54	.24	.09	.13

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 1.75，p 值為 .63 ($> .05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

兩組學生在此題之試題反應相當一致。

(五) 第十題

1. 第十題題目為：

高二學生 250 名，某次段考數學成績呈常態分配，若平均分數 60 分，標準差 10 分，某生考了 70 分，請問他大約是第幾名？

- (A) 70 。
- (B) 60 。
- (C) 50 。
- (D) 40 。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-14 第十題答題比例

選項	A	B	C	D*
實驗組	.11	.21	.23	.45
控制組	.17	.11	.17	.54

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 3.17，p 值為 .37 ($> .05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

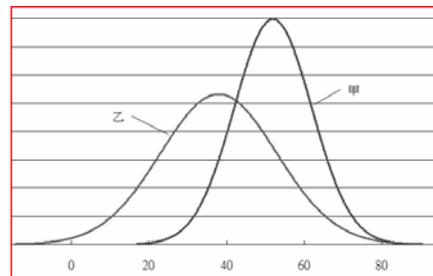
兩組學生在此題之試題反應相當一致。

(六) 第十一題

1. 第十一題題目為：

右圖中甲、乙曲線皆為常態分佈，請問下列敘述何者錯誤？

- (A) 甲的平均數與中位數相等
- (B) 甲的平均數大於乙的平均數
- (C) 甲的標準差大於乙的標準差
- (D) 甲的第一四分位數大於乙的第一四分位數。



2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-15 第十一題答題比例

選項	A	B	C*	D
實驗組	.19	.13	.60	.09
控制組	.17	.11	.63	.09

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 0.16，p 值為 .98 ($> .05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題在測試學生是否整合敘述統計量與常態分佈，兩組答對率皆達 0.6 以上且答題分佈情形並沒有明顯的差異。

三、信賴區間部分

信賴區間部分共有五題，為第十五題至第十九題，以下逐題說明。

(一) 第十五題

1. 第十五題題目為：

一份調查報告指出某候選人的支持度在 95% 信心水準之下為 (45% \pm 3%)，請問下列何者是正確的？

- (A) 此次抽樣調查的人數為全體選民的 95%。
- (B) 此次被調查的人之中有 95% 的人認為該候選人的支持度在 42%~48% 中。
- (C) 若進行多次的抽樣調查，則在所有調查中的 95% 都會得到該候選人的支持度在 42%~48% 中。
- (D) 抽樣 100 次時，剛好會有 95 次得到該候選人的支持度落在 42% 至 48% 之間。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-16 第十五題答題比例

選項	A	B	C*	D
實驗組	.00	.23	.77	.00
控制組	.00	.20	.70	.11

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 5.43，p 值為 .06 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生對於 95% 信賴區間的定義。兩組的錯誤答案皆集中在選項 B，可見仍有部分學生誤以為 95% 是母體中的比率。

(二) 第十六題

1. 第十六題題目為：

兩家機構同時對某一候選人支持度做民意調查，甲機構隨機抽樣了 800 人，乙機構隨機抽樣了 1000 人。在信心水準都是 95% 的情況下，兩機構所得到的信賴區間的範圍將會如何？

- (A) 甲機構的信賴區間的範圍會比較大。
- (B) 乙機構的信賴區間的範圍會比較大。
- (C) 甲、乙兩機構的信賴區間的範圍會一樣大。
- (D) 無法比較

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-17 第十六題答題比例

選項	A*	B	C	D
實驗組	.70	.23	.06	.00
控制組	.52	.35	.13	.00

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 3.38，p 值為 .19 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生是否瞭解在相同的信心水準之下，抽樣人數不同對於區間大小的影響。兩組同學錯誤答案集中在選項 B，剛好是相反的答案，可見仍有部分學生無法理解抽樣人數與信賴區間大小的關係。

(三) 第十七題

1. 第十七題題目為：

兩家電視公司同時公佈同一候選人支持度的調查結果，A 公司指出支持度的 95% 信賴區間為 $(45\% \pm 3\%)$ ，B 公司指出支持度 90% 信賴區間為 $(40\% \pm 3\%)$ ，請問下列哪一個選項是正確的？

- (A) 信賴區間的信心水準一定是 95%，所以 B 公司的 90% 是錯誤的。
- (B) A 公司的抽樣調查找的人比較正確，所以信心水準比較高。
- (C) B 公司的抽樣調查找的人比較少，所以信心水準比較低。
- (D) B 公司調查得到的數字是 40%，低於 A 公司的 45%，所以信心水準較低。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-18 第十七題答題比例

選項	A	B	C*	D
實驗組	.02	.23	.60	.15
控制組	.04	.13	.57	.26

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 3.18，p 值為 .36 ($> .05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生是否瞭解在不同的信心水準之下，得到相同的估計區間是由抽樣人數不同而導致。兩組同學錯誤答案集中在選項 B、D，這些學生誤以為抽樣的品質或者抽樣得到的成功比率會影響信心水準。

(四) 第十八題

1. 第十八題題目為：

桃園縣人口為 190 萬人，台東縣的人口為 23 萬人，若要同時實施民意調查，分別求得兩縣的 95% 信賴區間，你覺得下列那個敘述是正確的？

- (A) 桃園縣的人口比較多，所以要抽樣比較多的人，才會得到 95% 信賴區間。
- (B) 桃園縣的人口比較多，所以 95% 信賴區間的範圍會比較大。
- (C) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，會以台東縣的結果比較準確。
- (D) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，95% 信賴區間的範圍會一樣大。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-19 第十八題答題比例

選項	A	B	C	D*
實驗組	.19	.11	.11	.60
控制組	.11	.24	.15	.50

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 4.21，p 值為 .24 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生是否瞭解母體大小不影響信賴區大小。錯誤的學生誤以為母體愈大則抽樣必須愈大才能有相同大小的信賴區間。此結果與 *Garfield* (2002) 的研究結果一致，即學生誤以為高抽樣百分比才是好樣本。

(五) 第十九題

1. 第十九題題目為：

某候選人希望民調的結果能更準確，也就是要同時提高信心水準及縮小信賴區間，你覺得他必須如何做？

- (A) 不論怎麼做都不可能同時辦到。
- (B) 抽樣時要找比較誠實的人。
- (C) 抽樣人數要增加。
- (D) 以相同的抽樣人數多做幾次民意調查。

2. 兩組學生答題情形如下表

表 4-20 第十九題答題比例

選項	A	B	C*	D
實驗組	.04	.02	.70	.23
控制組	.07	.02	.65	.26

將兩組學生之答題比例實施統計分析，得到 χ^2 值為 0.38，p 值為 .95 ($>.05$)，未達顯著差異，即兩組學生在本題之試題反應是沒有差異的。

3. 分析：

此題測試學生是否瞭解母體大小不影響抽樣誤差。錯誤選項部分集中在 D，學生誤以為多做幾次抽樣調查就可提高準確率，此與 *Garfield* (2002) 的研究結果一致，即人們相信不論抽樣樣本數為何，兩次抽樣的結果一定比一次抽樣來的更接近母體（小數法則）。

第四節 訪談結果分析

本研究的實驗課程係利用研究者自行編寫之程式，藉由學生自行操作，探索相關的統計概念。課程於電腦教室進行，每次皆以連續的二節課（100 分鐘）進行一個單元的課程，共進行了「大數法則」、「常態分配」、「信賴區間」等三個實驗教學課程。

每次課程開始的 15 分鐘，由教師進程式操作講解以及實驗報告題目的釋題。接下來的 65 分鐘為小組活動時間，由各小組進行討論解題，並規定本階段時間結束前必須完成實驗報告並上傳至指定位置。最後的 20 分鐘進行全班的問題討論。

研究者依照自編的半結構問卷訪談實驗組中的 25 位同學。除了現場錄音外，並繕打為逐字稿（詳見附錄六）。以下為訪談之分析。

一、學生對於「電腦實驗教學」的接受度

當學生被問及感覺和以前上課方式最大的不同以及是否喜歡「電腦數學實驗」的上課方式時，25 位同學中有 24 位表示很喜歡這樣的上課方式，喜歡的原因有很多不同的看法。一部份同學認為可以由操作電腦而得到一些規律，而不是由老師告訴他們，比較容易瞭解課程的內容；一部份同學認為遇到不會的地方可以馬上向組員請教，而平常上課時並不敢發問；也有同學認為這樣的方式強迫他們去思考來解決問題，讓他們覺得很有收穫。

例舉同學的回答如下：

比較可以了解，以前都是用背的。我還蠻喜歡這種方式的。

最大的不同就是可以實際操作，然後會知道為什麼。錯的地方也可以去看為什麼錯，而且還可以討論，我很喜歡這樣的方式。

我覺得最大的不同就是逼迫我去想，我很喜歡這樣得上課方式。

老師不用寫黑板，我不用抄筆記，有實驗會比較好一點，因為有實際操作過會比較了解。我喜歡這樣子的方式。

可見在傳統講述式的上課方式下，學生勤做筆記看起來全神貫注，可是學生僅是動手而沒有動腦，上課僅是完成筆記而已，遇到問題不敢發問，老師也無法掌控學生瞭解了多少。而透過電腦實驗教學，學生不僅學的很快樂而且有自信，不會的問題可以隨時請教、立即解決，上課的氣氛也比較輕鬆，沒有壓力。

二、學生對於「電腦實驗教學」中的單元內容的看法

(一) 當學生被問及使用這些程式是否有困難時，受訪的 25 為同學都認為操作簡易沒有困難。多數同學認為老師於實驗前的講解很清楚，讓他們知道如何操作；也有同學指出遇到不會的地方可以隨時向同學請教，也都能得到解決的方法。

例舉同學的回答如下：

操作上還好，因為不會就可以問同學，因為左右鄰居都還不錯，都可以教我，但是有時候會把重點弄錯。

只要照著老師教的方法做就可以的，使用起來沒有困難。

軟體操作沒有問題，都蠻簡單的。

可見以按鍵與捲軸來簡化程式操作確實符合操作介面簡易的原則（韋輝樑，2002）；實驗前的說明也足以讓學生瞭解如何操作。

(二) 當學生被問及最喜歡課程中的哪一個部分時，部分同學回答他們最喜歡的單元，而且三個單元都有同學表示喜歡，較多數回答最喜歡大數法則的實驗，認為這個實驗最簡單也最好玩；部分同學回答他們最喜歡的活動，其中較多人回答他們最喜歡討論問題的時候，而且覺得當小組得到滿意的答案時非常有成就感。

例舉同學的回答如下：

我最喜歡擲銅板的那一個實驗，因為可以一直按按按。

最喜歡大家一起討論的時候，討論出東西很有成就感。

可見學生能以輕鬆的心情來學習，擺脫了以往數學課很沈悶的看法。不少學生喜歡與組員互動，而且據研究者於上課時的觀察，小組討論時絕大多數的同學都能積極參與，各個小組的互動情形皆很融洽。

(三) 當學生被問及最不喜歡課程中的哪一個部分時，絕大多數受訪同學都認為學習單的題目雖然很生活化，但是太難；也有同學表示沒有寫過這種類型的數學題目，感覺很不習慣。至於最多人不喜歡的單元則是信賴區間，學生認為這個單元最不容易瞭解。

例舉同學的回答如下：

最不喜歡的就是實驗報告題目太難，不像平常的數學題目。

蠻難的，為平常沒有寫過這樣的題目，所以很多都不知道該怎麼下筆，做完實驗

看到圖形可是不曉得該怎麼去分析。

對於開放型的數學題目，雖然學生大多不能適應，但根據 *Garfield* (1995) 的研究指出開放型的題目以及數學寫作都能增進學生的學習成效。根據研究者觀察各個小組的實驗報告，同學習慣以一個數字或一句話來回答問題，而沒有將想法表現出來。將來可以題組方式來引導學生作答以降低難度。

(四) 也有學生覺得實驗的時間不夠，希望可以再延長；可能因為課程的進行是以學生進行實驗與討論為主，不同於平常的教學方式，老師較少講解，因此希望老師在多一些例題；也有同學覺得電腦速度太慢，希望速度能夠再快一點。

三、學生對於「電腦實驗教學」中的小組合作的看法

當學生被問及小組合作相關的問題時，絕大多數的受訪同學滿意自己在小組內的表現；而且有 23 位受訪同學認為分組方式以同學自由分組比較好，他們認為與熟識的同學一組比較能夠促進組員間的和諧以及討論；至於小組討論的成效，大多數同學都認為組員都很認真的討論而且解決了很多問題。

例舉同學的回答如下：

我覺得自己分組比較好，比較能夠了解同學的能力，能力比較強的就可以請他多做一點，老師分的話就不知道，而且如果分到不熟的人可能溝通會有問題。

我們這個小組是分工合作，像是實驗的部分有三題就一個人做一題，然後再一起討論，最後再由打字最快的人打字，覺得自己的表現還不錯啊！

平常考試都只能夠自己想像，這次有很多題目，都是我們大家討論出來，我覺得有一部份的答案很棒。

可見大部分學生對於小組教學都有正面的看法，除了滿意自己的表現之外，對於小組討論得到的答案也深具信心、覺得驕傲。

四、接受「電腦實驗教學」後，學生的自我學習方式的改變

(一) 當學生被問及是否會自行操作電腦來解決數學問題，多數受訪同學認為如果老師能夠提供易於操作的程式或軟體，當有空的時候會自己試試看。但也有部分同學認為還是以準備考試為主，不會做這樣的嘗試，因為操作電腦必須花費較長的時間。

例舉同學的回答如下：

用電腦操作的會比較容易去瞭解，可是我不會寫程式。如果老師像這樣子給我們一些程式的話，我就會自己玩玩看。

學習數學應該還是一樣吧，而且我覺得要花很多時間。

雖然部分學生願意自行嘗試，但因沒有程式設計的能力，所以還是必須由教師提供適當的軟體或程式來讓學生當作輔助工具。

(二) 當學生被問及希望學校數學課的上課方式時，一部份受訪者表示希望將來還能以電腦來學習數學；一部份受訪學生認為學習數學的方式是由老師來主控，老師如何教，他們就怎麼學；也有部分受訪學生認為在考試壓力下，還是必須回歸到紙筆練習。

例舉同學的回答如下：

這樣的上課方式不像以往都是紙筆測驗那種很單調，只有發下考卷成績的那一刻最有成就感。看老師用什麼方法教我們就怎麼做。

平常我上課的時候，剛開始聽得懂，我會聽。要是開始聽不懂，我就不想聽了。因為聽不懂的話，抄筆記也沒有什麼意義，我就會放棄。但是實驗課就不會有這樣，希望以後都用電腦來上課。

可是現實生活還是很殘酷，要考數學。如果沒有考試壓力的話可能會玩，有考試壓力的話還是要讀。

雖然學生希望以後還能利用電腦來上課，但在升學考試壓力下，很多學生認為仍然必須回歸到紙筆練習的方式，所以希望數學學習方式不要做太大的改變，還是以做題目為主，可見升學考試壓力仍主宰學生對數學學習的刻板看法。就整體而言，學生對電腦數學實驗教學的教學方式抱持著正面的看法；與傳統講述式教學比較起來，學生覺得比較有趣，不會感到厭煩；當學生遇到問題時可以立即的請教同學並獲得解決，而平常上課時並不敢發問；實驗中使用的程式操作簡易，使用上沒有困難，而且能讓他們瞭解課程內容。學生也提供研究者一些很好的建議，例如學習單題目、分組方式、電腦的執行速度等，都是很好的參考。

第五章 結論與建議

本研究旨在根據統計概念學習成就測驗的測驗結果與訪談的紀錄，就「電腦實驗教學」（實驗組）和「傳統講述式教學」（控制組）兩種不同教學方式下，對學生學習高中數學統計部分的「大數法則」、「常態分配」與「信賴區間」三個單元的學習成效做歸納結論，並提出建議，作為未來相關研究之參考。

第一節 結論

一、學生接受電腦實驗教學與傳統講述式教學的的學習成效差異

- (一) 在「大數法則」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的成績沒有差異。
- (二) 在「常態分佈」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗後測的成績沒有差異。
- (三) 在「信賴區間」單元，實驗組學生在學習成就測驗後測的成績顯著高於控制組的學生。
- (四) 在「大數法則」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗延後測的成績沒有差異，具有相同的延宕效果。
- (五) 在「常態分佈」單元，實驗組與控制組的學生在學習成就測驗延後測的成績沒有顯著差異，但有實驗組略高於控制組的傾向。
- (六) 在「信賴區間」單元，實驗組學生在學習成就測驗延後測的成績顯著高於控制組的學生。即實驗組有較佳的延宕效果。

二、學生接受電腦實驗教學與傳統講述式教學後的試題反應差異

- (一) 在「大數法則」部分共有三題試題，經統計分析，其中有一題達顯著差異，該題實驗組同學的答對率明顯高於控制組，推測其原因為實驗組在「大數法則」單元的擲骰子實驗中藉由模擬投擲不同數量的骰子而得到的數字及圖形使他們比較瞭解擲骰子的機率大小。
- (二) 常態分佈部分共有六題，經統計分析，其中一題有顯著差異，其原因可能為大多數控制組的學生會選擇整數倍標準差的答案是因為上課時老師講解的例題皆是以常態分佈 68-95-99.75 法則判斷面積比例，所使用的數字皆為標準差的整數倍。而實驗組學習單的問題與操作的程式都不限於整數倍的標準差，都可以得到面積的比例。因此兩組學生對於常態

分佈的認知可能具有差異，將來可針對此問題進行更進一步的研究。

(三) 信賴區間部分共有五題，全部皆未達顯著，即兩組同學在信賴區間部分有一致的試題反應。

三、學生的錯誤統計思維

(一) 學生在「大數法則」單元的錯誤統計思維

1. 在學生的數學學習經驗中，於符號表徵、實體及思維之間，無法達到互動的體會與認知（吳英孝，2004）。部分學生無法將學習到的數學與實際生活相連結，所以認為機率理論值是不會發生的。
2. 部分學生具有機率相等偏見（*The Equiprobability bias*）的錯誤統計思維，此結果符合 Garfield（2002）的研究。

(二) 學生在「常態分佈」單元的錯誤統計思維

1. 當教學內容只討論常態分佈時，部分學生誤以為所有的母體性質都會呈現常態分佈。
2. 部分學生對於非直接觀測而得的資料（例如：每日最高溫的平均值）會有無法理解的情形。

(三) 學生在「信賴區間」單元的錯誤統計思維

1. 部分學生無法理解 95%信賴區間中的 95%信心水準的意義而誤以為是母體中的比率。
2. 部分學生誤以為抽樣的品質或者抽樣得到的成功比率會影響信心水準。
3. 部分學生誤以為母體愈大則抽樣必須愈大才能有相同大小的信賴區間。此結果符合 Garfield（2002）高抽樣百分比才是好樣本（*Good samples have to represent a high percentage of the population*）的錯誤統計思維的看法。
4. 部分學生誤以為多做幾次抽樣調查就可提高準確率，此與 Garfield（2002）小數法則（*The “law of small numbers”*）的錯誤統計思維看法一致。即，人們相信不論抽樣樣本數為何，兩次抽樣的結果一定比一次抽樣來的更接近母體。這個迷思使得很多有經驗的研究人員使用多次的小樣本來推論母體。

四、學生接受電腦實驗教學後的態度

(一) 學生對於「電腦實驗教學」的接受度

接受訪談的學生絕大多數都表示喜歡這樣的上課方式。多數學生覺得上課比較活潑、有趣；有些學生喜歡操作模擬程式；有些學生表示最喜歡的部分是遇到不會時可以隨時發問，而平常上課時都不敢，只是不停的抄著筆記；部分同學認為這樣的上課方式讓他更瞭解。

少數一、二位學生提出不同的看法，他們認為由老師直接講述課程會比電腦實驗的上課方式節省時間；也有同學認為考試都是紙筆測驗，還是必須自己動手算，所以對於考試是沒有幫助的。

(二) 學生對於「電腦實驗教學」中的單元內容的看法

接受訪談的同學都覺得軟體操作沒有困難。除了老師事前的講解之外，遇有問題可以隨時請教其他同學而獲得解決。但是有少數同學覺得電腦的速度太慢。

有些學生認為學習單的題目太難，沒有寫過這種寫作型的數學題目；也有學生覺得實驗的時間不夠，希望可以再延長；老師在講解時，可以多做一些例題；希望電腦速度能夠再快一點。

(三) 學生對於「電腦實驗教學」中的小組合作的看法

絕大多數接受訪談的同學都認為自由分組比較好，在工作分配與小組討論時能夠比較沒有隔閡；有少數同學認為由老師按照成績來分，才能讓每一組成績都差不多，比較公平。

(四) 接受「電腦實驗教學」後，學生的自我學習方式的改變

接受訪談的學生中，有些認為如果老師能夠提供易於操作的程式或軟體，在有空的時候會自己試試看；一部份受訪學生認為學習數學的方式是由老師來主控，老師如何教，他們就怎麼學；也有部分受訪學生認為在考試壓力下，還是必須回歸到紙筆練習，所以學習數學的方式不會改變。

第二節 建議

本節根據研究者在整個研究的結果與個人看法，對統計教學及未來研究上提出下列幾點建議。

一、教學上的建議

(一) 學生的資訊能力差異頗大，因此研究者認為程式操作需儘量簡化以符合學生的需求，除了 *Excel* 的基本功能外，適當的以 VBA 的物件（按鍵與捲軸）可以降低操作上的難度並且避免使用者操作上的錯誤。除此之外，尚須考慮電腦執行速度的問題，以免模擬的次數過多而無法完成課程。

(二) *Garfield* (1995) 認為開放性的問題可以激發學生們的討論、數學寫作可以增進學生的瞭解。但本研究中多數學生對於此類題目覺得不適應或太難。建議可將學習單的問題改為引導式的題目以降低難度，亦可於平常上課時就與學生分享或讓學生練習，增加其數學寫作的經驗。

(三) 常態分佈單元實施時可以減少學習單題目以縮短實驗時間，增加紙筆演算的活動，讓學生實際演練。

(四) 部分學生誤以為所有的母體性質都會呈現常態分佈，教師可在授課時例舉其他不同的機率分佈。

(五) 部分學生對於非直接觀測而得的資料會有無法理解的情形，教師可在學習單中編排相關問題讓學生練習。

(六) 部分學生誤以為較大的母體需要較多的抽樣數，教師可在學習單中設計此類問題讓學生實驗。

(七) 部分學生誤以為多做幾次抽樣調查就可提高準確率，教師可在學習單中增加此類問題讓學生討論。

(八) 學生喜愛小組討論時熱烈的氣氛以及解題的成就感，教師可在平常教學時適時安排此類活動，培養學生討論數學的良好風氣。

(九) 學生願意嘗試老師提供的教學軟體，教師可提供適當的工具程式（例如函數繪圖器、3D 模型）讓學生在家操作。

二、未來相關研究的建議

(一) 高中機率統計還有其他單元適合以電腦實驗的方式進行教學，如相關係數、迴歸直線等，未來亦可以電腦實驗來進行研究。除了數學科之外，電腦實驗亦可能被應用在物理、化學等其他學科，將來可研究如何建置電腦實驗教室使電腦實驗教學獲得最大成效。

(二) 本研究發現實驗組與對照組在學習成就測驗後測中，有部分題目的試題反應達到顯著差異，而本研究所蒐集之資料不足以做出嚴謹分析，建議將來可

對於學生接受電腦實驗教學與傳統講述式教學後，學習到的概念有何不同做進一步的研究。

(三) 本研究所選擇的樣本為尚未學習過高中機率的高一學生，未來可以安排於正常教學進度來進行研究，相信能有更進一步的結果。

(四) 本研究採用的分組方式為學生自行分組，將來可就不同的分組方式對不同質性學生的學習成效及學習態度進行研究。

(五) 微軟 *Excel* 是普及率極高的軟體，大部分學生都不陌生。數學教學上可應用 *Excel* 的單元非常多，例如函數、統計、數列級數...，將來可研究以 *Excel* 為工具開發更多的電腦實驗教學教材。未來也可以致力於教學學生使用 *Excel* 的技能，以使 *Excel* 成為學生可以用來主動進行探索數學的有用工具。



參考文獻

中文部分

- 王兵團、桂文豪 (2003)。數學實驗基礎。北京：北方交通大學出版社。
- 王偉仲、黃湘婷、曾建勳 (2001)。電腦視覺化模擬情境在國小機率問題解決之輔助學習。第十屆國際電腦輔助教學研討會大會論文集，479-486 頁。
- 王國棟 (2005)。促進學習者有效進行網路合作學習之操作策略。台南大學 資訊教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 史堪普 (1995)。數學學習心理學 (陳澤民 譯)。台北：九章出版。(原著出版年：1971 年)。
- 古淑美、朱延平 (2000)。資訊科技融入數學科實際教學之研究。應用資訊科技、革新教學方法。中華民國第十四屆電腦輔助教學研討會論文。國立臺中高級家事商業職業學校。
- 余文卿 (2002)。數學 4 教師手冊。台北：龍騰文化。
- 波利亞 (2005)。怎樣解題 (蔡坤憲 譯)。台北：天下遠見。(原著出版年：1944 年)。
- 吳明隆、涂金堂 (2006)。SPSS 與統計應用分析。台北市：五南圖書出版公司。
- 吳英孝 (2004)。網路化數學學習之成效研究—以高中三角函數為例。國立師範大學 數學系碩士論文 (未出版)。
- 吳穎油、蔡今中 (2005)。建構主義式的科學學習活動對國小高年級學生知結構之影響—以「電與磁」單元為例。科學教育學刊，13(4)，387-411 頁。
- 李源順 (1994)。機率與統計教學研究的文獻探討。國立僑生大學先修班學報，2，313-352 頁。
- 沈慶珩 (2005)。整合合作學習策略的網路高中數學教學系統之建構。第十一屆國際電腦輔助教學研討會 ICCAI2003 暨第十六屆中華民國電腦輔助教學研討會大會論文集。台北：國立台灣師範大學。
- 阮宏展 (2006)。融入試算表於九年一貫數學領域學習之探討。教學科技與媒體 76，92-105 頁。
- 周盈吟 (2004)。九五年高中數學暫行綱要面面觀—訪談綱要小組召集人。數學傳播，29 (2)，42-45 頁。

- 林正杰 (2003)。高中數學教師手冊第四冊。台中：康熙圖書。
- 韋輝樑 (2002)。動態幾何與動態幾何實驗環境的設計。2002 澳門創新技術研討會論文集。
- 倪克森 (2004)。數學的學習與教學—從六歲到十八歲。(詹勳國、李震甌、莊蕙元、戴政吉、侯美玲 譯)。台北：心理出版社。(原著出版年：2000 年)。
- 張少同 (2002)。青少年的數學概念學習研究—子計畫七：青少年的統計概念學習研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告(報告編號：NSC 91-2521-S-003-007-)，未出版。
- 張逸婷 (2002)。電腦學習網站輔助國小學生數學學習之學習成就、數學態度及電腦態度之相關研究。屏東師範學院 數理教育研究所碩士論文(未出版)。
- 張靜馨 (1996)。傳統教學有何不妥。建構與教學，4。2006 年 11 月 23 日，擷取自中部地區科學教育簡訊 <http://www.bio.ncue.edu.tw/c&t/issue1-8/v4-1.htm>。
- 莫爾 (2002)。統計學的世界。(鄭惟厚 譯)。台北：天下遠見。(原著出版年：2001 年)。
- 教育部 (1995)。高級中學數學課程標準，2006 年 4 月 21 日，擷取自教育部網站。
- 教育部 (2005)。九五高中數學課程暫行綱要，2006 年 1 月 25 日，擷取自數學學科中心網站 <http://www.ck.tp.edu.tw/xoops/modules/mydownloads/>。
- 教育部 (2007)。九八高中數學課程綱要草案，2007 年 2 月 3 日，擷取自數學學科中心網站 <http://www.ck.tp.edu.tw/xoops/modules/mydownloads/>。
- 陳宜良、單維彰、洪萬生、袁媛 (2005)。中小學數學科課程綱要評估與發展研究。台北：教育部。
- 陳啟榮 (2006)。建構式教學的涵義及其在教育上的啟示。研習資訊雙月刊，23 (2)，57-62 頁。
- 陳義汶 (2004)。資訊融入教學：應用 Excel 試算表軟體融入國中數學課程。研習資訊雙月刊，21 (4)，104-114 頁。
- 覃思乾 (2006)。數學實驗教學模式的操作流程與特徵探究。教育與職業，3，113-114 頁。
- 黃文章 (2004)。機率統計之概念暨網路學習研究 (二)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告(計畫編號：NSC92-2521-S-390-001、NSC91-2521-S-390-001、NSC90-2521-S-390-001)，未出版。

- 葉東進 (1990)。數學實驗教學舉隅。《數學傳播》，14 (4)，38-40 頁。
- 劉燕芬、張育萍 (2005)。善用電算器!數學不再只是公式! 屏東教大科學教育，22，35-45 頁。
- 蔡聰明 (2003)。《數學拾貝》。台北市: 三民書局。
- 謝哲仁 (2000)。電子試算表在高中數學教學之可行性研究。《美和技術學院學報》，18，118-128。
- 謝哲仁 (2002)。基本統計學之動態電腦教學設計。《美和技術學院學報》，20，142-160。
- 謝哲仁 (2003)。《數學關鍵學習之電腦設計研究》。2006 年 2 月 17 日，擷取自國科會網站 http://www.nsc.gov.tw/sci/list/92_mathedu/謝哲仁.doc
- 蘇國樑 (2000)。統計概念的啟蒙。《科學教育月刊》，221，2-9。
- 龔玉春 (2003)。《國小教師認知教學策略與學生數學成就、數學自我效能之相關研究》。屏東師範學院心理輔導教育研究所碩士論文 (未出版)。



英文部分

- Allen, K. (2006). *The Statistics Concept Inventory: Development and Analysis of a Cognitive Assessment Instrument in Statistics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Oklahoma Graduate College, Oklahoma.
- Dwass, M. (1975). The Use of the Computer in Teaching Statistics. *Advances in Applied Probability*, 7, 12-16.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Garfield, J. (1995). How Students Learn Statistics. *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- Garfield, J. (2002). The Challenge of Developing Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10. Retrieved August 8, 2006, from <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html>.
- Garfield, J., & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in Learning Basic Concepts in Probability and Statistics: Implications for Research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 44-63.
- Mevarech, Z. R. (1983). A Deep Structure Model of Students' Statistical Misconceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 14(4), 415-429.
- Mills, J. D. (2002). Using Computer Simulation Methods to Teach Statistics: A Review of the Literature. *Journal of Statistics Education*, 10(1). Retrieved November 15, 2006, from <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n1/mills.html>.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Retrieved August 8, 2006, from <http://standards.nctm.org/>.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in Probability and Statistics: Reflections and Directions, *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 465-494. NCTM.
- Shuqin, Y. (2005). Applications of Excel in teaching Statistics. *CAL-laborate*, 14, 31-34.
- Zeilberger, D. (1993). Theorems for a Price: Tomorrow's Semi-Rigorous Mathematical Culture. *The Mathematical Intelligencer*, 16.

附錄一 學習成就測驗專家意見暨修訂明細表

統計相關概念學習成就測驗預試試卷專家意見暨修訂明細表							
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
1	中位數	下列為班上某七位同學的體重：73，68，82，64，75，70 及 88 公斤，如果 64 公斤的同學持續減重，請問他減重幾公斤就會影響中位數？	(A) 減重 2 公斤	知識	0	很好	8
			(B) 減重 8 公斤	理解	4	普通	2
			(C) 不會改變中位數 ★★	應用	6	不適合	0
			(D) 只要減重就會改變中位數的大小				
其他意見	建議 (C) 改為“不管減重幾公斤，都不會改變中位數的大小。”						
更改	1. 題幹中“持續減重”改為“想要減重” 2. 選項(A) 改為“減重 2 公斤就會改變中位數的大小。” 3. 選項(B) 改為“減重 8 公斤就會改變中位數的大小。” 4. 選項(c) 改為“不管減重幾公斤，都不會改變中位數的大小”						
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
2	標準差	動物園中有五隻長頸鹿，高度依次為 5 公尺、3.8 公尺、3.5 公尺、4.6 公尺及 4.3 公尺，如果將高度改為以公分計算，那麼標準差將：	(A)增加 100	知識	0	很好	5
			(B)增加為 100 倍 ★★	理解	4	普通	3
			(C)減少 100	應用	6	不適合	2
			(D)減少為百分之一 (E)不會改變				
其他意見	標準差為 1 公尺與標準差為 100 公分是否放大 100 倍？此部分恐有爭議。						
更改	刪除此題，以下表中的題目取代						
題幹			選項				
某次考試因為題目範圍錯誤，老師決定將每個人的分數都加 10 分。假設全班人數為 50 人而且加分前全班最高分為 88 分，請問加分後全班分數的標準差會比加分前？			(A)增加 10 分 (B)增加 0.2 分 (C)減少 10 分 (D)減少 0.2 分 (E)不會改變 ★★				

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
3	標準差	三十個數字計算得標準差為零，則下列哪一個選項一定正確？	(A) 數字裏的一半高於平均數 (B) 所有數字都是零 (C) 算錯了 (D) 所有數字都相等 ★★ (E) 平均數，中位數，眾數都不相等	知識	1	很好	7
				理解	8	普通	2
				應用	1	不適合	1
其他意見	"一定正確" 這個問法比較不好，B C D都有可能是對的。只是B C不一定是這個CASE。可以考慮正向的考法，下列一種情形，可算出標準差為零？(這個問題比較基本)						
更改	刪除此題，以下表中的題目取代						
題幹			選項				
下列哪一種情形，會算出標準差等於0？			(A) 恰好一半的數字大於平均數 (B) 恰好一半的數字大於0 (C) 所有數字都相等 ★★ (D) 計算標準差必須開根號，所以不可能算出標準差等於0				
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
4	變異數	下列那個選項的變異數最小	(A) 一個奧運100公尺短跑選手15次衝刺練習的成績。★★ (B) 棒球隊的15名隊員100公尺衝刺練習的成績。 (C) 一個奧運短跑選手練習100, 200和400公尺衝刺各五次的成績。 (D) 奧運代表隊的15名短跑選手100公尺衝刺練習的成績。	知識	0	很好	6
				理解	8	普通	1
				應用	2	不適合	3
其他意見	1. 選項有爭議 2. 題意不清楚 3. 將選項中的"成績"改成"秒數"						
更改	1. 將選項中的"成績"改成"秒數" 2. 選項(D)改為奧運代表隊不同項目的15名選手100公尺衝刺練習的秒數。						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
5	全距 第一四分位數 平均數 變異數	下列那個統計量不會被極端值影響？	(A) 全距 (B) 第一四分位數 ★★ (C) 平均數 (D) 變異數	知識	2	很好	6
				理解	7	普通	4
				應用	1	不適合	0
其他意見		無					
更改		無					

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
6	常態分佈	下列的哪些統計量會接近常態分佈？ I) 所有人的身高 II) 所有人的年齡 III) 高一學生的年齡	(A) 只有 I ★★ (B) 只有 II (C) I 和 II (D) I 和 III (E) I、II 和 III	知識	1	很好	3
				理解	7	普通	6
				應用	2	不適合	1
其他意見		1. II 及 III 都是年齡統計量, 可多元化一些 2. 「所有人」宜定義, 否則會有爭議 3. 母群體的界定不夠清楚					
更改		1. 題幹中“統計量”改為“資料” 2. 題幹中 I) 改為“全校所有學生的身高” 3. 題幹中 II) 改為“全校所有學生的年齡” 4. 題幹中 II) 改為“全校所有學生的體重” 5. 正確答案為(D) I 和 III					

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
7	常態分佈	根據過去一百年來每日最高溫度的紀錄，九月份平均溫度為30度，標準差為3度，則9月3日的最高溫為27到33度的機率為何？	(A) 0.50 (B) 0.68 ★★ (C) 0.95 (D) 0.997 (E) 1.00	知識	2	很好	10
				理解	5	普通	0
				應用	3	不適合	0
其他意見	無						
更改	無						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
8	常態分佈	假設某年大學入學測驗數學科(滿分15級分)全國平均為6級分，標準差為2.5級分。指定科目考試數學科(滿分100分)全國平均為72分，標準差為15分。若有位學長於學測時數學得11級分，指定科目考試時數學得95分，就常態分佈而言，他在哪一個考試的表現比較好？	(A) 大學入學測驗，因為排名比較前面。★★ (B) 指定科目考試，因為差5分就滿分。 (C) 一樣好，因為都比全國平均還要高出許多。 (D) 不同的考試，所以無法判斷。	知識	1	很好	8
				理解	4	普通	2
				應用	5	不適合	0
其他意見	(C)選項可能比較不具誘答性						
更改	1. 選項(A)改為"大學入學測驗" 2. 選項(B)改為"指定科目考試" 3. 刪除選項(C)						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
9	常態分佈	人類從受孕到分娩的懷孕期，長短各有不同，但大致遵循平均數 266 天，標準差 16 天的常態分佈。請問懷孕期最短的 2.5% 約為下列哪種情形？	(A) 比預產期早 16 天出生	知識	1	很好	10
			(B) 比預產期早 32 天出生★★	理解	2	普通	0
			(C) 比預產期早 40 天出生	應用	7	不適合	0
			(D) 比預產期早 48 天出生				
其他意見	無						
更改	無						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
10	常態分佈	假設大學入學指定科目考試數學科共有 10 萬人參加，平均數為 60 分，標準差為 15 分且分佈情形接近常態，請問分數介於 75 到 90 分之間大約佔多少比例？	(A) 34%	知識	2	很好	8
			(B) 47.5%	理解	7	普通	2
			(C) 13.5%★★	應用	1	不適合	0
			(D) 17%				
(E) 23.8%							
其他意見	無						
更改	無						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
11	大數法則、 隨機試驗、 連續試驗	投擲一枚公正的銅板其正面朝上的機率是 $1/2$ 。請問下列那個敘述是正確的？	(A) 投擲 1000 次銅板，會得到正、反面次數各 500 次。 (B) 投擲 1000 次銅板，若得到正面超過 500 次以上，則再繼續擲 1000 次，一定是反面的次數超過 500 次。 (C) 若投擲銅板很多次，就會得到正面朝上的比例是 $1/2$ 。一般而言，10000 次以上就會得到 $1/2$ 。 (D) $1/2$ 是理想中的值，實際上不論投擲幾次都不會恰好 $1/2$ 。 (E) 以上都是錯誤的★★	知識	6	很好	8
				理解	3	普通	2
				應用	1	不適合	0
其他意見	(E)可否給一個正確的答案, 不要用以上皆非的問法						
更改	選項(E)改為"若投擲銅板很多次，就會得到正面朝上的比例越來越趨近 $1/2$ "★★						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
12	大數法則、 隨機試驗、 連續試驗	同時投擲編號 1 到 9 號的 9 枚公正的銅板，並定義： 甲事件：共 5 個正面 4 個反面 乙事件：共 4 個正面 5 個反面 丙事件：1 到 5 號為正面，6~9 號為反面 丁事件：1 到 4 號為正面，5~9 號為反面 下列哪一個選項是錯誤的。	(A) 甲事件發生的機率等於乙事件發生的機率。 (B) 乙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。★★ (C) 丙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。 (D) 丁事件發生的機率小於甲事件發生的機率。	知識	1	很好	6
				理解	7	普通	4
				應用	2	不適合	0
其他意見	無						
更改	無						

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
13	大數法則、 隨機試驗、 連續試驗	連續四次擲一公正銅板，結果四次都是正面，如果擲第五次，則第五次的結果最有可能為？	(A) 反面，雖然正反面的機率相等，但因為正面已經連續出現四次了，反面的機會還是會高一點。 (B) 正面，這硬幣顯然比較容易出現正面 (C) 反面，因為不論擲幾次，應該有大約相同的正面和反面的數量 (D) 正面和反面同樣可能，因為每次擲都不影響其他次投擲。 ★★	知識	4	很好	6
				理解	5	普通	4
				應用	1	不適合	0
其他意見		“正面和反面同樣可能”改成“有可能出現正面，也可能出現反面，因為每次投擲都不會影響其他次投擲的結果。”					
更改		選項(D)改為“有可能出現正面，也可能出現反面”					
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
14	大數法則、 隨機試驗、 連續試驗	利用電話定過年火車票，因為很多人同時撥電話定票，所以定票的語音專線常無法撥通，一般而言，平均要撥打 10 次才能接通完成定票。假設你已經試了 5 次仍然沒有接通，從數學理論來看，應該再撥幾次就可以接通？	(A) 5 次 (B) 10 次★★ (C) 15 次 (D) 無法估計	知識	0	很好	7
				理解	7	普通	3
				應用	3	不適合	0
其他意見		題目中“從數學理論來看”容易讓人混淆					
更改		題幹中“從數學理論來看”更改為“從科學角度來看”					

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
15	大數法則、 隨機試驗、 連續試驗	怎樣的醫院比較有可能在同一天接生的嬰兒中有 70% 是男生？	(A) 小型婦產科醫院★★ (B) 大醫院 (例如長庚) (C) 可能性一樣高 (D) 兩者都不太可能	知識	0	很好	3
				理解	3	普通	4
				應用	7	不適合	3
其他意見		敘述不夠完整					
更改		刪除此題，以下表中的題目取代”					
題幹			選項				
同時擲 2, 6, 及 10 顆骰子各一次，若其中一次的點數平均值為 1.5，請問是擲幾顆骰子的可能性比較高？			(A) 2 顆骰子 ★★ (B) 6 顆骰子 (C) 10 顆骰子 (D) 三種的可能性一樣高				
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
16	信賴區間	一份調查報告指出某人支持度的 95% 信賴區間為 $(45\pm 3\%)$ ，則下列何者是正確的？	(A) 此次抽樣調查的樣本數為母群體全部的 95%。 (B) 此次抽樣調查的樣本中有 95% 的支持度位於 42%-48% 中 (C) 若進行多次的抽樣調查，則所有調查中的 95% 的結果會在 42%-48% 中★★ (D) $(42\%, 48\%)$ 分別乘以 95% 得到 $(40\%, 45\%)$ ，即為支持度的範圍。	知識	1	很好	6
				理解	7	普通	4
				應用	2	不適合	0
其他意見		無					
更改		無					

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
17	信賴區間	當計算一個母體的 95%信賴區間時，使用較多的樣本可以使 95%信賴區間變為？	(A) 小一點★★	知識	6	很好	6
			(B) 大一點	理解	4	普通	4
			(C) 沒有改變	應用	0	不適合	0
			(D) 要看信心水準才能決定				
其他意見	題幹和選項描述不是很理想						
更改	更改如下						
題幹			選項				
兩家機構同時對某一候選人支持度做民意調查，甲機構隨機抽樣了 800 人，乙機構隨機抽樣了 1000 人。在信心水準都是 95% 的情況下，兩機構所得到的信賴區間的範圍將會如何？			(A) 甲機構的信賴區間的範圍會比較大 ★★ (B) 乙機構的信賴區間的範圍會比較大 (C) 甲、乙兩機構的信賴區間的範圍會一樣大 (D) 無法比較				
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
18	信賴區間	兩家電視公司同時公佈同一候選人支持度民意調查的結果，A 公司指出支持度的 95% 信賴區間為 (45%±3%)，B 公司指出支持度 90% 信賴區間為 (40%±3%)，請問下列哪一個選項是正確的？	(A) 信賴區間一定是 95%，所以 B 公司的 90% 是錯誤的。	知識	4	很好	6
			(B) A 公司的抽樣調查的人比較正確，所以信心水準比較高。	理解	5	普通	4
			(C) B 公司的抽樣調查的人比較少，所以信心水準比較低。★	應用	1	不適合	0
			(D) B 公司的人員比較謹慎，所以用比較低的數字。 (E) B 公司調查得到的數字是 40%，低於 A 公司的 45%，所以信心水準較低。				
其他意見	無						
更改	無						

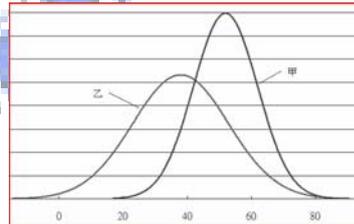
題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
19	信賴區間	桃園縣人口為 190 萬人，台東縣的人口為 23 萬人，若要同時實施民意調查，分別求得兩縣的 95% 信賴區間，則下列那個敘述是正確的？	(A) 桃園縣的人口比較多，所以要抽樣比較多的人，才會得到 95% 信賴區間。 (B) 桃園縣的人口比較多，所以 95% 信賴區間的範圍會比較大。 (C) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，會以台東縣的結果比較準確。 (D) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，95% 信賴區間的範圍會一樣大。★★	知識	0	很好	9
				理解	7	普通	1
				應用	3	不適合	0
其他意見		無					
更改		無					

題號	概念	題幹	選項	認知層次 (人數)		適合程度 (人數)	
20	信賴區間	某候選人希望民調的結果能更準確，也就是要同時提高信心水準及縮小信賴區間，你覺得他必須如何？	(A) 這是不可能的事情。 (B) 抽樣時要找比較誠實的人。 (C) 抽樣要增加。★★ (D) 使用好一點的計算工具使數字精確度提高。	知識	1	很好	8
				理解	5	普通	2
				應用	4	不適合	0
其他意見		無					
更改		無					

附錄二 學習成就測驗試題

- () 1. 下列為班上某七位同學的體重: 73, 68, 82, 64, 75, 70 及 88 公斤, 如果 70 公斤的同學想要減重, 請問他減重幾公斤就會改變這七個數字的中位數?
- (A) 減重 3 公斤就會改變中位數的大小。
(B) 減重 7 公斤就會改變中位數的大小。
(C) 不管減重幾公斤, 都不會改變中位數的大小。
(D) 只要減重就會改變中位數的大小。
- () 2. 下列哪一種情形會算出標準差為負數?
- (A) 超過一半的數字小於平均數。
(B) 超過一半的數字小於 0。
(C) 所有數字都小於 0。
(D) 算錯了。
- () 3. 下列那個選項的 15 筆資料算出來的標準差最小?
- (A) 一個奧運 100 公尺短跑選手 15 次衝刺練習的成績 (秒)。
(B) 棒球隊的 15 名隊員 100 公尺衝刺練習的成績 (秒)。
(C) 一個奧運短跑選手練習 100, 200 和 400 公尺衝刺各五次的成績 (秒)。
(D) 奧運代表隊不同項目的 15 名選手 100 公尺衝刺練習的成績 (秒)。
- () 4. 下列那個統計量不會被極端值影響?
- (A) 全距。
(B) 第一四分位數。
(C) 平均數。
(D) 變異數。
- () 5. 測量一物件的長度 9 次, 得其長(公尺)為 2.43, 2.46, 2.41, 2.45, 2.44, 2.48, 2.46, 2.47, 2.45, 將上面的數據每一個都乘以 100, 再減去 240 得一組新數據為 3, 6, 1, 5, 4, 8, 6, 7, 5, 已知新數據的標準差為 2, 請問下列選項何者是正確的?
- (A) 新數據的算術平均數為 4.5。
(B) 原數據的算術平均數為 2.45。
(C) 原數據的標準差為 0.2。
(D) 原數據的中位數為 2.45。
- () 6. 下列的哪些資料會接近常態分佈?
- I. 全校所有學生的身高
II. 全校所有學生的年齡
III. 全校所有學生中男生、女生的人數
- (A) 只有 I。
(B) 只有 II。
(C) I 和 II。
(D) I 和 III。

- () 7. 根據過去一百年來每日最高溫度的紀錄，九月份平均溫度為 30 度，標準差為 3 度，則 9 月 3 日的最高溫為 27 到 33 度的機率為何？
- (A) 0.50 。
 (B) 0.68 。
 (C) 0.95 。
 (D) 0.9975 。
- () 8. 人類從受孕到分娩的懷孕期，長短各有不同，但大致遵循平均數 266 天，標準差 16 天的常態分佈。請問懷孕期最短的 2.5% 胎兒的出生情形約為下列哪種情形？
- (A) 比預產期早 16 天出生。
 (B) 比預產期早 32 天出生。
 (C) 比預產期早 40 天出生。
 (D) 比預產期早 48 天出生。
- () 9. 假設大學入學指定科目考試數學科共有 10 萬人參加，平均數為 60 分，標準差為 15 分且分佈情形接近常態，請問分數介於 75 到 90 分之間大約佔多少比例？
- (A) 13.5% 。
 (B) 17% 。
 (C) 27% 。
 (D) 34% 。
- () 10. 高二學生 250 名，某次段考數學成績呈常態分配，若平均分數 60 分，標準差 10 分，某生考了 70 分，請問他大約是第幾名？
- (A) 70 。
 (B) 60 。
 (C) 50 。
 (D) 40 。
- () 11. 右圖中甲、乙曲線皆為常態分佈，請問下列敘述何者錯誤？
- (A) 甲的平均數與中位數相等
 (B) 甲的平均數大於乙的平均數
 (C) 甲的標準差大於乙的標準差
 (D) 甲的第一四分位數大於乙的第一四分



位數。

- () 12. 投擲一枚公正的銅板其正面朝上的機率是 $1/2$ 。請問下列那個敘述是正確的？
- (A) 投擲 1000 次銅板，若得到正面超過 500 次以上，則再繼續擲 1000 次，一定是反面的次數超過 500 次。
 (B) 若投擲銅板很多次，就會得到正面朝上的比例是 $1/2$ 。一般而言，投 10000 次以上就會得到機率值 $1/2$ 。
 (C) $1/2$ 是理想中的值，實際上不論投擲幾次都不會恰好 $1/2$ 。
 (D) 在投擲銅板很多次後，當投擲的次數愈多，得到正面朝上的比例愈接近 $1/2$ 。

- () 13. 同時投擲編號 1 到 9 號的 9 枚公正銅板，並定義：
- 甲事件：共 5 個正面 4 個反面
 - 乙事件：共 4 個正面 5 個反面
 - 丙事件：1 到 5 號為正面，6~9 號為反面
 - 丁事件：1 到 4 號為正面，5~9 號為反面
- 請問下列哪一個選項是錯誤的？
- (A) 甲事件發生的機率等於乙事件發生的機率。
(B) 乙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。
(C) 丙事件發生的機率等於丁事件發生的機率。
(D) 甲事件發生的機率大於丙事件發生的機率。
- () 14. 擲三次骰子，第一次時擲 2 顆，第二次時擲 6 顆，第三次時擲 10 顆，若其中某一次的點數平均值為 1.5，請問是擲幾顆骰子時發生的可能性比較高？
- (A) 2 顆骰子。
(B) 6 顆骰子。
(C) 10 顆骰子。
(D) 三種的可能性一樣高。
- () 15. 一份調查報告指出某候選人的支持度在 95% 信心水準之下為(45% ± 3%)，請問下列何者是正確的？
- (A) 此次抽樣調查的人數為全體選民的 95%。
(B) 此次被調查的人之中有 95% 的人認為該候選人的支持度在 42%~48% 中。
(C) 若進行多次的抽樣調查，則在所有調查中的 95% 都會得到該候選人的支持度在 42%~48% 中。
(D) 抽樣 100 次時，剛好會有 95 次得到該候選人的支持度落在 42% 至 48% 之間。
- () 16. 兩家機構同時對某一候選人支持度做民意調查，甲機構隨機抽樣了 800 人，乙機構隨機抽樣了 1000 人。在信心水準都是 95% 的情況下，兩機構所得到的信賴區間的範圍將會如何？
- (A) 甲機構的信賴區間的範圍會比較大。
(B) 乙機構的信賴區間的範圍會比較大。
(C) 甲、乙兩機構的信賴區間的範圍會一樣大。
(D) 無法比較
- () 17. 兩家電視公司同時公佈同一候選人支持度的調查結果，A 公司指出支持度的 95% 信賴區間為 (45% ± 3%)，B 公司指出支持度 90% 信賴區間為 (40% ± 3%)，請問下列哪一個選項是正確的？
- (A) 信賴區間的信心水準一定是 95%，所以 B 公司的 90% 是錯誤的。
(B) A 公司的抽樣調查找的人比較正確，所以信心水準比較高。
(C) B 公司的抽樣調查找的人比較少，所以信心水準比較低。
(D) B 公司調查得到的數字是 40%，低於 A 公司的 45%，所以信心水準較低。

- ()18. 桃園縣人口為 190 萬人，台東縣的人口為 23 萬人，若要同時實施民意調查，分別求得兩縣的 95% 信賴區間，你覺得下列那個敘述是正確的？
- (A) 桃園縣的人口比較多，所以要抽樣比較多的人，才會得到 95% 信賴區間。
 - (B) 桃園縣的人口比較多，所以 95% 信賴區間的範圍會比較大。
 - (C) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，會以台東縣的結果比較準確。
 - (D) 分別在兩縣抽樣同樣多的人，95% 信賴區間的範圍會一樣大。
- ()19. 某候選人希望民調的結果能更準確，也就是要同時提高信心水準及縮小信賴區間，你覺得他必須如何做？
- (A) 不論怎麼做都不可能同時辦到。
 - (B) 抽樣時要找比較誠實的人。
 - (C) 抽樣人數要增加。
 - (D) 以相同的抽樣人數多做幾次民意調查。



附錄三 學習單



實驗一 大數法則 實驗報告

組別：___ 組長：_____ 組員：_____

說明：操作 [大數法則](#) [投擲銅板](#) [投擲骰子](#)，並進行下列問題討論。請直接在此 word 檔中記錄下你們的看法。

問題一：完成下表

實驗	次數	觀察	理論值		實際值	
			機率	次數	次數	頻率
擲 1 枚銅板	5000	正面	1/2	2500		
擲 10 枚銅板	4096	恰 5 個正面				
擲 10 枚銅板	4096	恰 3 個正面				
擲 1 個骰子	1296	得 6 點				
擲 2 個骰子	7776	點數和為 7 點				

問題二：在[大數法則](#)中，你們得到哪些結論？

問題三：陳金鋒的打擊率有三成三，在連續 6 次上場打擊都未擊出安打之後，負責轉播的記者說：「根據打擊率，陳金鋒下一次打出安打的機率大大的提高了。」這樣說對嗎？為什麼？

問題四：分別擲 10 枚銅板和 6 個骰子 5000 次所得到次數分配曲線有何相同之處？

問題五：如果有 10 枚**不公正銅板**得到正面的機率都是 0.6，投擲這十枚銅板 5000 次所得到次數分配曲線應該是什麼樣子？

其他發現或問題：

實驗二 常態分佈 實驗報告

組別：___ 組長：_____ 組員：_____

說明：操作 常態分佈，並進行下列問題討論。請直接在此 word 檔中記錄下你們的看法。

問題一：在改變了平均數與標準差後，為什麼圖形沒有改變？

問題二：下列的常態分佈中，各有多少百分比的樣本會在平均數左右各一個、兩個、還有三個標準差的範圍內？

平均數 μ	標準差 s	1 個 s 範圍內 (%)	2 個 s 範圍內 (%)	3 個 s 範圍內 (%)
50	15			
20	5			
0	1			

問題三：假設大學學測有十萬人參加而且數學成績呈完美的常態分佈，最高 15 級分，最低 0 分，平均數 7.5，標準差 2.2，試試看可推測得哪些資料？並寫下你們的依據。

問題四：以常態分佈模擬高中男生身高，假設平均數為 170 公分，標準差為 6 公分，則：

- 多少百分比的高中男生身高在 176 以下（含 176）
- 多少百分比的高中男生身高在 165 到 180 之間
- 身高多少以上會排在最高的前 5%
- 試著訂出：較矮的 60%，中間的 60%以及較高的 60%範圍

問題五：常態分佈的第三頁為大考中心公布的國文科成績，平均數 μ 為 51.1，標準差 s 為 13.64，請利用 excel 計算出：

- $(\mu - s, \mu + s)$ 區間的真實百分比（即分數為 $\mu - s$ 到 $\mu + s$ 之間的人數百分比）
- $(\mu - 2s, \mu + 2s)$ 區間的真實百分比

其他發現或問題：

實驗三 信賴區間 實驗報告



組別：___ 組長：_____ 組員：_____

說明：在 [信賴區間](#) 右上角  可選擇三個大小不同的母體。請利用 [信賴區間](#)，進行下列問題討論。並直接在此 word 檔中記錄下你們的看法。

補充：誤差區間 = 樣本最大值 - 樣本最小值；抽樣標準差 = $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ ；[常態分佈](#) 亦可使用

問題一：以不同樣本數對母體 A 做隨機抽樣 20 次，並記錄最大、最小值，完成下表。

樣本數	最大值	最小值	誤差區間	誤差區間/2	抽樣標準差
20					
100					
500					
1067					

同上法完成母體 B

樣本數	最大值	最小值	誤差區間	誤差區間/2	抽樣標準差
20					
100					
500					
1067					

同上法完成母體 C

樣本數	最大值	最小值	誤差區間	誤差區間/2	抽樣標準差
20					
100					
500					
1067					

- (a)由上述實驗與抽樣標準差的公式，請問母體的大小會不會影響抽樣誤差的區間大小，為何會如此？寫下你們的看法。
- (b)上述方法讓我們找出了估計區間，請討論看看，在真實生活中找出估計區間的方法會與上述方法有何不同。

問題二：新聞報導說：「在 95%的信心水準之下，阿良的支持度為 53%±3%」，請你們不使用「信心水準」、「信賴區間」、「53%±3%」等專有名詞，重新說明這件事情。

問題三：請寫出母體 A 中「贊成」的 68%信賴區間（僅能做一次調查，樣本數 1067 人）

問題四：母體 B 為某鄉具有投票權的公民，鄉長想要蓋一座焚化爐，並委託你們做民意調查，請問你要如何向鄉長報告？寫法不限。（因經費有限，故僅能做一次調查，樣本數最多 300 人）

其他發現或問題：

附錄四 實驗組教材（投影片）

一、重覆試驗與大數法則

重複試驗與大數法則

陳彥良

隨機試驗

- 隨機試驗：事前無法預測結果的試驗，摒除所有人為控制因素
- 伯努利試驗：如果一個隨機試驗所觀察的結果只有兩種，則為伯努利試驗
例如：成功、失敗，正面、反面
- 例1、請舉出三種不同的伯努利試驗

例題

- 擲一枚銅板出現正面的機率為 $1/2$ ，則稱這個銅板是公正的。如果同時投擲2枚公正銅板，求：
 - (1) 出現1正1反的機率
 - (2) 第一枚為正，第二枚為反的機率

同時投擲10枚公正銅板，求：

1. 出現5正5反的機率
2. 前五枚為正，後五枚為反的機率
3. 出現正反正反正反正反正反的機率

想一想

- 重複投擲一枚公正銅板十次，得到不可思議的十次正面，請你預測第十一次投擲的結果。



潭里萬年殿所提供擲筊的高級轎車由林志龍以連續十一個吉筊，將轎車開回家。（記者林文煒攝）

想一想

- 如果重複投擲一枚銅板10000次，你覺得結果如何？

二、常態分佈

常態分佈

陳彥良

常態分佈又稱高斯分佈、鐘形分佈

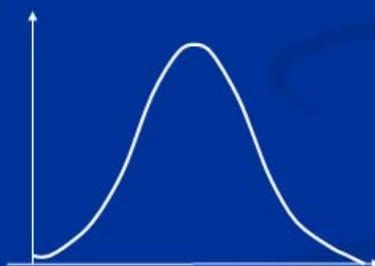


常態分佈又稱高斯分佈、鐘形分佈



常態分配應用非常廣泛原因有

1. 很多母群體都呈現常態分佈
 2. 可利用常態分配進行統計推論(以少推全)
- 例如：身高、體重、成績.....



常態分佈性質

- 1.以平均數為中心左右對稱。
- 2.常態分配曲線下面的面積總和等於 1



三、信賴區間

區間估計

陳彥良

推論統計

- 由樣本資料推估母體資料，作為決策的參考。
- 例如，一飲料廠商想了解所開發的產品甜度是否適中，則可藉由適當的抽樣，抽取代表性的消費者，進行口味測試，並進而推估全市場對甜度接受的情況。

猜猜阿良老師幾公斤？

- | | | |
|-------------|---|------|
| (A) 90公斤 | } | 點估計 |
| (B) 92.5公斤 | | |
| (C) 95公斤 | | |
| (D) 90~95公斤 | | 區間估計 |

- 點估計有何優、缺點？
- 區間估計有何優、缺點？

估計的方法有兩種

- 點估計(a point estimate)，就是以從樣本得到的統計值來估計母群體的數值。如果你做了一個民意調查後，報告說全部選民中有**42%**的人會投給某候選人，此即為點估計的例子(就是估計有**42%**選民會投給此人)
- 區間估計涉及信賴區間的估計步驟。信賴區間是估計在一個範圍內的數值，而非單一數值。如果你報告說大約有「**39%到45%**的選民」會投給某人，就是一種區間估計之例子。
- 那個方法比較好？

TVBS POLL CENTER

民意調查中心

PUBLIC OPINION, MARKETING RESEARCH

訪問主題：桃園縣長選舉民調

訪問時間：94年10月11日及12日晚間18:30-22:30

調查方法：電話後四碼電腦隨機抽樣，人員電話訪問

有效樣本：807位20歲以上桃園縣民

抽樣誤差：95%的信心水準下，抽樣誤差為正負3.4個百分點

經費來源：TVBS

桃園縣長選情

國民黨朱立倫支持度大幅領先民進黨鄭寶清(59%:19%)



區間估計之步驟

1. 訂定信心水準（估計有多準）

我們要確定到底我們要冒多少犯錯的危險，所謂犯錯，即我們的區間估計所指的範圍，並未包含母數。也就是說，以長期眼光看，**100次內有5次**，我們以樣本平均數或比例為中心點所設定之區間估計不包含其欲推估的母數，則我們可說有**95%**的信賴水準(**confidence level**)。如果訂為**100次內有10次**不包含欲推估的母數，則說**90%**的信賴水準。

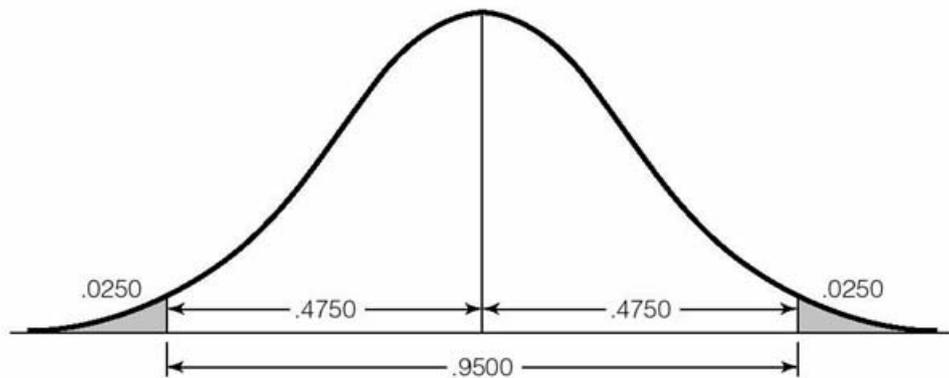


區間估計之步驟

2. 區間有多大

在決定了 α 水準後，我們最好是畫一抽樣分配的常態分配圖，並將 α 此一機率除以**2**，在圖之兩旁尾端找出此 $\alpha / 2$ 之面積。然後找到相對此 $\alpha / 2$ 面積的**Z**分數。若以 $\alpha = 0.05$ 為例，則 $\alpha / 2 = 0.025$ 。

THE SAMPLING DISTRIBUTION WITH ALPHA (α) EQUAL TO 0.05



© 2005 Wadsworth - Thomson

$$\text{二項分佈抽樣標準差} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

甲民意測驗機構對政府某一政策作民意調查，共電話查訪了600家住戶，其中有348家持反對意見。試求：

- (a) (5%) 持反對意見民眾比例 p 的點估計值。
- (b) (10%) 該反對意見民眾比例 p 的95%信賴區間。

解： (a) p 的點估計值為 $\hat{p} = \frac{348}{600} = 0.58 = 58\%$

$$\text{二項分佈抽樣標準差} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

(b) p 的95%信賴區間為 $\left[\hat{p} - z_{0.025} \cdot \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}, \hat{p} + z_{0.025} \cdot \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \right]$

$$= \left[0.58 - (1.96) \cdot \sqrt{\frac{(0.58)(0.42)}{600}}, 0.58 + (1.96) \cdot \sqrt{\frac{(0.58)(0.42)}{600}} \right]$$

$$\approx [0.5405, 0.6195] = [54.05\%, 61.95\%]$$

意即有95%的信心，相信持反對意見民眾比例 p 至少為 54.05%，至多為 61.95%。

附錄五 控制組學習講義

主題：統計抽樣

寒假輔導補充教材

P1

乙、系統抽樣

1. 統計方法為收集、整理與分析資料，並解釋結果，以期在不確定之情況下制定決策的一種科學方法。

全校抽 100 上台背英文
作業抽查

例如：蓋楚化爐民意？

丙、分層隨機抽樣

2. 統計研究為有關全體的不確定現象的通則，而非個別事件的結果。

全校抽 90 人上台背英文

3. 統計方法在使用上的限制：

- (1) 資料要“多”
- (2) 資料要“客觀”。

各年級身高
不同年齡對同一件事的看法
不同收入對同一件事的看法
不同學歷對同一件事的看法

4. 取得資料的方法：

- (1) 普查。
- (2) 抽查。

丁、部落抽樣 (部落間要差異很小)

振聲中學學生每人每月上網時數
全國家庭擁有電視數量

5. 母群體 (母體)：研究對象的整體。

8. 抽籤的方法：真正抽籤、亂數表 (隨機號碼表)、程式

6. 樣本：全體中被抽出的那一部分，而抽出樣本的過程，稱為抽樣。

9. 一般抽查調查的取樣途徑有下列幾種：

7. 常用抽樣方法：

(決定於你要研究的問題，以及母群體性質、特性，沒有一定的方法)

甲、郵寄問卷：

乙、電話訪問：

丙、面訪：

丁、網路

甲、簡單隨機抽樣

全班抽兩人上台做數學

10. 抽樣調查應注意的事項

附表三 隨機號碼表

甲、工作人員的專業性
計畫主持人、問卷設計人員、訪談員、保密責任與道德

乙、問卷設計：

丙、避免誤差：

- (1)問卷設計的偏差 (有意?無意?)
- (2)未回答的偏差
- (3)受訪家庭人口數的偏差
- (4)取樣工作
- (5)不可靠的答案
- (6)題意不清
- (7)敏感問題
- (8)訪談員的錯誤:

例題 1：利用亂數表抽取 5 個 1 到 100 中的數字

例題 2：利用亂數表抽取 5 個 200 到 1000 中的數字

例題 3：振華有 4000 為學生，請利用亂數表隨機抽取 10 人

1	29280	39655	18902	92531	90574	07109	26627	59587	84340	98351
2	20123	82082	55477	22059	43168	12903	13436	25523	21090	73449
3	66405	35287	33248	67657	07702	01474	66068	01125	59258	30138
4	97299	83419	13069	17826	76984	48906	10567	17829	00723	46700
5	83923	92076	98880	33942	46841	58731	36513	16681	88722	61984
6	11258	92175	94894	97606	11134	51941	43733	00514	06694	27706
7	08522	48468	60789	47178	85587	78410	67050	41286	16545	22061
8	02114	89744	10115	39603	61089	79392	38945	77699	59054	07742
9	24580	05775	54677	04171	97815	35557	92626	29756	35289	97756
10	23937	25079	12306	23125	50842	51015	57436	71349	79397	06095
11	15529	38214	68209	82655	89015	73159	52233	38844	46373	69912
12	63113	89594	91488	84795	70688	85252	24903	18446	02349	69008
13	14510	74196	51065	89054	03642	05842	25909	85998	26482	01986
14	15632	45813	02378	87946	14803	55973	29915	55599	98152	14148
15	23522	94186	55528	02483	96313	87715	78336	18672	29260	53130
16	99919	54509	21242	84850	59905	28605	32816	04807	63554	54959
17	72159	69313	67810	64819	19314	70702	60778	48753	75775	75322
18	60172	73201	18902	71182	42158	01184	02708	21062	69889	87882
19	49787	07561	20928	86517	86489	58490	62550	38854	91070	28022
20	35948	92023	46949	38255	21897	99978	21935	36545	64959	74716
21	37693	73413	64495	82483	13357	87025	71542	93052	97979	47174
22	46037	36193	41518	01194	18296	35566	12194	21334	47829	52904
23	60812	80784	13284	11905	71124	62686	67589	73404	64680	03933
24	23331	07113	83029	84896	59786	27926	18360	05097	12401	09574
25	63632	20522	42599	94300	31586	95638	87504	39277	38156	01989
26	64002	03244	45331	22215	29861	61748	83109	55502	40330	24740
27	17068	03024	05730	27364	67220	55240	78238	63125	72740	50315
28	81672	87668	20124	88016	46143	27051	14797	48511	18819	14465
29	11939	77938	05824	55807	62458	67887	73792	16586	92715	46654
30	09132	50818	73756	68629	26017	39807	69961	64681	65147	57290
31	72504	07749	77006	48499	31761	25246	37820	88399	01792	75040
32	09987	95625	46237	37490	84790	58486	87957	21725	48499	72785
33	69552	66506	62946	07559	12931	32621	82019	62292	89331	43490
34	99314	14865	35477	28130	95554	19663	19912	97005	99279	72984
35	32353	45363	34713	94258	86756	42640	53419	56910	07923	72984
36	55081	08953	21330	11415	45284	97450	38929	11258	23491	48366
37	06433	68716	08164	19822	81748	85506	47619	80316	88505	66744
38	45349	00397	0007	59491	94383	39776	04154	23806	16753	10180
39	16739	22808	92714	50589	01966	86230	20874	86054	83081	74625
40	83498	41005	40147	55045	36609	10555	12859	08585	29829	55784

主題：次數分配表

1. 資料分為連續型資料與離散型資料

連續型資料：

離散型資料：

2. 次數分配表：

步驟：(1). 資料排序

(2). 決定組數

(3). 決定組距

(4). 決定組界

(5). 計算各組次數

例題：下列 60 筆數據為振聲中學高一 60 位同學的數學成績，請做成

數字分配表

43	50	51	52	52	54	55	56	56	57
58	58	58	59	60	61	61	61	62	62
62	62	63	63	63	64	64	64	64	64
65	66	66	66	66	66	66	67	67	67
67	68	68	69	69	69	70	71	71	72
73	73	73	74	75	76	76	77	78	86

(1). 資料排序

(2). 決定組數

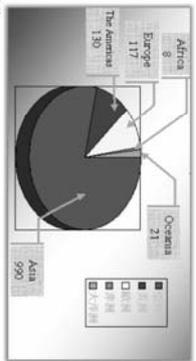
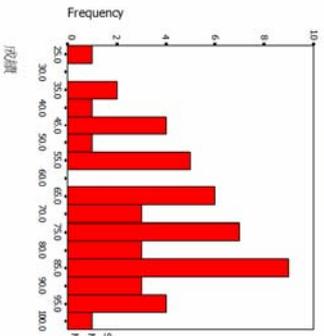
(3). 決定組距

(5). 計算各組次數

3. 常用統計圖：

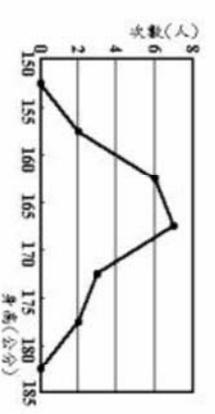
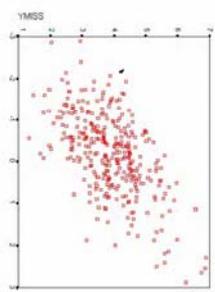
甲、長條圖、

乙、圓餅圖、

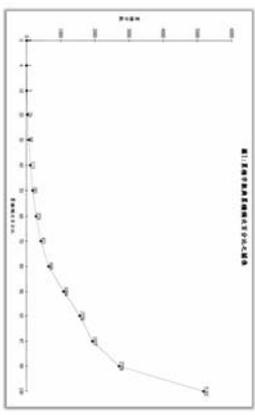


丙、X-Y圖、

丁、次數分配折線圖



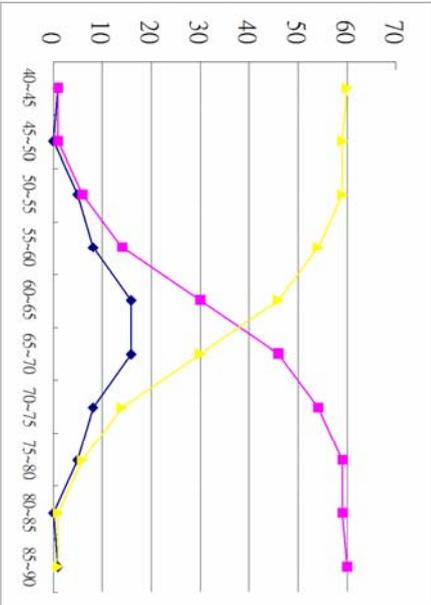
戊、累積次數分配折線圖



戊、累積次數表

組限	次數	以下累積次數	以上累積次數
40-45	1	1	60
45-50	0	1	59
50-55	5	6	59
55-60	8	14	54
60-65	16	30	46
65-70	16	46	30
70-75	8	54	14
75-80	5	59	6
80-85	0	59	1
85-90	1	60	1

己、累積次數折線圖



主題：代表集中趨勢的統計量

一、算術平均數 Average (最常用的平均數)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

例一、想了解班上同學的平均身高，為了節省時間，把班上同學分為兩層，第一層人數24，第二層人數26，在第一層任選4位，身高分別為：151, 154, 155, 156公分，在第二層任選4位，身高分別為：160, 161, 162, 165公分，則班上同學的平均身高為【 】公分。答案：158.2

例二、某班同學體重分配表如下：則體重之算術平均數為【 】公斤。

體重 (公斤)	人數					
40~50	3					
50~60	13					
60~70	21					
70~80	12					
80~90	5					

二、加權平均數

一組資料 X_1, X_2, \dots, X_n ，若 X_i 的次數佔全體的比列為 w_i ，則此組資料的加權平均數為 $\sum_{i=1}^n w_i X_i$ ，其中 w_i 稱為權值

例三、某生第二次月考之成績如下表：

科目	國文	英文	數學	物理	化學
上課時數	6	4	5	3	3
成績	78	75	65	71	80

則平均成績 (加權上課時數) 為【 】分。答案：73.62

三、中位數 Me

將資料由小排到大，位於最中間的數即為中位數

特性：極端值不會影響 (何時會用到?)

例四、2, 5, 12, 9, 18, 10, 3 等七筆資料之中位數為【 】

2, 5, 12, 9, 100, 10, 3 等七筆資料之中位數為【 】

例五、試求例中位數

體重 (公斤)	人數
40~50	3
50~60	13
60~70	21
70~80	12
80~90	5

四、眾數 Mo：所有資料中最多相同者

特性：有時沒有，有時不只一個

例六、3, 2, 3, 7, 5, 3, 6, 4, 1, 3, 6, 8 的眾數為【 】

例七、某次考試後老師決定全班加 10 分 (沒人爆掉) 請問算數平均數、中位數、眾數會如何改變?

主題：代表分散程度的統計量-----離差

如果資料比較集中，則離差會比較小

如果資料比較分散，則離差會比較大

一、全距(R)：所有資料中 最大者-最小者

性質：在全距範圍中裝著全部的資料

二、四分位差(QD)：第3四分位數-第1四分位數

第2四分位數：將資料排序後位於 $\frac{2}{4}$ 位置者

第1四分位數：將資料排序後位於 $\frac{1}{4}$ 位置者

第3四分位數：將資料排序後位於 $\frac{3}{4}$ 位置者

性質：在四分位差範圍中裝著一半的資料，不會被極端值影響

例一、調查某八個人的體重資料為：50, 54, 71, 82, 63, 41, 35, 45, 求：(1)全距為【 】。(2)中位數為【 】。

(3)四分位差為【 】。 答案：(1)47；(2)52；(3)24

三、平均絕對離差：
$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

例二、12位學生各在罚球線上投籃10次，投中次數分別為3, 2, 3, 7, 5, 3, 6, 4, 1, 3, 6, 8, 試求平均絕對離差？

四、變異數：
$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$
 (重要)

五、標準差：
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$
 (非常重要)

例三、振聲中學籃球隊身高如下表，試求其變異數及標準差

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
身高	182	185	186	186	196	183	175	188	183	186

例四、求全距及四分位差

體重(公斤)	人數	
40~50	3	
50~60	13	
60~70	21	
70~80	12	
80~90	5	

例四、求變異數及標準差

體重	人數								
40~50	3								
50~60	13								
60~70	21								
70~80	12								
80~90	5								

例七、某次考試後老師決定全班加 10 分（沒人爆掉）請問全距、四分位差、標準差會如何改變？

例八、甲班成績標準差 15 分，乙班成績標準差 20 分。我們可由此資料得到什麼？

主題：重複試驗與大數法則

一、隨機試驗

事前無法預測結果的試驗，摒除所有人為控制因素

二、伯努利試驗

如果一個隨機試驗所觀察的結果只有兩種，則為伯努利試驗

例如：過關、被當，成功、失敗，正面、反面

例 1、請舉出三種不同的伯努利試驗

例 2、擲一枚銅板出現正面的機率為 $1/2$ ，則稱這個銅板是公正的。如

果同時投擲 2 枚公正銅板，求：

- (1) 出現 1 正 1 反的機率
- (2) 第一枚為正，第二枚為反的機率

例 3、同時投擲 10 枚公正銅板，求：

- (1) 出現 5 正 5 反的機率
- (2) 前五枚為正，後五枚為反的機率
- (3) 出現正反正正反正正反的機率

例 4、擲一顆公正的骰子，請列出各點數出現的機率

點數	1	2	3	4	5	6	7
機率							

例 5、擲 2 顆公正的骰子計算其點數和，請列出各點數出現的機率

點數	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
機率											

三、大數法則

某一現象在若干次的重複中，將會有規則性出現，當抽樣數愈大時，該一現象的出現愈規則，此即所謂大數法則。但並非藉由互補而達成，而是因為次數增加的緣故。

例 6、如果重複投擲一枚銅板 10000 次，你覺得結果如何？

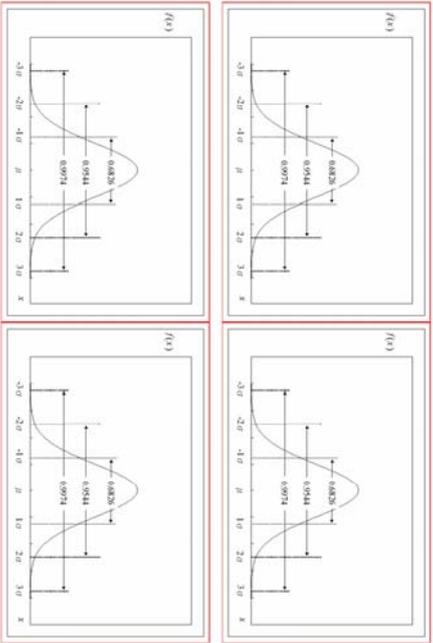
例 7、重複投擲一枚公正銅板十次，得到不可思議的十次正面，請你預測第十一次投擲的結果。

主題：常態分佈 (normal distribution)

一、常態分佈又稱高斯分佈(Gaussian distribution)、鐘形分佈

☑ 常態分配應用非常廣泛原因有：

1. 很多母群體都呈現常態分佈
2. 可利用常態分配進行統計推論(以少推全)



☑ 常態分佈性質：

1. 以平均數為中心左右對稱。
2. 常態分配曲線下面的面積總和等於 1
3. 常態隨機變數的值落在離開平均數 1 個標準差等距的範圍 即 $(\mu \pm \sigma)$ 之機率為 68%
4. 常態隨機變數的值落在離開平均數 2 個標準差等距的範圍 即 $(\mu \pm 2\sigma)$ 之機率為 95%

5. 常態隨機變數的值落在離開平均數 2 個標準差等距的範圍 即 $(\mu \pm 3\sigma)$ 之機率為 99.75%

例題1、請舉出一些常態分佈的例子

例題2、大學指考數學平均55分，標準差為15分，試求出下列分數的百分位置

- (1) 55分
- (2) 40分
- (3) 25分
- (4) 70分
- (5) 85分

例題3、某次考試1000人數學測驗之平均值為50分，標準差為14，則

- (1) 在50分以上有【 】人。
- (2) 在50分到64分間有【 】人。
- (3) 在36分到78分間有【 】人。
- (4) 在22分到78分間有【 】人。
- (5) 在36分以上有【 】人。

例題4、某人參加A、B考試成績如下，請問他在那個考試表現比較好？

	成績	平均數	標準差
A 考試	58	40	10
B 考試	52	35	8

主題：區間估計

推論統計(Inferential Statistics)的主要目的是由樣本資料推估母體資料，作為決策的參考。例如，一飲料廠商想了解所開發的產品甜度是否適中，則可藉由適當的抽樣，抽取代表性的消費者，進行口味測試，並進而推估全市場對甜度接受的情況。

估計的方法有兩種：一為點估計(a point estimate)，也就是從樣本得到的統計值來估計母群體的數值。如果你做了一個民意調查後，報告說全部選民中有 42% 的人會投給某候選人，此即為點估計的例子(就是估計有 42% 選民會投給此人)。另一為區間估計(an interval estimate)。此涉及信賴區間(confidence intervals)的估計步驟。信賴區間是估計在一個範圍內的數值，而非單一數值。如果你報告說大約有「39%到 45%的選民」會投給某人，就是一種區間估計之例子。

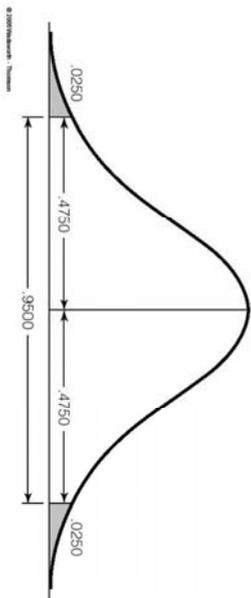
相對於點估計而言，區間估計是比較保險之估計法，區間估計之建立有以下幾個步驟：

1、訂定信心水準

我們要確定到底我們要冒多少犯錯的危險，所謂犯錯，即我們的區間估計所指的範圍，並未包含母數。也就是說，以長期眼光看，100 次內有 5 次，我們以樣本平均數或比例為中心點所設定之區間估計不包含其欲推估的母數，則我們可說有 95% 的信賴水準(confidence level)。如果訂為 100 次內有 10 次不包含欲推估的母數，則說 90% 的信賴水準。

2、其次，在決定了 α 水準後，我們最好是畫一抽樣分配的常態分配圖，並將 α 此一機率除以 2，在圖之兩旁尾端找出此 $\alpha/2$ 之面積。然後找到相對此 $\alpha/2$ 面積的 Z 分數。若以 $\alpha = 0.05$ 為例，則 $\alpha/2 = 0.025$ 。

THE SAMPLING DISTRIBUTION WITH ALPHA (α) EQUAL TO 0.05



註：抽樣標準差 = $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$

甲民意測驗機構對政府某一政策作民意調查，共電話訪查了 600 家住戶，其中有 248 家持反對意見。試求：

- (a) (5%) 持反對意見民眾比例 p 的點估計值。
- (b) (10%) 該反對意見民眾比例 p 的 95% 信賴區間。

解：(a) p 的點估計值為 $\hat{p} = \frac{248}{600} = 0.4133 = 41.33\%$

(b) p 的 95% 信賴區間為 $\left[\hat{p} - z_{0.025} \cdot \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}, \hat{p} + z_{0.025} \cdot \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \right]$

$$= \left[0.4133 - (1.96) \cdot \sqrt{\frac{(0.4133)(0.5867)}{600}}, 0.4133 + (1.96) \cdot \sqrt{\frac{(0.4133)(0.5867)}{600}} \right]$$

$$\approx [0.3405, 0.4861] = [34.05\%, 48.61\%]$$

意即有 95% 的信心，相信持反對意見民眾比例 p 至少為 34.05%，至多為 48.61%。

附錄六 訪談問題

一、與傳統教學方式的比較

- 1.你覺得這幾週以來透過電腦來上數學課，感覺上和以前的上課方式最大的不同是什麼？你喜歡這樣的方式嗎？
- 2.使這幾個軟體時，你會不會感到困難？如果有，是什麼樣的困難呢？
- 3.這幾週的課程中，你最喜歡的事哪一個部分？為什麼？
- 4.你最不喜歡的是哪一個部分？為什麼？

二、學習單元內容

- 5.你覺得實驗報告上的題目會不會太難？或是太簡單？你有沒有什麼意見呢？
- 6.第一次的實驗是有關擲銅板與質骰子的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？
- 7.第二次的實驗是有關常態分配的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？
- 8.第三次的實驗是有關信賴區間的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？

三、小組合作情形

- 9.你在小組中負責的工作是哪部分？覺得自己做的如何？
- 10.你覺得由同學自由分組跟由老師分組比起來那個方式比較好？為什麼？
- 11.與小組同學討論對於解決問題有沒有幫助？如果有，請舉個例子。如果沒有，為什麼？
- 12.你平常會跟同學一起討論數學嗎？

四、未來發展

- 13.這幾次的電腦課，是否改變你以往對數學的看法呢？如果有，以後你會用怎樣的方式來學習數學？如果沒有，為什麼？
- 14.你覺得透過利用電腦實驗來學習數學知識，對你在學校考試有什麼幫助嗎？為什麼？
- 15.如果以後有別的單元再以這樣的電腦數學課來上，從這幾次上課來看，你覺得那些地方是老師必須修改的？

附錄七 訪談記錄

1.你覺得這幾週以來透過電腦來上數學課，感覺上和以前的上課方式最大的不同是什麼？你喜歡這樣的方式嗎？

S1：最大的不同喔，我覺得比較多自己動手做，可以在中間了解，不是靠一些直接寫出來的理論直接這樣讀。這樣會比較記得、比較深刻。

S2：就是比較可以了解，以前我都是用背的。我還蠻喜歡這種方式的。

S3：就是比較不會睡著啊，我很喜歡這樣的方式。可是有時候都不會，因為學習單很難。

S4：還不錯啊！因為可以討論，還有就是一邊做不會就可以問人，像平常上課不會都不敢講，不會還是不會。

S5：還蠻好的，因為用電腦上課總比聽課好，還可以實際操作。

S6：蠻喜歡的啊！最大的不同就是可以互相討論，可以看問題在哪裏然後再教對方。

S7：最大的不同是可以用電腦，好玩耶！有一種新的感覺，跟一般數學課上的方式不一樣，不是單純在黑板上寫來寫去畫來畫去而已。覺得還不錯還蠻新鮮的。

S8：喜歡，我覺得小組討論很好玩。

S9：還不錯，但是操作的時候只有某些人在做某些人就不會做，其他都還好。最大的不同就是可以用軟體來學習。

S10：喜歡啊！我覺得小組討論可以討論出很好的東西。

S11：可以團體合作，我蠻喜歡這樣子的方式的。

S12：用電腦上課比較不無聊。

S13：最大的不同點就是用電腦，可是我不喜歡耶！因為操作就覺得也不知道在幹嘛，以很容易就睡著了，而且操作的時候覺得很煩，覺得很浪費時間。

S14：最大的不同就是可以實際操作，然後會知道為什麼。錯的地方也可以去看為什麼錯，而且還可以討論，我很喜歡這樣的方式。

S15：比較活潑吧，而且有互動。一般的上課方式都比較沉悶。應該沒有人會討厭吧！

S16：比較生動，不會那麼古板。很喜歡這樣的上課方式。

S17：可以不用算，比較輕鬆，平常上課比較容易分心，做實驗就比較好，喜不喜歡喔？覺得不錯啊！

S18：學到可以自己利用電腦來整理出一些規律，而不是由老師告訴我們。我很喜歡這樣的上課方式。

S19：最大的不同就是可以利用電腦來玩數字，自己可以不用計算，感覺還不錯。我喜歡這樣子的上課方式。

S20：我覺得最大的不同就是逼迫我去想，我很喜歡這樣得上課方式。

S21：比較有互動的感覺，可以跟同學討論，平常上課比較悶。我喜歡這樣子的方式。

S22：比較好玩，比較有趣。

S23：比較多元一點，更能了解。我喜歡這樣的方式。

S24：老師不用寫黑板，我不用抄筆記，有實驗會比較好一點，因為有實際操作過會比較了解。我喜歡這樣子的方式。

S25：我覺得這樣比較聽得懂，我蠻喜歡這樣上課的。

2.使這幾個軟體時，你會不會感到困難？如果有，是什麼樣的困難呢？

S1：操作上還好，因為不會就可以問同學，因為左右鄰居都還不錯，都可以教我，但是有時候會把重點弄錯。

S2：操作方面沒有什麼困難。

S3：操作上沒什麼問題。

S4：操作的時候有時候會搞混去按到別的東西，不過問一下同組的就可以解決了。

S5：還好！因為老師都有講過。

S6：只要照著老師教的方法做就可以的，使用起來沒有困難。

S7：還蠻簡單的。

S8：沒有困難。

S9：程式操作方面沒有問題。

S10：沒有什麼困難。

S11：操作是都還好，沒有什麼困難。

S12：沒有，都很簡單。

S13：還好，沒有什麼困難。因為老師有事先講解。

S14：軟體操作沒有問題，都蠻簡單的。

S15：因為老師都會教我們，所以程式使用起來沒有問題。

S16：操作上沒有什麼問題。

S17：程式操作起來沒有困難。

S18：軟體操作沒有問題，可是不曉得要如何寫。

S19：軟體操作還蠻簡單的，沒有什麼問題。

S20：操做起來沒有什麼困難。

S21：程式的操作沒有問題。

S22：軟體操作還蠻簡單的。

S23：操作方面沒有什麼問題。

S24：操作方面沒有問題，可是電腦有點慢。

S25：軟體要開好久，大概是電腦太慢了。操作起來沒有問題。

3.這幾週的課程中，你最喜歡的事哪一個部分？為什麼？

S1：比較喜歡常態分配的曲線圖，因為覺得做起來很好玩。

S2：我最喜歡做實驗的時候，因為很好玩。

S3：我最喜歡討論的部分，因為有時候可以跟同學聊天。

S4：最喜歡第一個實驗大數法則，因為它比較簡單。

S5：沒有特別喜歡的部分，我覺得都差不多。

S6：最喜歡做實驗的部分，因為很好玩可以一直點它。

S7：都不錯阿。

S8：最喜歡小組討論的感覺。

S9：最喜歡常態分佈，因為他比較簡單。

S10：我最喜歡小組討論的時候。

S11：最喜歡的就是玩那個軟體，因為覺得很新鮮，以前就沒有玩過。

S12：我最喜歡擲銅板的那一個實驗，因為可以一直按按按。

S13：最喜歡擲銅板的那個實驗，因為很好玩。

S14：最喜歡一起討論然後做出東西來的那種感覺。

- S15：喜歡操作就是實驗的部分，還有小組一起討論也不錯。
- S16：除了實驗報告之外，其它的都很喜歡。因為題目太難了。
- S17：自己動手去玩是我最喜歡的部分。
- S18：最喜歡的就是可以利用程式來找出一些規律。
- S19：喜歡抽樣調查的部分，可以看數字的變化，還有圖型的變化，覺得很好玩。
- S20：我覺得小組討論還蠻好玩的。
- S21：最喜歡的應該就是的大家討論的時候那種熱烈的感覺。
- S22：我最喜歡大數法則的這個單元，還有報告上傳的時候，因為有時間限制我覺得很刺激。
- S23：最喜歡大家一起討論的時候，討論出東西很有成就感。
- S24：我喜歡討論的部份，因為大家腦力激盪，覺得很刺激。
- S25：我最喜歡擲銅板的實驗，因為感覺最好玩，好像在玩電動。

4.你最不喜歡的是哪一個部分？為什麼？

- S1：最不喜歡那個什麼信心指數的，因為到現在還不怎麼懂。
- S2：最不喜歡的就是寫那一些題目吧，因為寫不出來。
- S3：最不喜歡的就是學習單，因為很難，我都看不懂。希望以後學習單可以簡單一點，我都想到頭痛了。
- S4：其實都還好，因為都是大家一起做。
- S5：沒有特別不喜歡的部分，都差不多。
- S6：最不喜歡的是討論吧，因為大家都不太知道，一直講、一直講，沒有什麼把握。
- S7：實驗報告上的問題，不曉得有沒有寫對。
- S8：最不喜歡的就是題目吧！題目太難了。
- S9：還好，沒有什麼不喜歡的。
- S10：最不喜歡的就是題目太難，不像平常的數學題目。
- S11：就是有些題目好像看不懂，沒有信心可以做出來。

- S12：最不喜歡信賴區間的那一個，因為看不懂。
- S13：最不喜歡的應該就是最後一個吧，因為實驗報告寫不出來。
- S14：在思考的時候想不出來就很麻煩。
- S15：最不喜歡的就是回答問題的時候。
- S16：就是實驗報告上的問題。
- S17：最不喜歡的就是老師講解的時候，因為坐在那邊一直看會覺得很無聊。
- S18：最不喜歡打報告，因為很難寫。
- S19：最不喜歡的就是有些題目要算，雖然可以用 excel 來計算，可是還是很麻煩。
- S20：最不喜歡的就是分組討論，一個坐在那邊一個在那邊一個在那邊睡覺，只有我一個還活著。
- S21：最不喜歡的就是老師在一開始的講解，會讓我覺得想睡覺。
- S22：最不喜歡的部分就是想問題，覺得題目很難。
- S23：沒有特別不喜歡的。
- S24：最不喜歡計算的部分。
- S25：沒有不喜欢的部分，感覺都還不錯。

5.你覺得實驗報告上的題目會不會太難？或是太簡單？你有沒有什麼意見呢？

- S1：要動腦吧，其實很有挑戰性，可是這樣比較好玩。而且有限時。大部份的題目都能做出來，可是在過程中就是像找 XX 啊就可以討論，之後把自己的想法 keyin 進去。
- S2：有一點太難。
- S3：沒什麼把握。
- S4：有些會太難。
- S5：題目不會太難，可是時間太少，如果時間再長一點，我們應該可以寫得更好。
- S6：我覺得題目有一點太難，不知道要怎麼寫。
- S7：我覺得題目還有一點小挑戰，題目還好耶，比較生活化。

S8： 題目太難了。

S9： 蠻難的，為平常沒有寫過這樣的題目，所以很多都不知道該怎麼下筆，做完實驗看到圖形可是不曉得該怎麼去分析。

S10： 還好。

S11： 我覺得題目越來越難，我覺得要有一點挑戰性可是不要太難，嗯..... 講不出來，但是考試的時候印象是有比較深刻。

S12： 有些題目太難了。

S13： 我覺得題目太難了。

S14： 有一些會太難，都是新接觸。沒有其它的看法。

S15： 題目還好，我們這一組都能夠寫出一個不錯的答案。

S16： 希望題目能夠簡單一點。

S17： 覺得題目很難都不知道要怎麼寫。

S18： 我覺得題目太難，但是比較生活化。

S19： 實驗報告的題目會難，我覺得可以小組討論找出方法，所以還不錯。

S20： 有些題目看不懂，向別組的同學請教，但是好像都沒有空教我。

S21： 還好。只是有一點點難。

S22： 我覺得題目蠻難的，而且有時候明明知道是什麼，可是就是寫不出來。

S23： 大部分還好，少部份有點太難。

S24： 還好啊！。

S25： 覺得題目都還蠻難的，而且好像都沒有固定的答案。

6.第一次的實驗是有關擲銅板與質骰子的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？

S1： 好像沒想過這個，就是學而已，但是應該有一點幫助吧！因為寫起來會比較順手。

S2： 有幫助吧，學到哪些東西不知道該怎麼講。

S3： 擲越多次銅板機率會越接近 $1/2$ ，對於最後的考試有幫助，因為好像有幾個題目可以找出答案。

- S4：目前還沒有想到。
- S5：實驗的次數越多機率會越趨近於一個定值，對考試有幫助。
- S6：學到機率，我覺得做實驗對最後的考試沒有幫助。
- S7：可以知道機率怎麼算了，而且擲多次機率會越接近 $1/2$ ，對考試時幫助很大。
- S8：不知道有沒有幫助。
- S9：學到機率的問題，可是要算。我覺得蠻麻煩的。考試有很多題這個部分。
- S10：講不出來學到什麼，可是對考試是有幫助的。
- S11：有點不記得了，對最後的考試有幫助吧。
- S12：對於最後的考試是有幫助的。
- S13：就是有些事前沒有去想過，後來才發現原來也有這樣子的東西。我覺得對考試沒有幫助。
- S14：實驗的次數越多越接近機率，對考試的幫助因為我有點忘記了，所以好像不是很有用。
- S15：擲越多次越靠近中間，對考試應該有幫助。
- S16：對於機率的算法比較清楚，考試和實驗似乎沒有什麼關係。
- S17：學到了機率，我覺得實驗跟題目是兩個完全不同的東西所以沒有幫助。
- S18：印象最深的是擲銅板時不管已經得到什麼結果，都不會影響接下來的部分我覺得對於考試的是有幫助的。
- S19：越多次會越接近 $1/2$ ，還有很多顆骰子或銅板的時候會接近常態分佈，我覺得有一點點幫助。
- S20：實際值跟理論值不會完全一樣，可是會蠻接近的，對考試有一些幫助。
- S21：原本以為機率就只有那麼一點點，沒有想到後面還有什麼大數法則、常態分佈等等，對於考試好像沒有很直接的幫助。
- S22：學到了大數法則就是越多次越接近，對考試有一點幫助。
- S23：學到機率的計算，印象最深刻的是有一題不公正的銅板正面機率是 0.6 ，以前從來沒有想過會有這樣子的事情。對考試是有幫助的。
- S24：學到擲銅板的機率如何計算，對考試沒有幫助。
- S25：好難回答喔！好像做越多次越接近 $1/2$ ，我覺得對考試會有幫助，第一次考試的時候題目我都看不懂只好亂猜，第二次考試的時候至少看的懂一些了。

7.第二次的實驗是有關常態分配的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？

S1：我也不知道，就是先聽老師講然後我們玩，最後就自己想一些結論。什麼結論。就是那個曲線啊，我覺得真的蠻準的也，就像老師講的一樣。

S2：已經忘記了。

S3：中間比較多，兩邊的比較少，好像沒有什麼題目。

S4：啊好像忘記了耶，我覺得有幫助。像之前都不知道中位數是幹嘛的，現在能了解。

S5：我不知道要怎麼講耶，對於考試多少還是有一點幫助吧。

S6：講不大出來，但是常態分布的實驗對最後的考試有一點點的幫助。

S7：第二次的常態分配搞不太懂那是什麼東西，大概只知道一個標準差、兩個標準差、三個標準差的那一些東西，不過還好考試時大概都會寫。

S8：忘記了，應該有幫助。

S9：藉由常態分佈的圖形可以去做一些預測。第一次都不會寫，可是後來就有一些概念。

S10：範圍很大耶，這就很難講，對考試有幫助。

S11：有點不記得了，對最後的考試有幫助吧，

S12：就知道 68-95-99.75 的規律，對考試有幫助阿。

S13：常態分配我想不起來了，這對考試沒有幫助。

S14：常態分配好像忘記了，有幫助啦，考試的時候慢慢有想到圖形。

S15：常態分配的中間比較高，兩邊比較低，一個標準差所佔的面積是 68%，兩個標準差的面積是 95%，三個標準差所佔的面積是 99.75%。對考試應該是有幫助的。

S16：我記得常態分佈的圖形，但對考試沒有幫助。

S17：都是電腦在跑耶，拉來拉去就有答案了，考試的時候都不會算。

S18：忘記了，好像沒有幫助。

S19：標準差的改變、面積的變化，對考試好像沒有甚麼幫助。

S20：標準差跟比例的關係，譬如說左右各一個標準差面積會是 68%，兩個標準差面積會是 95，三個標準差面積會是 99.75，還有我們用指考的成績來做驗算，我發現還蠻準的，對考試有一點點幫助。

S21：對於常態分佈的圖形印象很深刻，還有就是一個、兩個、三個標準差的比例，還有不能只看圖形還要注意座標的改變，我覺得這個對於考試比較有幫助。

S22：就是曲線的形狀中間高兩邊低而且有規律，對考試有幫助。

S23：學到如何做那一些圖，對考試是有幫助的。

S24：學到常態分布的圖形，對考試有幫助。

S25：常態分佈的實驗，學到了面積的比例，像是 68%、95%、99.75%。我覺得對考試是沒有幫助的，因為做實驗的時候我們根本都不用算，只要用滑鼠按一按就有答案了，可是考試的時候必須要靠自己去算，所以後來的考試我不大會寫。

8.第三次的實驗是有關信賴區間的實驗，你學到了哪些東西？對於最後的考試有幫助嗎？

S1：信賴區間喔，就是百分之九十五的那個，抽樣越多越準確，對考試是有幫助的。

S2：忘記了。

S3：就是信心水準越高它的可信度越高，後面很多題目都是這樣這個概念。

S4：信賴區間的 95% 我以前以為是人數，現在知道是準確度了，對考試有幫助阿。

S5：信賴區間喔，學到要怎麼算啊，還是有幫助吧。

S6：考試不大會寫，只記得抽樣的人數要多一點。

S7：信賴區間喔，我覺得那個還蠻貼近生活化的，有幫助阿，因為第一次考試的時候我什麼都不會，第二次的考試我大概都會寫了。

S8：學到怎麼算，對考試有幫助。

S9：信賴區間如果訪問很多人就會比較正確，不過討論的題目還蠻困難的，考試的時候就比較會寫。

S10：學到怎麼看民意調查的結果，對考試有幫助。

S11：有點不記得了，對最後的考試有幫助吧。

S12：看選舉就知道要怎麼看，對考試也有幫助。

S13：想不起來了，對於考試是有幫助的。

S14：知道正確的民意調查支持率，對考試有幫助。

S15：區間是估計的範圍，95% 是指準確的程度。就好像命中率一樣，而且訪問

的人數越多就會越準確，考試考的應該就是這些吧。

S16：這個最難，所以我忘記了，對考試一樣沒有什麼幫助。

S17：抽樣人數多的話得到的比率都很接近，這個對於考試就有幫助。

S18：就是抽樣的人數是最重要的，有很大的幫助。

S19：我記得信賴區間的大小跟母體大小沒有什麼關係。

S20：母體大小不會影響到準確率，有關於這個部分就有幫助。

S21：信賴區間也是常態分配的一種應用，對考試有一點點幫助。

S22：學到如何表示區間估計，還有信心水準，對考試有幫助。

S23：信賴區間是利用常態分佈所做出來的，對考試是有幫助的。

S24：學到什麼是信賴區間，對考試有幫助，因為印象比較深刻。

S25：學到什麼是信賴區間，信賴區間是一個估計值加上準確度，這部分的考試並沒有很難，所以應該是有幫助吧。

9.你在小組中負責的工作是哪部分？覺得自己做的如何？

S1：好像每一次都不一樣，好像是幫忙動腦，keyin 就交給 xx 負責，其他兩個就負責反復地做實驗。

S2：我們這一組是大家都有參與，所以每個部分都有做到。覺得自己的表現還 ok 啦。

S3：我們這個小組是分工合作，像是實驗的部分有三題就一個人做一題，然後再一起討論，最後再由打字最快的人打字，覺得自己的表現還好啦，沒有特別表現。

S4：我覺得我是啦啦隊，因為很多都不懂，不過覺得我還是有貢獻，雖然剛開始我都不知道要怎麼做，可是後來大家教我之後，我還是有做出來。

S5：我負責實驗的操作，把數字再給其它的組員，表現還可以吧。

S6：討論以及打字，覺得自己的表現非常好。

S7：我是負責提問題還有打字的，就是會一直把問題找出來讓大家一起來討論，覺得自己表現得還不錯。

S8：有些東西是要從我這邊出去，再做整理的。覺得自己表現還可以。

S9：有時候打字、有時候做實驗。小組裡面有分配工作。有幫到忙。表現還 OK 啦。

S10：第三次我是負責打字，第一次第二次是幫忙算，覺得自己的表現還可以。

- S11：就是 key 資料、還有操作、還有討論，表現得還好。
- S12：都有啊，覺得自己的表現還可以。
- S13：我必須要先去點他們吧，他們才會知道怎麼做，就是要教他們。覺得自己的表現還 OK 啦，但是實驗報告都亂寫。
- S14：我們這一組是一個組長，三個做實驗。組長負責把數據打上去，討論的時候所有的人一起討論，覺得自己的表現還好。
- S15：我們這個小組沒有分工的很清楚，大家都有做，我的表現應該還可以吧。
- S16：除了討論問題之外其他都有做，因為對那些問題我毫無頭緒，覺得自己表現普通。
- S17：我是負責打字的，但是我也有玩玩看，覺得自己的表現還不錯吧。
- S18：我們這一組的每一個人從頭到尾都有做，覺得自己的表現普通。
- S19：我們的這一組沒有很嚴格的分工，我什麼都有做，表現得還不錯吧。
- S20：看誰會做什麼就做什麼，我好像沒有做什麼。
- S21：我做很多工作，幾乎都是我在做，覺得自己的表現還 ok 吧。
- S22：負責實驗的操作，就是別人叫我怎麼做，做出來也以後，把數據給他，覺得自己的表現還不錯。
- S23：我負責實驗的操作，討論是大家一些討論。打報告再由另外一位同學負責，覺得自己的表現應該還可以。
- S24：每一次都不大一樣，但每個人都有幫忙，我也一樣。
- S25：我全部都有做，但是因為我打字比較快，所以最後的報告是由我來打字，我覺得我有努力參與了。

10.你覺得由同學自由分組跟由老師分組比起來那個方式比較好？為什麼？

- S1：我覺得沒有差別，因為各有利弊吧，因為像有些同學會比較熱心，就會一直做，可是有些同學可能就比較不會，所以我覺得各有利弊。
- S2：我覺得自己分組比較好，因為討論的時候比較不會不好意思講出來，如果老師分的話可能會比較陌生不敢講話。
- S3：同學自己分組比較好，像英會課就是男生跟女生排，有時都不知道要講什麼。
- S4：我覺得自己分組比較好，因為老師分組就不是志願的，就是我們可以找到跟自己平常比較和的在一起，萬一兩個不合的在一起就會起衝突之類的。
- S5：自己分組比較好，會找自己比較可以互相討論的同學，有些同學還是比較少講話，不熟。
- S6：我會喜歡自由分組，因為如果由老師來分，有時候會不太熟而容易起衝突。

- S7：自己分吧，這樣小組之內會比較有默契，討論起來會比較熱烈。
- S8：我覺得自己分組比較好，因為可以找自己比較熟悉的人，這樣會比較容易討論。
- S9：像我們這組就是沒有分到組的人，所以比較不熟，不過我還是覺得自己分組比較好。
- S10：各有好壞，自由分組可能學生的程度會不太一樣，有的組就做的比較好，如果老師分組的話，就可以做到每一組都差不多。
- S11：有好有壞吧，每個人的想法不一樣吧，太熟的話可能會玩起來，優點是會比較好溝通吧。
- S12：同學自己找比較好，因為不熟的話就比較不會討論。
- S13：自己找吧，因為老師分的話可能會分工的時候會吵架，就是有的人都不做事，如果當初是自己去找她的話，那就自己活該。
- S14：我覺得自己分組比較好，因為這樣跟比較認識的人會比較敢說。有些人不太熟的話，說話就不容易說出來。
- S15：同學分比較好，因為萬一分到一些沒有聯絡的，討論起來和會比較困難，所以還是希望能跟熟人在一起。
- S16：當然是同學自己分組比較好，老師分可能會分到一些很討厭的同學，這樣多痛苦啊。
- S17：我覺得是自己分組比較好，如果老師分的話分到不熟的人，就不敢叫他去做什麼。
- S18：會覺得學生自己分組比較好，這樣會比較有默契。
- S19：我覺得自己分組比較好，比較能夠了解同學的能力，能力比較強的就可以請他多做一點，老師分的話就不知道，而且如果分到不熟的人可能溝通會有問題。
- S20：我覺得還是老師分組比較好，像我們這一組的感情很好，大家都亂猜一通，覺得我們好墮落。
- S21：不一定，要看班上的情況。如果班上很和諧，由老師分就沒有關係。可是如果班上有小團體，就會很麻煩。我覺得兩種分法都差不多，如果老師分的話應該是用抽籤的比較好。
- S22：我覺得同學自己分組比較好，會比較好溝通。
- S23：自己分組比較好，應該會比較談得來。
- S24：比較喜歡自己分，因為國中的時候被同學排擠。
- S25：我覺得各有利弊，因為我們是自己分組，所以同組的組員在說什麼我們大概都聽得懂，而且比較合的來，但是也有可能有人被排擠，像 XXX 那一組就是所有的人分完組之後剩下來的同學。

11.與小組同學討論對於解決問題有沒有幫助？如果有，請舉個例子。如果沒有，為什麼？

S1： 應該有吧，像我提出一個問題要怎麼解答，可能我的意見是錯的，XX 他們就會說不一定是這樣，提出更好的意見，我們的答案就會改變，我覺得可以擴展自己的思想範圍。

S2： 有幫助，像是實驗步驟有問題呀，就可以請教組員。

S3： 討論是有用的，可是例子都忘記了。

S4： 有，因為平常考試都只能夠自己想像，這次有很多題目，都是我們大家討論出來，我覺得有一部份的答案很棒。

S5： 有幫助阿，因為大家的意見會不一樣，同學提出來的答案如果有不一樣的地方，我們會綜合大家的看法。

S6： 有，就是同組之中還是有比較厲害的。

S7： 可以有很大的幫助，假設說現在一個問題出來，他的想法偏掉了，我們會有人提出疑問出來，然後就可以回到正確的。

S8： 大家的意見不一樣，可以聽到別人的想法，綜合大家的想法，可以寫出一個比較好的。

S9： 可以自己發去發現一些新的東西，信賴區間不是有一題要解釋嗎，平常我們學都是一個理論，現在要講給別人聽，所以不知道該怎麼辦。後來就有討論出一個答案。

S10： 有幫助，像信賴區間裏面有一題要問支持度的那一題剛開始大家都不會可是後來就想出來了

S11： 有幫助，有一題大家討論了很久，就決定用罰球率來說明信賴區間。

S12： 有幫助，但比較想不出來。像我如果講錯了，別人就會說我錯了。

S13： 大家討論對於解決問題還是有幫助的，想不起來耶，我都失憶了。

S14： 大家都有提出不同的看法，然後再決定一個最好的答案，幾乎每一題都是這樣子吧。

S15： 有幫助啊，就是大家都會有意見，例子很多可是想不起來，不過我們真的討論的很熱烈。

S16： 討論是有幫助的，因為一開始大家都不知道怎麼寫，有人開頭以後，後面的部分就一直想出來。

S17： 討論還是有用，應該每題都是討論以後才寫得出來，但是對於答案並沒有什麼信心。

S18： 討論是有幫助的，例子很多，但是講不出來。

S19： 小組討論對於解決問題是有幫助的，有很多題目是這樣，可是現在想不出來。

S20： 他們不會把想法很具體的講出來，而且講出來以後大家的意見沒有辦法統整，然後就不知道要幹嘛。

S21：我覺得我們的討論對於實驗報告非常有幫助，例如有一題打擊率 3 成 3 的問題，大家講了很多不一樣的看法，而且最後我們也寫對了。

S22：討論是有用的，像有一題打棒球的問題，就是我想出來的是。

S23：我覺得是有幫助的，阿良的支持度那一題，就是我們大家一起討論出來的，而且我覺得寫得還不錯

S24：我覺得討論是有幫助的，有好幾題都是大家互相討論之後寫出來的答案。

S25：有幫助阿，至少不會不知道要做什麼，我們這一組大概都是 XX 先想到要做什麼，然後會說給我們聽，大家再一起討論出最後的答案。

12.你平常會跟同學一起討論數學嗎？

S1：有啊，向是跟 XXX 和 XXX 我們就經常討論，但是像做實驗這麼熱烈應該是沒有。

S2：有時候自己不會的題目會去請教同學。

S3：不會的時候我都會去問 xxx，看到同學在討論我會過去看了一下，聽到是數學我就走了。

S4：平常不會的時候都會請同學教我，如果同學也不會我們會一起找找看有沒有類似的題目或者再去問別人。

S5：平常不會的會去問同學。

S6：就是快考試的時候趕快去問同學。

S7：平常要考試的時候會，沒有考試就不會。

S8：平常不會的題目我會去問同學。

S9：都是不會的題目去問同學，沒有真的討論。

S10：有，可是很少。通常都是不會的題目去問同學。

S11：還好，沒有很常，大概都只有兩個人自己討論。

S12：都是不會的時候去問同學。

S13：平常有時候同學會來問我，我也會問同學，一半一半吧，比較少很多人一起討論。

S14：不會的時候我會向同學問問題，但是沒有像實驗的時候這樣的討論。

S15：不會的會去請教同學。

S16：平常同學會問我數學，我也會問別人。

S17：平常都是我問別人問題，好像沒有大家一起討論過。

S18：平常不會討論，就是考試前才會問同學，因為我數學不好。

S19：平常都是我去問別人比較多。

S20：不會的時候會去問同學，如果他也不會就再去問另外一位同學。

S21：有的時候同學會來問我問題，有時候大家算的答案都不一樣就會找找看到底那裏出問題的。

S22：我很少問同學問題，我都直接找老師，因為老師比較強。

S23：我偶爾會請問同學。

S24：平常都是我去問別人比較多。

S25：都是不會的時候去問同學，沒有像這次做試驗這樣子的討論。

13. 這幾次的電腦課，是否改變你以往對數學的看法呢？如果有，以後你會用怎樣的方式來學習數學？如果沒有，為什麼？

S1：有吧，可是現實生活還是很殘酷，要考數學。如果沒有考試壓力的話可能會玩，有考試壓力的話還是要讀。

S2：覺得數學可以蠻好玩的。

S3：數學可以不必用手算，按一按就有答案了。電腦可以幫我算，希望以後可以不要上課就可以學數學。

S4：利用電腦會比較好算，如果我知道怎樣用電腦算的話我應該會用電腦來算吧，像是比較複雜的計算我可能會用來電腦來幫我算。

S5：用電腦操作的會比較容易去瞭解。可是我不會寫程式，可是如果老師像這樣子給我們一些程式的話，我就會自己玩玩看。

S6：有吧，就覺得有些還蠻好玩的，但是學數學的方式應該不會有什麼改變吧。

S7：這樣的上課方式不像以往都是紙筆測驗那種很單調，只有發下考卷成績的那一刻最有成就感。看老師用什麼方法教我們就怎麼做。

S8：我覺得用電腦操作的會比較容易瞭解。會想啊，可是我不會做程式。

S9：數學可以不像平常一樣一直算，可以藉由實驗去看到。學習數學應該還是一樣吧，除非老師有教我們，而且我覺得要花很多時間。

S10：原來數學有更多不一樣的東西，如果我有一些軟體我會試試看

S11：感覺好像不會只是用紙筆來計算，因為要應付考試，所以沒有時間。

S12：應該不會吧。

S13：我覺得數學突然間變好難喔。

- S14：以前都是看數字、看算法，然後把它記起來。現在好像可以用推一推就把他做出來。
- S15：就是不會都是老師在算，可以自己操作。如果老師有教我們的話，應該會用電腦來試試看。
- S16：我覺得做實驗跟學數學好像沒有什麼關係，所以我覺得沒有什麼改變。
- S17：我覺得是比較輕鬆吧，如果不會太難的話我願意試試看。
- S18：生活上有很多事情都和數學有關，只是沒有仔細的研究電腦的計算功能。除了整理成績其他大概沒有什麼。
- S19：我覺得我還是比較喜歡電腦數學，電腦可以不用算，可是平常的數學卻有很多計算，如果有簡單或者是適當的軟體，我還是願意試試看。
- S20：我覺得用電腦上課比較活吧。如果有適當的工具，我應該會試著用電腦來學數學。
- S21：有變得比較有趣，還有會想說有沒有其它的方法可以解決這樣的問題，如果有適當的軟體我會試著把他做出來。
- S22：應該有，我覺得以前的學法都太沈悶了，應該要活潑一點。
- S23：平常上課都是老師講解題目，然後算一算。現在覺得原來數學也可以這樣用，有機會的話應該會用電腦吧，
- S24：以前上課都是講光抄，現在因為要自己操作，所以會更認真聽，而且因為自己操作過，所以就多一層練習。我很喜歡玩程式，所以應該會試試看，但是還是要老師教才會。
- S25：我覺得數學可恨、討厭、不要學、絕對不要碰，現在好一點點了。平常我上課的時候，剛開始聽得懂，我會聽。要是開始聽不懂，我就不想聽了。因為聽不懂的話，抄筆記也沒有什麼意義，我就會放棄。但是實驗課就不會有這樣。

14.你覺得透過利用電腦實驗來學習數學知識，對你在學校考試有什麼幫助嗎？為什麼？

- S1：花的時間比較長，可是印像比較深刻。應該有吧，因為它算出來都是一樣，只是電腦算比較快速。
- S2：因為很少碰電腦，所以不會自己去利用電腦做數學，題型有一點幫助。
- S3：比較少吧。
- S4：還好耶，因為考試的時候又不能用電腦來算，但是對於一些觀念還是會有幫助。
- S5：看過那些圖形的話就會記在腦海裏，而就不是只記數字而已。
- S6：不知道耶，但是對我來說好像沒有幫助。
- S7：我覺得沒有幫助，但那是比較貼近生活化的。

S8： 會有幫助，看過那些圖形之後可能就會記在腦海裡，而不是算式而已。

S9： 沒有幫助，因為考試都要有一個標準答案，一定要用算的。

S10： 我覺得用電腦操作的會比較容易瞭解。

S11： 會吧，就是自己操作過，有去想過就會印象比較深刻。

S12： 對考試應該會有幫助，因為會比較了解。

S13： 應該不會，我還是喜歡用以前的方式，對考試沒有幫助。

S14： 我覺得考試考這種東西的機會很大，所以對考試應該會有幫助。

S15： 應該多少還是會有幫助，因為印象比較深刻可以由自己操作。

S16： 我覺得沒有幫助。

S17： 我覺得對於考試是沒有幫助的。我覺得是因為自己不夠活吧，沒辦法把實驗學到的東西應用到考試上。

S18： 我覺得是因為第一次接觸比較陌生，所以答的比較不好，有些題目不知道要怎樣寫，所以就呆在那邊。

S19： 我覺得對考試有一點點幫助就是圖形。

S20： 我覺得這樣的上課方式對於統計方面的考試會有幫助。

S21： 如果題目是像這次這樣生活化的應該就會有幫助，可是如果都是一些計算說可能就沒有什麼幫助。

S22： 因為還沒有碰過這一類的問題所以還不知道。

S23： 應該會有幫助吧，操作過程學到的東西會更有印象。

S24： 應該會記得比較清楚，所以會有幫助。

S25： 我覺得這樣子的上課方式對於一些沒有辦法用文字或語言來說明的東西，平常上課的時候都是老師直接畫出來，而這一次是透過我們自己操作而把圖型表示出來，讓我有比較深刻的印象，所以我覺得對於考試還是會有幫助的，因為它能讓我學到東西。

15.如果以後有別的單元再以這樣的電腦數學課來上，從這幾次上課來看，你覺得那些地方是老師必須修改的？

S1： 應該沒有什麼啦，因為我覺得都還不錯啊！

S2： 大部份都 OK，不 OK 的可能就是自己的部份吧。

- S3：我覺得都很好。
- S4：老師可以多做一些例題給我們看，這樣我們才知道要怎麼寫。
- S5：都很好啊，我覺得老師做的程式很好。我們這組討論的時間太少了，可能我們操作的時間比較長。
- S6：問題不要太難，或者是比較難的題目先用範例教我們怎麼做。
- S7：都 OK。
- S8：都還好，只是討論的時間太少了。
- S9：我覺得時間不夠。因為要我們做很多次阿。尤其是信賴區間的實驗，有母體 A、母體 B、還有母體 C。老師還要我們做 20 次，要做很久。XX 更好笑，他以為要做 1067 次。所以就一直按一直按，然後我就說你怎麼用那麼久。
- S10：題目太難希望能夠簡單一點
- S11：實驗報告的問題太難了。
- S12：沒有耶。
- S13：討論的時間太少。
- S14：我覺得都很好沒有什麼問題，就是希望題目能夠簡單一點。
- S15：實驗報告上的問題不要太多，不要太難。
- S16：題目太難了，不知道跟實驗有什麼關聯。
- S17：不要，希望老師不要再這樣上課。雖然過程很輕鬆，可是看成果的話還是算了，我還是比較喜歡自己動手去算。
- S18：就是出一些比較簡單的題目。
- S19：希望老師講解的時候可以再慢一點。
- S20：要看是哪個單元。像有很多單元就一定要用手去算，這一次的上課內容就一定要用電腦來算，用紙筆算不出來。有些同學不會，什麼都沒做，好像沒有辦法學到東西。分組的時候應該由老師按照成績人來分組，這樣每一組的人程度差才會差不多，才不會有人沒事做。
- S21：老師在前面講解的時候可以再講多一點。
- S22：電腦要好一點，時間多一點。
- S23：題目有點難。

S24：時間能夠長一點，老師不要一直催。

S25：我覺得題目可以不要那麼難，而且因為電腦的速度很慢，所以老師在開檔案的時候，可以先把畫面給我們操作，讓我們先做自己的事，這樣子可以節省時間。

