

南華大學
休閒產業經濟學系碩士班
碩士論文

應用資訊融入教學對國中生學習成效之影響
—以數學科二次函數為例

**A Study on The Mathematical Learning Effectiveness of
Information Technology Integrated Into Teaching for Student
Example of “Quadratic Function”**

指導教授：崔可欣博士

研究生：陳宜欣

中華民國一〇二年六月

摘要

本研究主要應用資訊教學軟體融入教學方式，來探討國中生目前在課堂上學習二次函數之學習情形，試著利用資訊科技融入教學之電腦動態幾何互動軟體當作教學媒介，研究學生在數學學習成效上有何影響。

本研究採用準實驗研究法，以嘉義縣某國中三年級兩個班級共 59 位學生為實驗之研究對象，以一班 29 人為實驗組，採用資訊融入教學模式，實驗教學中所使用軟體為 GSP 動態幾何軟體(Geometer's Sketchpad)；另一班 30 人為控制組，採用傳統教學模式，進行實驗教學 12 節課。待實驗結束後，再利用 SPSS (Statistics Package for Social Science) 統計軟體做為分析工具，分析受試者在學習成效中的差異情形，最後歸納出本研究的實驗結論有：

- 一、在資訊融入教學下，學生在學習數學二次函數時，學習成效相較於傳統非資訊軟體方式有明顯的進步。
- 二、在實驗過程中發現，學習成效之所以有明顯得進步，原因是資訊融入教學有助於學生深入瞭解二次函數幾何之意義與概念，讓學生對數學更產生興趣且有提高學生學習數學技能之精熟度，並增強概念圖像表徵。

關鍵詞：GSP 動態幾何軟體、學習成效、資訊融入教學、圖像表徵

Abstract

The purpose of this study is to apply information technology in teaching. Using information technology assisted teaching with Dynamic Geometer's Sketchpad (GSP for abbrev.) as teaching media to evaluate learning effectiveness on quadratic function (QF) by 59 ninth-grade students of junior high schools in Chiayi County.

A quasi-experimental design was used with 59 students of the ninth graders in Chiayi County, and 12 lessons of teaching experiments were conducted. One class was assigned as the GSP experimental group while the other one was traditional teaching control group. "The Mathematics Language Attitude Survey ", "The Mathematics Learning Sheet " , and "The Infusing Information Technology Into Mathematics Attitude Survey " were adopted as instruments of analysis. The main findings of this study can be summarized as follows:

1. The learning effectiveness on quadratic function of the experimental group was significantly higher than the control group.
2. Integrating information technology into teaching not only helped the students understand quadratic function's key concepts and motivate their learning but also assist them to increase their proficiencies in acquiring mathematical skills and enhance the concept of iconic representations. As a result , the learning effectiveness of the experimental group was significantly improved.

Key words: GSP, learning effect, information technology integration into teaching, iconic representation

目 錄

	頁次
目錄	IV
表目錄	V
第一章. 緒 論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究架構	5
第三節 研究目的與待答問題	5
第四節 名詞解釋	7
第二章 文獻探討	10
第一節 布魯納 (Bruner) 教學理論基礎	10
第二節 九年一貫課程綱要之數學領域	13
第三節 電腦輔助教學之理論基礎	14
第四節 GSP 動態幾何系統簡介	15
第三章 研究方法	17
第一節 研究對象與架構	17
第二節 研究工具	22
第三節 教學內容	26
第四節 研究程序	27
第五節 資料處理與分析	28
第四章 研究結果與分析	29
第一節 資料來源與檢定統計結果	29
第二節 實證模型	31
第三節 在資訊融入教學方式下對數學學習成效之影響	34
第五章 結論與建議	36
參考文獻	38
附錄	43

表 目 錄

	頁次
表 1-4-1 九年一貫十大基本能力摘要表	7
表 3-1-1 準實驗設計法之不等組前後測設計	19
表 3-1-2 甲、乙兩班第一次週考數學成績預覽表	20
表 3-1-3 甲、乙兩班第一次週考數學成績單因子變異數分析檢定預覽表	20
表 3-2-1 鑑別度指標之評鑑指標	25
表 3-2-2 試卷難度與鑑別度之分析表	26
表 4-1-1 實驗前測、後測各組統計量	31
表 4-1-2 原始之資料	33
表 4-1-3 去除掉 T_2 、 G_2 修正後之資料	34

第一章 緒論

本研究主要探討資訊融入教學與傳統教學兩種不同方式下，學生學習二次函數時，是否在學習成效上有不同之影響。

本章共分為三節予以說明，第一節為研究背景與動機，第二節為研究架構，第三節為研究目的與待答問題。

第一節 研究背景與動機

本研究主要是針對國中生在學習二次函數單元時，時常在繪製圖形有很多困擾，原因是在畫圖形時必須先要會代數中的配方法來求解，但對計算能力較差的學生，每次看到這些繁雜代數時就打退堂鼓了，因看不懂不知要如何下手計算，所以導致在還沒看懂題目前就早已放棄了，更不用說要理解二次函數圖形幾何意義了，因此學生在學習時心理有所畏懼與排斥。

幾何應該是學生最容易學習的區塊，但學生在學習幾何時常常只注重代數的計算，對於幾何圖形性質與變化卻不瞭解，當圖型平移或旋轉時，學生就更無法真正瞭解幾何題目的問題了。

幾何的應用很廣，在學習幾何時應著重圖形操作與熟悉原理為主，進而歸納出結論。許多老師常受制於定義的認定與邏輯順序，而忽略幾何學習應由應用、操作、實踐中認識其性質與要素（教育部，2008）傳統教學法常常採用板書方式教導代數與幾何，在不瞭解代數背後的涵義時只一味的背公式，如此學習方式將無法連貫代數與幾何的相關性，導致學生學習代數與幾何時，將這視為兩不相干的獨立區塊主題，使學生會覺得幾何很難。回顧國內外許多相關資訊融入教學研究後發現，大部分的學者在對照組常使用板書傳統教學法，實驗組則給予是使用電腦教

學，希望學生透過視覺化能力進而喜歡數學及瞭解數學，不過這都只因使用電腦一時新奇而讓學生短暫接受而已。因此，本研究設計實驗組時讓學生自行操作並與同學互相討論，將函數概念以電腦動態方式呈現，藉由蒐集、觀察、臆測、檢驗、推演、驗證、論證之歷程加深對函數瞭解，進而幫助學生學習。如此不僅可以分析資訊融入教學與傳統教學之差異，更可避免學生因新奇而影響實驗成效。

隨著二十一世紀知識經濟社會的來臨，資訊融入教學方式運用在教育方面也越來越普及化，其主要目的是為了讓學生在學習時能更加生動活潑，故傳統教學模式受到資訊融入教學法也漸漸蛻變。教育部為了提升教師資訊能力，能運用資訊與通訊科技融入教學活動及豐富教師多元教學的技巧與方法，增進教學及學習效果，特建構了中小學資訊教育總藍圖，其對象為全國的高中、高職、國中和國小。總藍圖的推動是以老師為起始點，然後藉由老師帶動學生、學生影響家長，進而提昇全民運用資訊的能力與學習素養。除了教師、學生與家長之外，在推動過程中，教育行政人員、產業與社區的參與也將扮演關鍵的角色。(註1)

教育部「九年一貫正式課程綱要」中，將數學課程內容分為數與量、代數、幾何、統計與機率等四大主題。其課綱基本理念與實施要點中提到演算能力、抽象能力及推論能力的培養是數學教育的主軸(教育部，2003)。然而幾何是一門探討空間關係與邏輯推理的數學，幾何概念與表徵是數學與真實世界溝通的重要方式與工具，並且與其他的數學領域緊密連結(左台益、梁勇能，2001；凌久原，2007)，由此可知幾何是數學課程中必要的內容，可以幫助人們用有條理的方式，表現和描述生活的世界(NCTM, 2000；凌久原，2007)。Zaslavsky (1997)更指出學生在學習二次函數的過程中，代數與幾何圖形表徵間成功的轉換，將是促進

函數概念有效的學習策略。

從過去許多研究發現，適當的使用資訊融入教學，對學生學習成效有相當的助益（黃楷智，2011）。且在民國八十九年左右，教育部更展開執行一連串資訊融入教學計畫，除了成立各級學校資訊種子團隊、推動一系列的多媒體製作及競賽活動之外，並舉辦相關研習提升教師資訊素養。雖然教育部推動資訊融入教學多年，但學校多數教師對於資訊科技的運用仍卻停留在備課前的資料準備與行政工作，至於真正用在課堂上的卻是少之又少，更不用說教師與學生互動及學生「做中學」的部份了。李雪莉（2000）以台灣地區 23 縣市國中小學校數為依據，分層抽樣出 230 所學校，發出 3450 份問卷調查中指出，教師們將資訊科技用在課堂上的教學活動只有 19.9%，而用在準備資料備課則有 62%。由此可知，資訊融入教學有其問題在。

然而，在學習二次函數單元時學生常感到困惑，其最大主因是學生對函數的想法都只停留在抽象符號的代數觀念，時常忽略了函數在座標幾何上的意義（林星秀，2003）。故要將代數跟幾何做橫向的連貫更是教師授課時一大挑戰。國內學者指出，學生必須主動操作或模擬實際經驗才能得到最好的學習成效（余麗惠，2002）。數學的學習可佈置一資訊學習環境，使學生透過電腦操作實驗，始之從具體事物、圖形表徵中模擬、操作、發展推理論述的符號語言，對於學習能力的開拓較有幫助（左台益 2001；柳賢，2003）。

美國「全國數學教師協會」（National Council of Teachers of Mathematics，以下簡稱 NCTM）更強調數學教學要使用具體視覺化模型以促進概念的學習（NCTM，1989）。並於 1989 年頒布《學校數學課程與評量標準》（Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics，

簡稱《課程標準》)，內容規劃依照學生不同年級融入不同程度的電腦輔助教學 (NCTM, 1989), 「適當地使用科技可以使學生學到更多、更深入的學習」(NCTM, 2000; 25), NCTM (2003) 更進一步建議每所學校都應該提供學生與教師足夠的教學科技，促進數學教施的教學效能，提升學生數學的學習成就。由此可知，電腦輔助教學也可能是突破我國傳統班級教學，適應學生個別差異，提高教學品質的有效途徑之一 (吳鐵雄，1983；陳明仁，1991)。

註 1：引用教育部中小學資訊教育總藍圖-總綱
，<http://masterplan.educities.edu.tw/conference/total.shtml>

第二節 研究架構

本文共分為五個部分，第一章為緒論，說明研究背景與動機、研究目的、待答問題並提出名詞解釋。第二章探討相關文獻，在「文獻探討」中以布魯納（Bruner, 1960）教學理論為基礎，對研究進行探討與回顧，然後研究與我國九年一貫課程數學綱要之相關性。第三章詳細敘述本研究之研究架構、研究對象、研究工具、教學內容、實施程序及資料處理與分析。第四章為闡述研究結果分析。第五章為結論，總結本文研究發現提供未來研究方向與建議。

第三節 研究目的與待答問題

一、研究目的：

本研究主要是探討教師使用資訊融入教學時，藉由電腦個別操作學習與教學設計間的互動，探討是否可以吸引學生主動學習及提升學生專注力。布魯納（Bruner, 1960）學者在發現學習理論中表示，孩童都是從動作表徵期（Enactive representation）「做中學」進入到形象表徵期（Iconic representation）「觀察中學」再發展到符號表徵期（Symbolic representation）中最高層次的「由思考中學」，所以「做中學」是此研究做基本的架構。

基於上述研究目的，本研究採用實驗研究法，以嘉義縣某國中三年級兩個班級共 59 位學生為實驗之研究對象，以一班為實驗組，採用資訊融入教學模式，實驗教學中所使用軟體為 GSP 動態幾何軟體，老師講解後再讓學生自行操作與互相討論；另一班為對照組，採用傳統口述及板書教學模式，進行實驗教學 12 節課。實驗結束後，分析受試者在學習成效與學習態度中的差異。以便做為將來數學教師在教導學生二次函數時的參考，更希望擴展到幾何各單元之教學演示。

二、待答問題：

- (一) 使用資訊融入教學下，學生在學習數學二次函數時，學習成效相較於傳統非資訊軟體方式否有明顯的進步。
- (二) 在使用資訊融入教學方式下，是否有助於學生深入瞭解二次函數幾何之意義與概念，且讓學生對數學產生興趣。
- (三) 使用資訊融入教學下，是否有助於學生提高學習數學技能之精熟度，並增強概念圖像表徵。

第四節 名詞解釋

一、九年一貫十大基本能力（教育部，2003）。

教育部在國民教育階段的課程設計將以學生為主體，以生活經驗為重心，使其培養出現代國民所需的基本能力。

表 1-4-1 九年一貫十大基本能力摘要表

一、瞭解自我與發展潛能	<ul style="list-style-type: none"> • 瞭解自己在數量或形上的能力及思考型態的傾向 • 挑戰並增加自我的數學能力
二、欣賞、表現與創新	<ul style="list-style-type: none"> • 以數學眼光欣賞各領域中的規律 • 領會數學本身的美 • 以數學有組織、有效地表現想法
三、生涯規劃與終身學習	<ul style="list-style-type: none"> • 具有終身學習所需的數學基本知識 • 養成凡事都能嘗試用數學的觀點或方法來切入的習慣
四、表達、溝通與分享	<ul style="list-style-type: none"> • 結合一般語言與數學語言說明情境及問題 • 從數學的觀點推測及說明解答的屬性及其合理性 • 與他人分享思考歷程與成果
五、尊重、關懷與團隊合作	<ul style="list-style-type: none"> • 互相幫助解決問題 • 尊重同儕解決數學問題的多元想法 • 關懷同儕的數學學習
六、文化學習與國際瞭解	<ul style="list-style-type: none"> • 連結數學發展與人類文化活動間的互動 • 與其他領域(語言、社會、自然、藝能、電腦、邏輯、環境)連結
七、規劃、組織與實踐	<ul style="list-style-type: none"> • 組織數學材料 • 以數學觀念組織材料 • 以數學語言與數學思維作系統規劃
八、運用科技與資訊	<ul style="list-style-type: none"> • 將各領域與數學相關的資料資訊化 • 用電腦處理數學中潛在無窮類型的問題
九、主動探索與研究	<ul style="list-style-type: none"> • 形成問題、蒐集、觀察、實驗、分類、歸納、類比、分析、轉化、臆測、推論、推理、監控、確認、反駁、特殊化、一般化
十、獨立思考與解決問題	<ul style="list-style-type: none"> • 進行數學式思維 • 以數形量的概念與方法探討並解決問題

二、數學學習成就

數學學習成就，意指受試者在數學科學學習成就測驗的成績。本研究之數學學習成就主要是在教學研究前，學生在課堂中學習單的評估。

三、注意力 (attention)

注意力指的是我們主動地處理有限訊息，這些訊息來自我們的感官、儲存的記憶以及其他認知歷程所可獲得的大量訊息。(李玉琇、蔣文祁譯 2003/2009)

四、函數 (Function)

函數的定義是，給定任意一個 x 值，都恰有一個 y 值與之相對應，則我們稱為 y 是 x 的函數。「函數」一詞最早出現是在德國數學家萊布尼茲 (Gottfried Wilhelm Freiherr Von Leibniz, 1647~1716) 的研究作品中。白努利 (James Bernoulli, 1654~1705) 給函數定義：「一個變量的函數是一種量，這種量是由變量和常數，根據某種關係而建立的」才使得函數的探討從幾何領域與代數相聯結 (吳長憶, 2008)。

五、二次函數 (quadratic Function)

在國中三年級數學課程中，將二次函數一般式設為 $y = ax^2 + bx + c$ ，令二次函數的值等於零，則定義為一個二次方程式，其解稱為二次方程的根或函數的零點。二次函數 (quadratic function) 可以表示為 $f(x) = ax^2 + bx + c$ ($a \neq 0$)，因為 x 的最高次方數是 2，所以二次函數的圖型是一條主軸平行於 y 軸的拋物線。

二次函數可以表示成以下三種形式：

1. $f(x) = ax^2 + bx + c$ 稱為一般式。
2. $f(x) = a(x - \alpha)(x - \beta)$ 稱為因子形式，其中 α 和 β 是二次方程的兩個根。

3. $f(x)=a(x-h)^2+k$ 稱為標準式， (h, k) 即為此二次函數的頂點座標。

六、表徵

張春興於 1995 年提出，表徵指的是「將一種事物，轉換成另一種抽象或符號的方式，用以代表原來事物的心裡歷程。」而在 Bruner 教學理論中也提倡了表徵系統，說明「表徵系統」指的是人們知覺和知識世界的一套規則。

第二章 文獻回顧

本研究主要是使用布魯納 (Bruner) 學者發現學習理論為研究基礎，應用資訊融入教學方式，藉由學生自行操作、蒐集、觀察、臆測、檢驗、推演、驗證、論證之歷程加深對函數瞭解，探討是否有幫助學生數學學習成效。本章共分四節進行說明；第一節先介紹布魯納 (Bruner) 教學理論，以發現學習理論為基礎來增加本研究在學術上更有說服力，第二節詳細介紹九年一貫數學領域之課程綱要，第三節再針對電腦輔助教學之理論基礎詳細論述，第四節 GSP 動態幾何系統簡介

第一節 Bruner 教學理論基礎

布魯納 (Bruner) 於 1915 年 10 月出生於美國紐約，他在心理學界與教育學界皆擁有聲譽的學者。在教學理論中他提倡了表徵系統，所謂「表徵系統」指的是人們知覺和知識世界相互連結的一套規則。根據布魯納 (Bruner) 的觀點，他認為人類隨著年齡的發展其認知表徵的形式會有所不同，所以在智慧學習成長的過程時期，是由『動作表徵』進入為『影像表徵』最後才轉化成『符號表徵』，因此他被視為認知主義的代表人物之一。

張春興 (1995) 將布魯納 (Bruner) 所提到的智慧學習成長過程時期加以述論，說明如下：

1. 「動作表徵」 (enactive representation) 時期，以「由做中學」的經驗，包括直接或有目的的經驗、設計、演劇及示範的經驗。是求知的基礎，藉由動作反應或操作的經驗以了解外在的世界，雖然最早出現在幼兒期，但卻會一直沿用到終身。

2. 「影像表徵」 (iconic representation) 時期，以「由觀察中學」的經驗，有參觀、展覽、電視、電影等經驗為主。藉由動作表徵時期再感官內留下的影像或是心像，來了解和代表外在的世界，兒童此時可以不再需要依靠感官的操作就可以了解世界，影像。
3. 『符號表徵』 (symbolic representation) 時期，以「由思考中學」的經驗為主。布魯納在討論到「教學理論」時，曾主張教學者必須提供學習者以直接經驗來進行學習，從經驗的形象表現（如圖片、影片等）到符號表現（如語言、文字），兒童可以透過語言符號來代表外界以及自己的想法，也就是說兒童可按邏輯思考去推理解釋周圍的事物，不必再靠動作或形象的幫助即可直接從是抽象思維並發現原理與原則。

在教育學習的意義上，布魯納 (Bruner) 強調兒童在學習過程中，是以了解知識之間的結構方式，而非獨立的事實，他更提倡發現學習 (learning by discovery)，鼓勵學生個人應自己去思考、比較、對照、運用各種策略，以發現教材所含的重要概念。他的理論深深影響中小學科學課程的發展及教學。

布魯納 (Bruner) 更進一步提出「發現學習」應具備下列三種特質：

一、探索解決方案：

在教育上不僅傳授知識，應讓學生自己探索、推理思考，解決問題，發現事實或法則，享受學習結果之快樂，進而促進好奇心；鼓勵創造與探索未知的世界，培養富有發現之人才。

二、能活用組織學習內容：

發現的行為，對於外來的刺激與資料，並非被動接受，而是要思考解決之步驟，活用限定之條件，並做更精細之分析與綜合。

三、耐力與努力的特質：

由於發現絕非一種新奇的創見，多數屬於既成事態之再構成，或既知的各種元素之再配置。因此耐力與努力是累積學習態度與行為重要的因素。

因此，在開放教育實施過程中，布魯納 (Bruner) 的發現學習理論，能激發孩子主動學習的態度與行為。從直觀的思考，進入分析的思考，建立孩子自立批評、分析的能力，才能確立多元價值的人生觀。依布魯納的學習理論與教學理論的主張，現代課程規畫呈現大主題式探索學習及課程的設計原理是從布魯納的螺旋式課程架構發展而來。因此在課程過程中，必須考量孩子的個人要因及文化背景、生理、心理之發展。充分掌握孩子在成長過程中，各階段的特質與要件。同時對課程的內涵更能激發孩子學習的興趣及主動參與的態度。（張春興，1995）

第二節 九年一貫課程綱要之數學領域

教育部於 2003 年公布，九年一貫課程綱要基本理念，在數學課程綱要中提到：數學的學習應注重循序累進的邏輯結構，在過去國內外許多數學教材演進中，概遵循此邏輯結構，以保證數學教育的穩定性。再者，數學是較能進行國際性評比的學習領域，教學的成效亦有較客觀的標準，因此，數學教育成效的評估應有其客觀基礎。（教育部，2003）數學之所以被納入國民教育的基礎課程，有三個重要的原因：

一、數學是人類最重要的資產之一

數學被公認為科學、技術及思想發展的基石，文明演進的指標與推手。數學結構之精美，不但體現在科學理論的內在結構中及各文明之建築、工技與藝術作品上，自身亦呈現一種獨特的美感

二、數學是一種語言

簡單的數學語言，融合在人類生活世界的諸多面向，宛如另一種母語。精鍊的數學語句，則是人類理性對話最精確的語言。從科學的發展史來看，數學更是理性與自然界對話時最自然的語言

三、數學是人類天賦本能的延伸

人類出生之後，即具備嘗試錯誤、尋求策略、解決問題的生存本能，並具備形與數的初等直覺。經過文明累積的陶冶與教育，使這些本能得以具體延伸為數學知識，並形成更有力量的思維能力。

具體而言，九年一貫數學學習領域的教學總體目標為：

- ①培養學生的演算能力、抽象能力、推論能力及溝通能力。
- ②學習應用問題的解題方法。
- ③奠定下一階段的數學基礎

第三節 電腦輔助教學之理論基礎

教師利用電腦來執行教學功能，並透過電腦向學生傳授知識和訓練技能，這種方式稱為電腦輔助教學 (computer-assisted instruction；簡稱 CAI) (中國電化教育，1999)，電腦輔助教學在我國各領域使用已有數十年歷史了，在這過程中所研發出來之 CAI 品質頗有成就。然而，教育部電算中心為了重視 CAI 的發展，特組織電腦輔助教學指導委員會負責推動 CAI 之發展，當時值政府極力推展 CAI 之際，各單位 (教育部電算中心、國科會科教處、台灣省政府教育廳，以及軟體業者等...) 研發 CAI 軟體極為用心，這些單位的付出讓 CAI 至今有所突破，實為成功不可或缺之一環。

CAI 係指運用電腦之交談或互動方式 (interactive) 功能來引介教材，提供個別 (individual) 或個別化 (individualized) 之一種教學環境而言。心理學家史金納 (B.F.Skinner) 是最早利用學習機 (learning machine) 教學，受到他的影響 CAI 始演變至今的階段。由此可知，這種 CAI 教學環境必須以電腦為輔助工具，讓互動性成為電腦輔助教學不可或缺的功能，這樣才不致於讓 CAI 被譏成為翻真機，更別於一般之電子書或導覽軟體。

CAI 教學主要目的即是教 (to teach)。所謂的教學 (teaching) 指的是由人類 (教師) 或機器 (如電腦) 提供促進學生學習的活動。此種活動旨在使學生之知識或技能產生較為持久性的改變。因此，了解教學活動是學習進展很重要的因素，更是設計電腦輔助教學的基石。一個完整的教學歷程大概包括：呈現訊息 (presenting information) 給學生，引導學生 (guiding the student) 學習，透過練習 (practicing) 強化所學的知識或技能，以及評量學生的學習 (assessing student learning) 成效 (Alessi &

Trollip, 1991)。雖然電腦輔助教學的原理早已形成，但其發展及普及則深受電腦科技的影響而改變。

第四節 GSP 動態幾何系統簡介

GSP 動態幾何繪圖板 (The Geometer's Sketchpad) 的簡稱，它可以做為幾何學的研究與教學的輔助工具，尤其在中學幾何的學習上，深受國外中學教師及學生的喜愛，我國師大數學系亦積極推廣中。

在應用此作圖軟體所繪出的任何圖形，對電腦而言都是一個物件。這些圖形 (物件) 經由一些變化關係連結起來可產生動畫。GSP 是以歐氏幾何作圖為基本概念的數學繪圖軟體，當操作發生困難時，可再由幾何知識的了解著手解題。

GSP 最主要的目的就是要展現動態幾何。那既然被稱為動態幾何，自然呈現動態的圖形變化就不是一件難事。此外，動態的物件在『走』的過程中，有時可從它的走過痕跡觀察，而有意外的發現。

有別於傳統紙筆尺規作圖畫法，GSP 的作圖模式不論是要畫一線段或無止盡的射線或直線 (圖、多邊形、垂直線、平行線) 都是非常容易的。有時不小心畫錯了或是對圖形不滿意時，只要利用一些變換 (平移、旋轉、伸縮、鏡射) 即可得到所要的圖形，這就是 GSP 繪圖的方便之處。

在日常生活中，常常需要用到長度，角度以及面積等等概念，GSP 也提供一套很容易的功能 (一台強大功能的計算機) 來解決這些問題。利用計算機將這些測量量加工亦是易如反掌。但是這些數據總是分散在

作圖區上，因此利用表格將這些數據條列整理一番是有其必要的，因此 GSP 也提供了表格的功能。

座標與方程式在數學的學習中是相當重要的一部分，尤其是常常需要考慮點的位置與方程式的幾何圖形時，即使有方格紙也不是那麼方便，在這方面，GSP 也提供了座標與方程式的功能，可以將數學轉換成學生易懂的面貌進而減少學生對幾何恐懼，使學生不再覺得數學是「最遙遠的距離」。

第三章 研究方法

本研究主要以資訊融入教學方式，來探討低成就之國中生目前在課堂上學習二次函數之學習情形，並試著使用電腦動態幾何互動教學法與傳統教學法兩種不同教學方式，研究學生在學習成效上之影響。

前段文章內容提到之研究目的與待答問題中，本章共分五節說明研究的方法與步驟，主要採用量研究分析為主的方式，論述如下：第一節研究對象與架構，第二節研究工具，第三節教學內容，第四節實施程序，第五節資料處理與分析。

第一節 研究對象與架構

本研究母群體是以嘉義縣某國中三年級兩個班級學生為實驗研究對象，一班 29 位另一班 30 位（共 59 位）。當時母群體在新生入學時班級數有七班，扣除管樂藝才班及體育才能班外，剩餘五班之編班方式均依據入學前國中學業性向測驗成績，採取 S 型常態分配編班，本研究選用常態分班之班級。目前教育部規定國中數學老師平均授課時數為 15 堂，而每班數學課平均每週 5 節，為了讓研究更具客觀性及準確性，本研究分為前測及後測進行，安排實驗組與控制組之教學處理與研究分析。

一、 數學學習成效預試樣本

為避免研究樣本因差異性太大而影響研究，故隨機選取水上國中三年級普通班三個班級為預試對象，共 89 位學生，使其接受數學學習成效預試，以做為設計實驗樣本問卷之參照與準備。

二、 正式研究樣本：

本研究採取準實驗設計法中的不等組前後測設計，實驗設計如

表 3-1-1 所示。

表 3-1-1 準實驗設計法之不等組前後測設計

前測	實驗控制變項	後測
O1	X1	O2
O3	X2	O4

X1：表示教師在課堂中使用資訊融入教學法之實驗。

X2：表示教師在課堂中使用板書傳統教學法之實驗。

O1：表示實驗組研究實施之前測，內容包含：第一次週考之數學學習成就試卷。

O2：表示實驗組研究實施之後測，測驗內容包含：研究者自訂數學學習成就試卷。

O3：表示控制組研究實施之前測，內容包含：第一次週考之數學學習成就試卷。

O4：表示控制組研究實施之後測，測驗內容包含：研究者自訂數學學習成就試卷。

藉由實驗研究得到之數據，試比較 (O1, O2), (O3, O4), (O2 - O1, O4 - O3) 並利用單因子變異數來分析，正式研究樣本是挑選同一教師所任教之班級做為實驗對象，以下使用甲、乙班為代號做為區別。

甲班為實驗組 29 人，乙班為控制組 30 人，為了解兩班程度差異，故將先參考甲、乙兩班 101 學年度下學期第一次週考數學成績，兩組平

均數各為 $M=49.9$ (實驗組)、 $M=50.3$ (控制組)，使其避免數學成績較高的班級可能影響實驗結果，故本研究將成績較低之班級安排為甲班 (實驗組)，成績較高之班級安排為乙班 (控制組)，如表 3-1-2 所示。

表 3-1-2 甲、乙兩班第一次週考數學成績預覽表

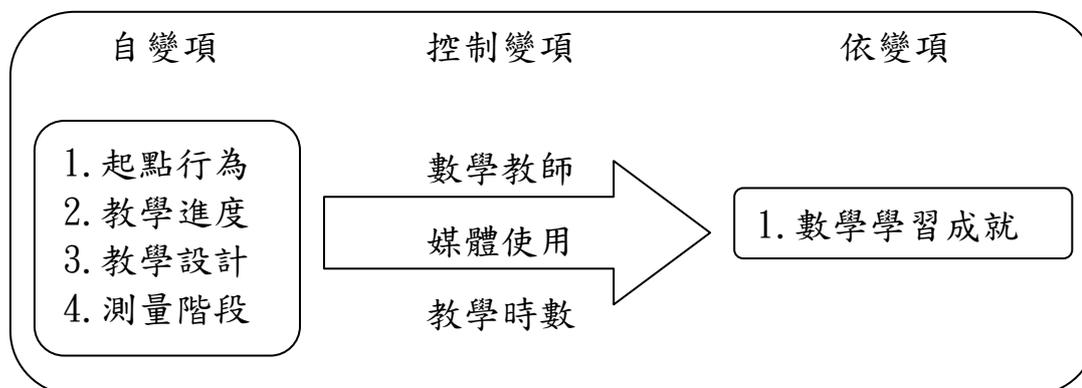
	人數	平均數	標準差	變異數
甲班 (實驗組)	29	49.9	12.2	148.9
乙班 (控制組)	30	50.3	12.4	155.1

表 3-1-3 甲、乙兩班第一次週考數學成績單因子變異數分析檢定預覽表

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	7425.516	30	247.517	.913	.598
組內	7592.417	28	271.158		
總和	15017.932	58			

由表 3-1-3 得知，實驗組與控制組第一次週考成績單因子變異數分析檢定 $P=.598 > .10$ ，即表示受試者學生在第一次週考成績無顯著差異，故我們將實驗組與控制組數學能力視為相同。

三、 研究架構：



(一) 自變項：

- 1.起點行為：國三學生 101 學年度下學期第一次週考數學平均成績二組的前測分數一致，可以肯定實驗起點行為相同。
- 2.教學進度：本研究兩班受試樣本皆由同一位教師任教。甲班（實驗組）利用資訊融入教學，由學生自行操作「GSP 動態幾何軟體」進行教學，增加其互動性，進而激發孩子主動學習的態度與行為；乙班（控制組）則使用板書及電子書教學，各進行一個禮拜 6 節課研究教學。
- 3.教學設計：兩組上課時，皆使用南一版國中三下數學第一章第一節二次函數課程內容，並設計教案相互搭配教學。
- 4.測量階段：表示實驗組與控制組在數學學習態度量表的前測與後測之測量階段。

(二) 控制變項：

- 1.數學教師：本研究由同一學校同一位任課教師進行研究教學，讓實驗處理所造成的影響降到最低。
- 2.媒體使用：為避免因為使用電腦而導致學生產生新奇效應，故控

制組除版書教學外，也利用電子書方式教學，盡量減少因使用電腦媒體讓學生感到新奇而使研究產生巨大的誤差。

3.教學時數：為避免影響正常上課進度，故本研究實驗組與控制組兩班在教學時數上均控制在 12 節課（共 540 分鐘）。

（三）依變項：

數學學習成就：係指實驗組與控制組在研究者自編之「二次函數成就測驗」所測驗出之成績。

第二節 研究工具

本研究係針對國三學生在學習二次函數而設計的教學內容，研究工具如下：(一) GSP 電腦輔助教學軟體。(二) 二次函數及其圖形之學習單。(三) 數學學習成就測驗。

(一) GSP 電腦輔助教學軟體

電腦輔助教學所使用之動態幾何系統 GSP 是在電腦視窗環境中實施幾何構圖的軟體，利用動態圖型方式讓教學者與學習者進行互動，此系統在教學上能節省很多的繪圖時間，並可以快速畫製出點、線、面……等動態幾何圖形。經由動態幾何圖形之變換及度量來讓學習者在視覺上發現的一些平常沒注意到的幾何關係，這樣有助於增強學習者在空間上的蒐集、觀察、臆測、檢驗、推演、驗證、論證之歷程。動態幾何系統軟體，不僅可由勾畫出簡易的尺規作圖，它更能構造出複雜幾何圖形，且可對固定結構圖形作連續的變化呈現，甚至能提供動態模擬、圖形變換及圖形改換。提供學習者在幾何方面的學習有良好環境。

(二) 二次函數及其圖形之學習單

本研究自編二次函數及其圖形之學習單，主要是依據 Bruner 教學理論，採『動作表徵』→『影像表徵』→『符號表徵』設計而成，如下列說明：

(1) 單元目標：

- 1.讓學生能理解二次函數的意義。
- 2.讓學生能理解二次函數的樣式並畫出圖形。
- 3.讓學生能用配方法畫出二次函數的圖形。
- 4.讓學生能觀察了解二次函數圖形的特徵。

- 5.讓學生能理解拋物線的線對稱性質。
- 6.讓學生能理解二次函數圖形與拋物線的概念。
- 7.讓學生能理解在坐標平面上二次函數圖形與 x 軸的交點。
- 8.讓學生能判斷與求出二次函數圖形與 x 軸的交點個數及坐標。

(2) 分段能力指標，分為代數、連結兩大部分：

- 1.代數：讓學生能理解二次函數的圖形及應用及理解拋物線之對稱性。
- 2.連結：讓學生能達到以下目的：①察覺數學與其他領域之間有所連結。②運用解題的各種方法：分類、歸納、演繹、推理、推論、類比、分析、變形、一般化、特殊化、模型化、系統化、和監控等。③用數學語言呈現解題的過程。④用解題的結果重新審視情境，提出新的觀點或問題。⑤理解拋物線之對稱性。

(三) 數學學習成就測驗

本研究主要針對二次函數在自編試題中，探討客觀題目的難度、鑑別度之分析，表 3-2-2 為試卷難度與鑑別度之分析表。

(1) 試題分析的步驟如下：

- 1.依據試卷所得之總分高低按順序排列。
- 2.難度指標分析。
- 3.鑑別度指標分析。

(2) 難度指標分析：

主要目的：在確定每一個試題之難度，主要計算所有學生在測驗時，每題答對人數之百分比。

公式： $P = \frac{R}{N} \times 100\%$

P ：難度指數

R ：答對的人數

N ：總人數

當 P 值越大時就表示題目越容易，例如 $P=.60$ 的題目相較 $P=.40$ 的題目容易許多，在編製試卷時我們通常會由易漸漸變難之方式排列。然而在測驗學生是否有學會教學所安排課程時，我們將試題平均難度安排在 0.8。

(3) 鑑別度指標分析：

主要目的：確定試題是否能有區分出高能力與低能力能力之差異，主要計算高分群答對率與低分群答對率之差，鑑別度指標最好在 .3 以上（吳明隆，2005），如表 3-2-1 所示。

公式： $D = P_H - P_L$

D ：鑑別力指數

P_H ：高分群答對百分比

P_L ：低分群答對百分比

表 3-2-1 鑑別度指標之評鑑指標

鑑別度指數	試題評鑑結果
.40 以上	非常優秀
.30-.39	優良，但可能需要修改
.20-.29	尚可，但通常需要修改
.19 以下	劣，需淘汰或修改

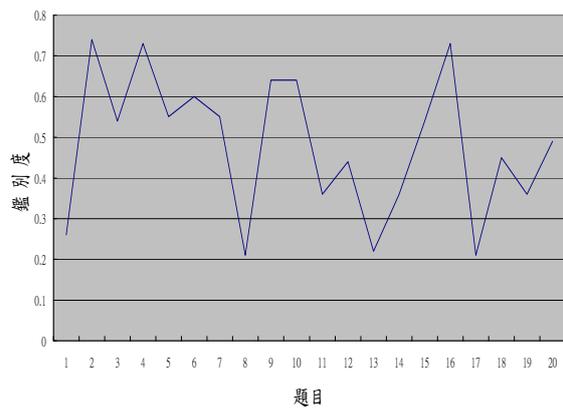
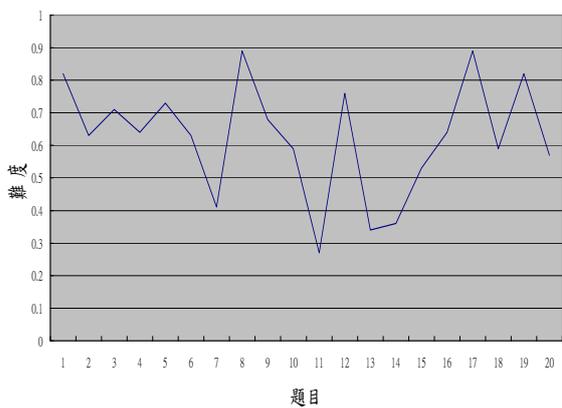
表 3-2-2 試卷難度與鑑別度之分析表

題目	難度指標	鑑別度指標
1	.82	.26
2	.63	.74
3	.71	.54
4	.64	.73
5	.73	.55
6	.63	.60
7	.41	.55
8	.89	.21
9	.68	.64
10	.59	.64
11	.27	.36
12	.76	.44
13	.34	.22
14	.36	.36
15	.53	.54
16	.64	.73
17	.89	.21
18	.59	.45
19	.82	.36
20	.57	.49

圖 3-2-1 試卷難度與鑑別度之折線圖

難度指標區間分析表

鑑別度指標分析表



第三節 教學內容

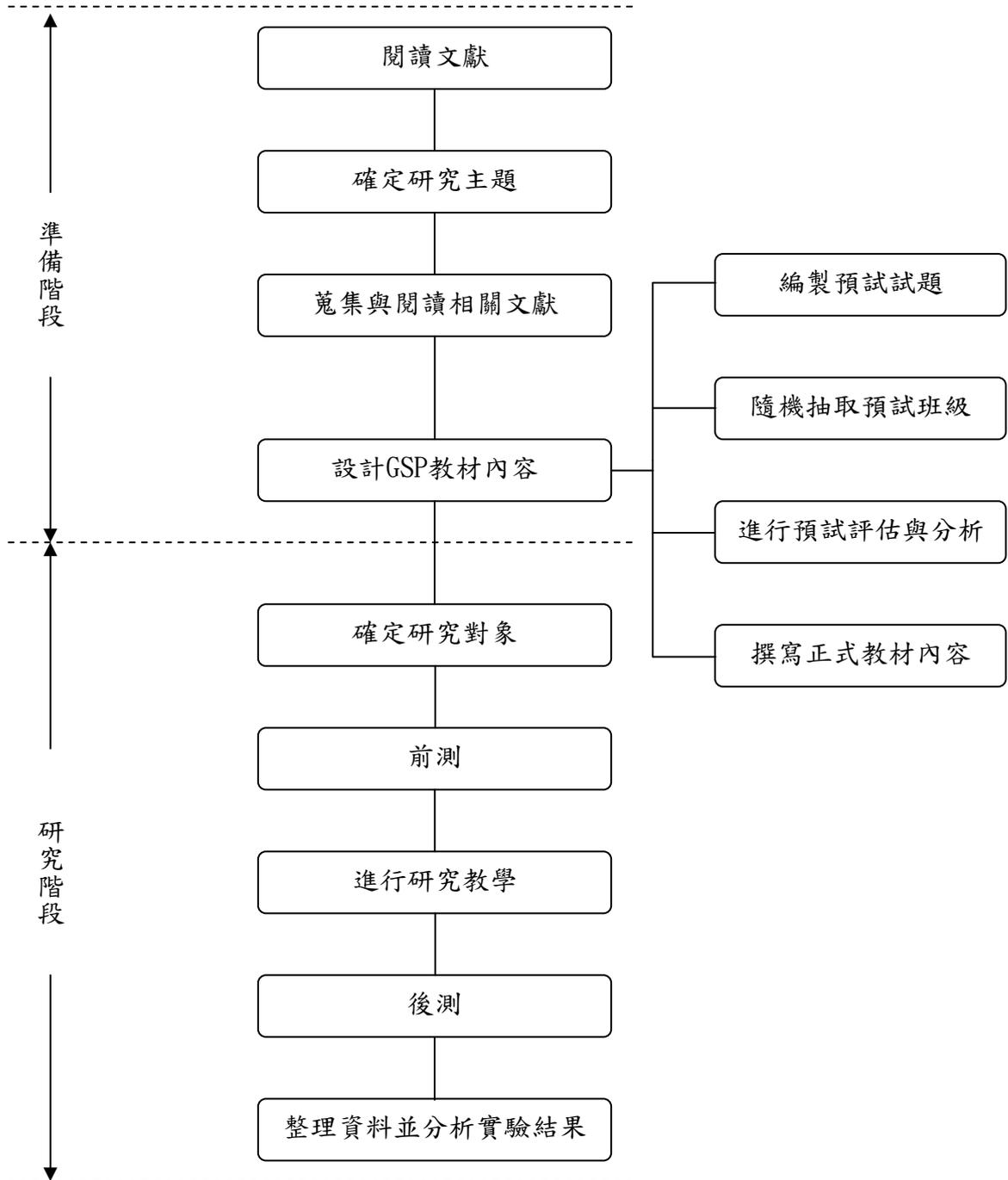
教學內容是依據水上國中 101 學年度下學期課程，並依照本學期定期考試範圍為教學研究規劃。教學內容範圍為南一版第六冊二次函數(南一出版社主編，2011)。

以下將此單元為研究方向及目標陳述並討論，各章節論述如下。

週次	實施期間	單元活動主題	單元學習目標	相對應能力指標	重大議題	節數	評量方法
一	2/14 2/17	第一章 二次函數 1-1 二次函數及其圖形(4)	1-1-1 能理解二次函數的意義。 1-1-2 能理解二次函數的樣式並畫出圖形。 1-1-3 能用配方法畫出二次函數的圖形。	A-4-06 A-4-07	環境 1-2-5	3	口頭回答、討論、作業、操作、紙筆測驗
二	2/18 2/24	第一章 二次函數 1-1 二次函數及其圖形(4)	1-1-4 能觀察了解二次函數圖形的特徵。 1-1-5 能理解拋物線的線對稱性質。 1-1-6 能理解二次函數圖形與拋物線的概念。	A-4-06 A-4-07	環境 1-2-5	3	口頭回答、討論、作業、操作、紙筆測驗
三	2/25 3/03	第一章 二次函數 1-1 二次函數及其圖形(2) 1-2 二次函數的最大、最小值及其應用(2)	1-1-6 能理解二次函數圖形與拋物線的概念。 1-2-1 能理解在坐標平面上二次函數圖形與 x 軸的交點。 1-2-2 能判斷與求出二次函數圖形與 x 軸的交點個數及坐標。	A-4-06 A-4-07	環境 1-2-5	3	口頭回答、討論、作業、操作、紙筆測驗
四	3/04 3/10	第一章 二次函數 1-2 二次函數的最大、最小值及其應用(4)	1-2-3 能理解二次函數的最大值或最小值與其圖形的關係。 1-2-4 能由二次函數圖形的頂點坐標求出其最大值或最小值。 1-2-5 能由配方法求出二次函數的最大值或最小值。 1-2-6 能應用二次函數的最大值或最小值解決簡單應用問題。	A-4-06	環境 1-2-5	3	口頭回答、討論、作業、操作、紙筆測驗

第四節 研究程序

本研究實施程序共分為準備與研究兩大階段，實施程序如下圖所示：



第五節 資料處理與分析

本研究只針對資訊融入教學對學生數學學習成效做分析，其彙整出來的資料再進行分析，本研究採用 spss(Statistics Package for Social Science) 統計軟體做為分析工具，將收集到的資料進行分析。

本研究將顯著水準定於 0.1（即 $P=10\%$ ），再利用最小平方法（Least Squares Method）來進行分析與研究，之後將所得顯著水準之數據再進行分析與討論。

第四章 研究結果與分析

本研究主要探討資訊融入教學與傳統教學法，在這兩種不同教學方式下學習二次函數時，是否對國中之學生數學學習成效上有何不同之影響。

本章共分為三節予以說明，第一節為資料來源與檢定統計結果，第二節為實證模型，第三節為在資訊融入教學方式下對數學學習成就之效果。

第一節 資料來源與檢定統計結果

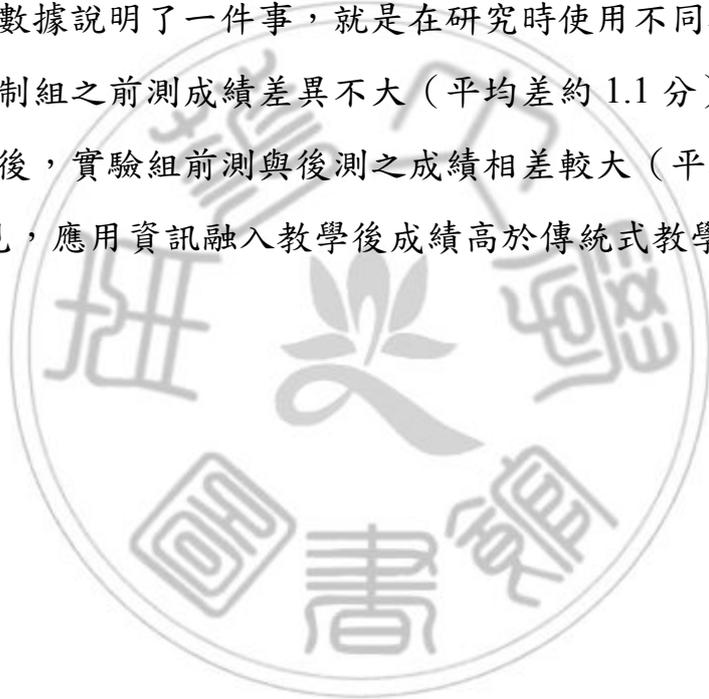
資訊融入教學對學生學習成就上是否有所影響，一般是很難直接判定，因為學生自己本身可能存在著內生性的問題。舉例來說：代數中計算能力較差的學生可能在題目都還沒看之下就直接放棄，因而影響資料之數據變差。內生性的產生，導致因果關係受影響，所以在挑選測試題目時盡可能簡單化不需使用太多複雜計算。並利用差異中之差異法 (Difference in Difference, DID)，將實驗組與控制組互相對應找出其因果關係，主要探討在使用資訊融入教學後學生之學習態度與學習成效的差異性。

本研究參與實驗研究共有 59 人使其分為兩組：一組為實驗組 29 人 (採用資訊融入教學法)，另一組為控制組 30 人 (採用傳統教學法)；將收集到的資料輸入電腦，然後再利用 Excel 計算出平均數與標準差，如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 實驗前測、後測各組統計量

		平均數		標準差		人數
		前測	後測	前測	後測	
教學方式	實驗組	54.4	67.1	15.5	12.8	29
	控制組	53.3	57.2	16.1	17.6	30

以上表格數據說明了一件事，就是在研究時使用不同教學方法前，其實驗組與控制組之前測成績差異不大（平均差約 1.1 分）；但經研究使用不同教學法後，實驗組前測與後測之成績相差較大（平均差約 12.7 分）。由此可見，應用資訊融入教學後成績高於傳統式教學之成績。



第二節 實證模型

本研究使用簡單迴歸 (Simple regression)，來探討使用資訊融入教學後對學生學習態度與學習成效之影響，回歸模型如下：

$$Y = A + B \cdot T_2 + C \cdot G_2 + D \cdot T_2 \times G_2 + \varepsilon \quad (1)$$

Y ：分數

T_2 ：施測時間。 $T_2=0$ ，前測； $T_2=1$ ，後測。

G_2 ：組別。 $G_2=0$ ，控制組； $G_2=1$ ，實驗組。

ε ：隨機誤差項，包含無法觀察之其他因素。

D 之估計係數為本研究主要結果，為了減少兩組在實驗前數學能力可能產生內生性的影響而導致因果關係，所以進一步使用差異中之差異法 (Difference in Difference, DID)，主要探討在使用資訊融入教學後學生之學習成效的差異與傳統教學法之差異，將兩者之差異相減所得到的差異中差異值 D ，此係數即為 DID 值，反應資訊融入教學對學生的學習成效之影響。若係數 D 為正且統計顯著，即表示資訊融入教學實驗可 (顯著) 提升學習成就。

表 4-1-2 原始之資料

Dependent Variable : SCOR				
Method : Least Squares				
Included observations : 118				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	53.27	2.85	18.69	0.0000
T2	3.90	4.03	0.97	0.3354
G2	1.11	4.07	0.27	0.7849
T2×G2	8.79	5.75	1.53	0.1291
R²	0.11	Mean dependent var		57.92
Adjusted R²	0.08	S.D. dependent var		16.34
S.E. of regression	15.61	F-statistic		4.72744
Sum squared resid	27792.72	Prob (F-statistic)		0.003802

上表為線性迴歸模型摘要表，我們利用簡單線性迴歸分析（即 $Y = A + B \cdot T_2 + C \cdot G_2 + D \cdot T_2 \times G_2 + \varepsilon$ ），將顯著水準設定在 10%，即係數的 P 值 < 0.10 則表示虛無假設（=0）被拒絕，採用估計出的係數呈現模型。不同教學法中，原始資料發現決定係數（ R^2 ）為 0.11、迴歸模式 $F=4.72744$ ，P 值=0.003802 為顯著，但 T_2 、 G_2 與 $T_2 \times G_2$ 其 P 值為 0.3354、0.7849、0.1291 均 > 0.10 的臨界值，三者皆未達到統計上的顯著水準，故係數結果未獲得支持，故接受虛無假設。這也就說明三件事：①前測分數沒有因組別的不同而有所不同。②對兩組而言，實驗也未帶來後測超越前測的成績表現。③實驗後的兩組成績在統計上沒有差異，平均成績均為 53.27。

表 4-1-3 去除掉 T_2 、 G_2 修正後之資料

Dependent Variable : SCOR				
Method : Least Squares				
Included observations : 118				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	54.94	1.65	33.34	0.0000
T2×G2	12.13	3.32	3.65	0.0004
R^2	0.10	Mean dependent var		57.92373
Adjusted R^2	0.09	S.D. dependent var		16.34309
S.E. of regression	15.55	F-statistic		13.30589
Sum squared resid	28034.58	Prob (F-statistic)		0.000398

不過如表 4-1-3 所示，以上模型如果去除掉兩個不明顯變數後（即 T_2 、 G_2 ），則 F 值=13.30589；P 值=0.0004 < 0.10，即表示 $T_2 \times G_2$ 就變成顯著這表示實驗組進步到 12.13 分。根據決定係數（ R^2 ），在表 4-1-2 中自變項可以解釋依變項總變異量的 11%，而表 4-1-3 自變項可以解釋依變項總變異量的 10%，但 Adjusted R^2 從 0.08 上升到 0.09，表示去除掉 T_2 、 G_2 後模式並未降低解釋依變項總變異量。由此可見，在使用資訊融入教學後學生的學習成效有所進步，甚至從實驗中可以接受使用「資訊融入教學法」的學生在學習成就上優於「傳統教學法」的學生。

第三節 在資訊融入教學方式下對數學學習成效之影響

本節綜合課堂學習觀察、學習單、電腦操作、互動訪談及學習成就測驗的結果，了解學生在學習幾何圖形時採用資融入教學方式法與傳統教學法之教學差異，進而影響學生在學習成就上所產生的現象加以討論及分析：

一、呈現精確圖形搭配老師條列式說明，有助於學生在學習簡易二次函數時代數與幾何圖形關係之理解。

在傳統教學過程中老師雖有數學道具輔助繪製幾何圖形（通常都不是很準確），甚至有時為了讓圖形更符合題形之要求常常要重新畫上好幾回，這樣沒有效率的方式很容易讓學生的注意力分散。布魯納 (Bruner) 說明學習者在「影像表徵」時期是以觀察中學的經驗直接了解影像之意義，才可在圖形與文字間轉換時不會讓注意力被中斷而影響認知上的學習被切割，進而使學生在學習幾何觀念出現困難。

電腦呈現二次函數之動態圖形不只繪製出準確之圖形外也可以與學生直接互動找出正確答案，並清楚每個步驟所代表的幾何概念。利用視覺上所觀察圖形之變化，將幾何的性質一一歸納整合，這樣有程序、有組織地呈現幾何整體性的證明過程，能使學生能自我建構屬於自己的幾何知識領域。

二、增加圖形動態呈現，讓學生主動學習、觀察及討論。

傳統教學常常都以口述方式來說明複雜且抽象的幾何圖形，在靜態表徵學習環境下，學生所接收到的訊息常常都是斷斷續續的，這樣跳躍式學習將讓學生無所適從，最後只是把公式或幾何的性質強制背下來，這樣長期下來將導致學生不求甚解成為放棄的主要原因。

研究者在課堂上教學時發現，如果增加幾何圖形動態呈現時，學生

較能專心聽講，甚至會主動與同學一起討論，在解題上雖然不會利用代數計算結果，但他們有能力從已知條件中去瞭解其圖形走向且觀察出結果並能寫出正確答案，所以學生在學習成效上有明顯得進步。

三、使用資訊科技教學可以提高學生學習專注力。

使用資訊科技教學可以立即將文字符號轉換成幾何圖形，利用軟體的獨特功能，將枯燥無味的靜態圖形立即呈現放大、縮小、旋轉及平移，學生整體學習態度有明顯提高，有助於啟動學生內在記憶、邏輯思考與解題，學生更能專注聽講。

第五章 結論與建議

本章將研究結果加以整理、歸納後做出結論並提出建議。

第一節 結論

主要探討資訊融入教學與傳統非資訊軟體教學兩種不同方式下，學生學習二次函數時，在學習成效上之影響，並瞭解學生在學習代數轉換幾何過程中是否也可從幾何圖形之意義反推算出代數之結果。。

本研究主要使用不等組前後測準實驗研究法，以嘉義縣某國中三年級隨樣抽取三個班級進行預測，以兩個班級共 59 位學生進行研究。研究實驗教學中所使用軟體為 GSP 動態幾何軟體，

本研究採用準實驗研究法，並以立意取樣的方式選取某國中三年級兩班學生為研究對象。兩個班級分別採取傳統教學模式，以及使用軟體為 GSP 動態幾何軟體進行資訊融入教學模式進行教學。其目的希望分析兩不同教學模式的二次函數的教學成效，進而探究研究參與者在學習成效中的差異情形，且在研究結束後，針對使用傳統教學模式的班級進行資訊融入的補救教學。

依據研究結果發現：本研究希望藉由傳統課堂教學與資訊融入的數學教學的學習成效的探究，進而了解應用資訊融入教學是否可以提升國中學生在數學二次函數上的學習成效，分析結果如下：

- 一、在資訊融入教學下，學生在學習數學二次函數時，學習成效相較於傳統非資訊軟體方式有明顯的進步。
- 二、在應用資訊融入教學方式下，發現有助於學生深入瞭解二次函數幾何之意義與概念，更讓學生對數學產生興趣。

三、在應用資訊融入教學方式下，有提高學生學習數學技能之精熟度，並增強概念圖像表徵。

第二節 建議

本研究針對資訊融入教學之研究目的、研究方法與研究結果整理後做最後總結，並給予老師以後在課堂應用資訊融入數學教學時之建議如下：

- (一) 資訊融入教學雖有明顯進步，但老師教學時應該先對低能力學生心裡建設，並引導學生了解問題所給予的已知條件，如此低能力學生的學習才具有動力。
- (二) 應用資訊融入教學前，老師應多觀察學生在舊有觀念跳躍到新知識中新舊觀念之銜接，並協助學生進入新的知識領域。
- (三) 應用資訊融入教學過程中，老師可以多鼓勵學生主動發表自我想法，藉由學生討論、分享及解決問題之過程加以分析，這樣應該可以提升學生之學習成就。

參考文獻

一、中文部分

- 尤昭奇(2009)。實施以臆測為中心的數學探究教學中七年級學生數學素養的展現之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 九章編輯部(1994)。如何培養數學能力。臺北：九章出版社。
- 何義清(民76)。國中學生數學態度及其相關因素之研究。國立政治大學學報，第55期，171—217。
- 施量方(1996)。學習理論。教育叢書002，195-222。
- 邱守榕(民78)。數學焦慮的原因。聯合報，民國78年4月29日，第25版。
- 邱上真(民78)。初探解題歷程的理論教學。特殊教育季刊，第31期，1-4。
- 袁媛(民82)。國中一年級學生的文字符號概念與代數文字題的解題研究。國立高雄師範大學數學教育研究所碩士論文。
- 涂金堂(民84)。國小學生後設認知、數學焦慮與數學解題表現之相關研究。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文。
- 李靜瑤(民83)。高雄市國二學生數學解題歷程分析研究。國立高雄師範大學數學教育研究所碩士論文。
- 鄭如安(民83)。談數學焦慮之形成及輔導。高市文教，第52期，29—31。
- 吳明隆(民85)。國民中小學學生社會心理環境變因與其數學信念及數學焦慮關係之研究。教育學刊，第12期，287—327。
- 吳明隆、涂金堂(2005)。SPSS與統計應用分析。台北，五南圖書出版股份有限公司。
- 吳明隆(2010)。SPSS統計應用實務。台北，松崗電腦圖書資料股份有限公司。
- 吳德邦(民77)。解題導向的數學教學策略。國教輔導，28(2)，22-26。
- 許良榮(民85年)。圖形與科學課文學習關係的探討。教育研究資訊，4(4)，121-131。
- 古明峰(民86)。孩子為什麼害怕數學—談數學焦慮。國教世紀，第175期，29—33。
- 布魯納著，邵瑞珍譯。教育的歷程(The Process of Education,1960)，五南出版社。
- 蔣宇立(民89)。學習數學符號所產生的焦慮之研究—從後設認知的觀點對國一學生進行研究。國立彰化師範大學數學研究所碩士論文。許良榮(民92)。科教論文寫作問題與建議。國教輔導，第43卷第2期，24-28。
- 鄒慧英(2003)。測驗與評量—在教學上的應用，洪葉文化事業有限公司。
- 林光賢、郭汾派、林福來(民78)。國中生文字符號概念的發展。國科會研究計畫報告。NSC77—0111—S004—01A。
- 林沅芝(2006)。數學問題解決策略教學對國小數學學習障礙學生解題成效之研究。臺北市立教育大學身心障礙教育研究所碩士論文。

- 林晶珮 (2007)。透過探究教學培養七年級學生數學解題與溝通能力之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。李端明 (2000)。評量，不只是考試而已。南一新講臺，第4期，38—39。
- 林寶山 (1996)。教學論-理論與方法。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 李明堂和郭明堂 (1995)。國小自然科學探究教學模式的析論。國教天地，109，56-63。
- 邵瑞珍、皮連生 (1995)。教育心理學。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 涂金堂 (1996)。數學解題之研究取向。教師之友，37 (3)，38-44。
- 紀雅芳 (2008)。5E 學習環融入數學探究教學對八年級學生數學學習動機影響之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 李惠雯 (2009)。數學探究教學情境下八年級學生後設認知能力發展之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 許東華 (2003)。網路化問題解決融入數學教學對國小六年級學生問題解決能力之研究。屏東師範學院教育科技研究所碩士論文。
- 邵惠靖 (2001)。擴散性思考、數學問題發現與學業成就的關係。國立政治大學教育學系碩士論文。
- 郭汾派 (民 80)。文字符號的診斷教學 (I) (II)。國科會研究計畫報告。NSC80—S003—018A。
- 陳美芳 (1994)。「學生因素」與「題目因素」對國小高年級兒童乘除法應用問題解題影響之研究。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文。
- 陳美玉 (1998)。教師專業-教學法的省思與突破。高雄：麗文。
- 張春興 (1996)。教育心理學-三化取向的理論與實踐。臺北：東華圖書出版股份有限公司。
- 張春興 (1995)。張氏心理學辭典。臺北：東華圖書出版股份有限公司。
- 黃敏晃 (民 76)。如何解數學題？—數學解題策略簡介。科學月刊，18 (7)，515-522。
- 黃永和 (民 98 年)。情境學習與教學研究。國立編譯館出版。
- 黃惇勝譯 (1991)。佐騰允一著。問題解決方法與應用-問題掌握及擬定對策的方法。臺北：清華管理科學圖書中心。
- 黃智皇 (2008)。落實探究教學於高一數學課室之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 黃茂在、陳文典 (2004)。「問題解決」的能力-科學素養的內涵與解析。臺北：教育部。
- 黃家鳴 (2005)。數學探究的意義和實施。2010 年 10 月 23 日。來自：
[http://nspm.ilionman.com/news/ppt/ws4/WS\\$ _WONG.ppt](http://nspm.ilionman.com/news/ppt/ws4/WS$ _WONG.ppt)。
- 黃興果 (2006)。實施融入於 RME 理論之問題解決教學策略對國一學生解題表現及數學焦慮影響之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

- 鍾聖校 (民 79)。認知心理學。台北市：心理圖書出版社。
- 鐘思嘉、林青青、蔣志邦 (民 80)。國小學童數學焦慮之形成與原因。教育心理與研究，第 14 期，99—139。
- 嚴正意 (民 81)。學生怕數學嗎？—數學焦慮問題的探討。國教之友，第 44 卷第 2 期，43—48。
- 嚴正意 (民 81)。學生怕數學嗎？---數學焦慮的探討。國教之友，44 (2)，43-48。
- 郭諭陵 (1993)。有效的教學策略舉隅。中等教育，44(3)，100-105。
- 歐陽鍾仁 (1988)。科學教育概論。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 蔡清田 (2000)。教育行動研究。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 莊智偉 (2006)。數學探究教學對高中數理資優生後設認知能力影響之研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 莊雅萍 (2007)。問題中心數學探究教學對高職學生問題解決態度與能力的影響之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 潘怡吟 (2001)。遊戲型態教學對國小學生自然與生活科技學習之研究。臺北市立師範學院科學教育研究所士碩士論文。郭伯銓 (2001)。應用全球資訊網培養國中學生問題解決能力之實驗研究。國立高雄師範大學工業科技教育研究所碩士論文。
- 謝立人 (2002)。結合問題解決與合作學習策略實施於國中數學之行動研究。彰化師範大學科學教育研究所在職進修專班碩士論文。教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。臺北：教育部。
- 謝秀芳 (2007)。以問題解決策略提升實習教師自然科探究教學能力之研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文。
- 詹秀美、吳武典 (1989)。問題解決測驗指導手冊。臺北：心理。
- 楊坤堂 (2003)。數學學習障礙學生的課程與教學。臺北：臺北市立師院特殊教育中心。
- 楊芳寧 (2008)。發展 5E 探究教學模式提升八年級學生數學解題能力與學習信心。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 葛蜀光 (2008)。在探究教學的脈絡下融入自願式檔案評量於高二數學課室之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 劉環毓 (2008)。數學遊戲融入七年級探究教學活動之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 鍾一先 (1997)。問題解決教學策略應用於國民中學生活科技之實驗研究。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所博士論文。
- 魏麗敏 (民 77)。國小學生數學焦慮、數學態度與數學成就之關係暨數學學習團體之效果之研究。國立台灣師範大學輔導研究所碩士論文。

魏麗敏(民80)。國民中小學生一般焦慮、數學焦慮及數學態度之比較研究。台中師院學報，第5期，129—154。

魏麗敏(民81)。國民中小學生情緒困擾與數學焦慮數學成就之關係。台中師院學報，第6期，159—181。

魏麗敏(民85)。國小學生學習動機、數學焦慮與數學成就之研究。國民教育研究集刊，第4期，133—155。

魏麗敏(民89)。成就動機量表的編製及應用。測驗與輔導，第158期，3309—3312。

二、英文部分

Aiken, L. R. Jr. (1976). Update on attitudes and other affective variables in learning mathematics. *Review of Educational Research*, 46, 293-311.

Bailey, Jr., O.B. and Wolery, M. (1984). *Teaching infants and preschoolers with handicaps*. Columbus: A Bell and Howell Company.

Betz, N. E. (1978). Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students. *Journal of Counseling Psychology*, 25, 441-448.

Borasi, R. (1992). *Learning mathematics through inquiry*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.

Glass, A.L., & Holyoak, K.J. (1986). *Cognition*(2nd Ed.). New York: Random House.

David T. Helm (2000). The Measurement of Happiness. *American Journal on Mental Retardation*, 105(5), 326-335.

Frary, R. B., Ling, J. L. (1983). A factor —analytic study of mathematics anxiety. *Educational and Psychological Measurement*, 43, 985-993.

Fulkerson, K. F., Galassi, J. P., Galassi, M. D. (1984). Relation Between Cognitions and Performance in Math Anxious Students: A Failure of Cognitive theory. *Journal of Counseling Psychology*, 31(3), 376-382.

Greenwood, J. (1984). Soundoff: My Anxieties about math anxiety. *Mathematics teacher*, 77(9), 662-663.

Hatch, L. (1988). Problem Solving approach, In W.Kemp & A.E.Schwaller(Eds.), *Instructional Strategies for Technology Education*. 37th Yearbook. (pp.87-98). Council on Technology Teacher Education.

Haury, D. (1993). *Teaching science through inquiry*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED359048).

Jarrett, D. (1997). *Inquiry strategies for science and mathematics learning: It's just good teaching*. Oregon, DC: Northwest Regional Educational Laboratory.

Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Models of teaching*. Boston: Allyn & Bacon.

Karplus, R., & Their, H.D. (1967). *A new look at elementary school science*. IL: Rand McNally.

Lazarus, M. (1974). Mathophobia: Some personal speculations. *National Elementary Principal*, 53, 16-22.

- Lupkowski, A. E., & Schumacker, E. (1991). Mathematics Anxiety Among Talented Student. *Journal of Youth and Adolescence*, 20, 563-571.
- Meeberg, G. m. (1993). Quality of life: A concept analysis. *Journal of Advanced Nrsing*, 18, 32-38.
- Martinez, E. (1987). Preventing Math Anxiety: A Prescription. *Academic Therapy*, 23, 117-125.
- Mayer, R.E. (1992). *Thinking,problem-solving, cognition*(2nd Ed.). New York: W.H.Freeman & Company.
- Norwood, K. S. (1994). The effect of instructional approach on mathematics anxiety and achievement. *School Science and Mathematics*, 94(5), 248-254.Oleson, M.(1990). Subjectively perceived quality of life. *Image*, 22, 187-190.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Romey, W.D. (1968). *Inquiry techniques for teaching science*. New Jersey: Prentice Hall. USA.
- Schwab, J.J. (1962). *The teaching of science as inquiry*. The Teachig of Science. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Stonewater, J.K. (2005). Inquiry teaching and learning: The best math class study. *School Science and Mathematics*, 105(1), 36-48.
- Stuart (2000). Math curse or Math anxiety. *Teaching Children Mathematics*, Jan2000, Vol. 6 Issue 5, p330, 6p, 4 graphs.
- Trowbridge, L.W., & Bybee, R.W. (1990). *Models for effective science teaching becoming a secondary school science teacher*(5th ed.). Toronto,London:Merrill Publishing Company Press.
- The WHOQOL Group (1994). Development of the WHOQOL: Rationale and current status. *International. Journal of. Mental Health*, 23(3), 24-56.
- World Health Organization (1995). *Resources for new WHOQOL centers*. Geneva: WHO (MNH/PSF/95.3)
- Zhan, L. (1992). Quality of life: Conceptual and measurement issues. *Journal of Advanced Nursing*, 17, 795-800.

附錄一：二次函數教學內容之教案

學習領域	數學		教學材料	
單元名稱	二次函數及其圖形			
教學時間	45 分鐘 (1 節)			
教材來源	三下數學教科書 (南一版)			
單元目標	1.能理解二次函數的意義。 2.能理解二次函數的樣式並畫出圖形。 3.能用配方法畫出二次函數的圖形。 4.能觀察了解二次函數圖形的特徵。 5.能理解拋物線的線對稱性質。 6.能理解二次函數圖形與拋物線的概念。 7.能理解在坐標平面上二次函數圖形與 x 軸的交點。 8.能判斷與求出二次函數圖形與 x 軸的交點個數及坐標。			
主題軸	分段能力指標			
代數	A-4-6 能理解二次函數的圖形及應用。 A-4-7 能理解拋物線之對稱性。			
連結	C-R-1 能察覺生活中與數學相關的情境。 C-R-2 能察覺數學與其他領域之間有所連結。 C-S-4 能運用解題的各種方法：分類、歸納、演繹、推理、推論、類比、分析、變形、一般化、特殊化、模型化、系統化、和監控等。 C-C-5 用數學語言呈現解題的過程。 C-E-2 能用解題的結果重新審視情境，提出新的觀點或問題。			
教學過程	教學內容	時間	注意事項	備註
	一、教學前準備 教師發下學習單，並說明完成期限與注意事項： (1)教師解釋學習單上的問題，並確定所有學生都已了解。	6 分 鐘	能注意聆聽教師的講解。	

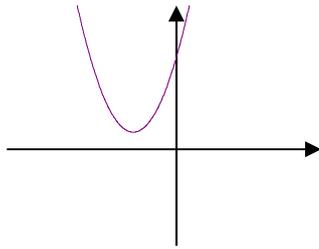
<p>開始</p>	<p>(2)小組可進行討論，個人自行回答學習單上的問題。</p> <p>二、準備活動 引起動機： 列舉生活中常見的實際問題，引發學生的學習興趣。</p>	<p>8 分 鐘</p>	<p>能注意聆聽教師的講解。</p>	
<p>學習活動</p>	<p>三、發展活動 教師將學生分組，並參與活動、討論。</p>	<p>約 11 分 鐘</p>		
<p>整理活動</p>	<p>四、綜合活動 (1)教師針對上述活動，讓學生了解什麼是二次函數。 (2)讓學生分組討論，並回答學習單上的問題。 (3)收回學習單，進行評量。</p>	<p>約 20 分 鐘</p>	<p>藉由分組討論，將想法具體表達在學習單上，作為評量依據。</p>	
<p>結束</p>				

二次函數及其圖形

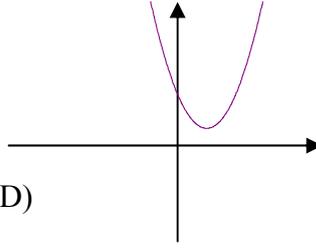
1. P 、 Q 兩點在一開口向下的拋物線上，此拋物線的頂點在 y 軸上， \overline{PQ} 垂直 y 軸。若 P 點坐標為 $(-2, 5)$ ，則 Q 點坐標為_____。

2. 已知二次函數 $y = a(x-h)^2 + k$ ，其中 $a < 0$ 、 $h < 0$ 、 $k > 0$ ，則下列哪一個圖形可能是此二次函數的圖形？

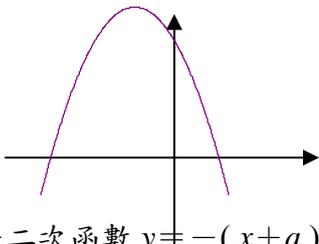
(A)



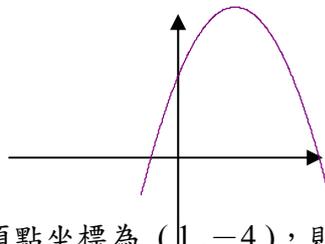
(B)



(C)



(D)



3. 若二次函數 $y = -(x+a)^2 + b$ 圖形的頂點坐標為 $(1, -4)$ ，則 $a+b =$ _____。

4. 小姿 從 $(-6, 0)$ 的位置往籃框 $(0, 6)$ 所在的地方投籃，結果空心進籃，請問小姿 投籃時籃球的路徑可能為下列哪一個二次函數的圖形？

(A) $y = -x^2 + 6$ (B) $y = -0.5x^2 + 8x - 12$

(C) $y = -x^2 + 2x + 6$ (D) $y = -0.5x^2 - 2x + 6$

5. 二次函數 $y = 3x^2 - 6x + 8$ 的圖形，到 x 軸的最短距離為_____。

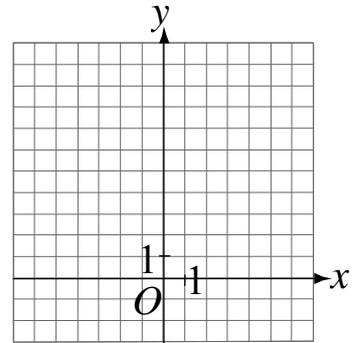
附錄一：二次函數學習成就試卷

二次函數試卷，共 20 題

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____

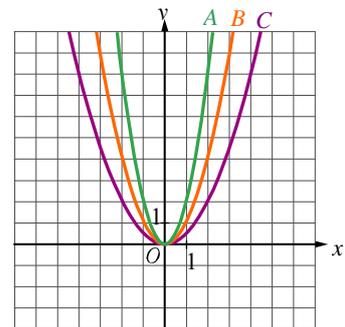
1. 找出二次函數 $y = x^2$ 的五個點，畫在坐標平面上。
並在坐標平面上畫出 $y = x^2$ 的圖形。

x					
y					



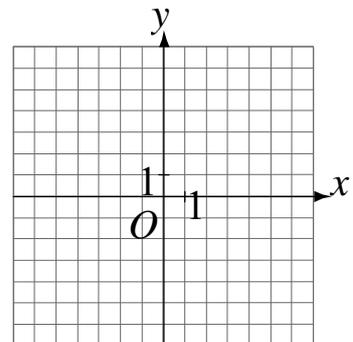
2. 下列哪一個二次函數的圖形開口向上？(A) $y = 2 - 3(x - 4)^2$ (B) $y = 5 - \frac{7}{2}x^2$
(C) $y = 2 + 3x^2 - x$ (D) $y = 5 - x - x^2$ 。

3. 右圖為 $y = x^2$ 、 $y = 2x^2$ 、 $y = \frac{1}{2}x^2$ 三個函數的圖形，
試寫出 A、B、C 分別是哪一個函數的圖形。



- () 4. 下列哪一個二次函數的圖形開口最大？(A) $y = x^2$ (B) $y = -2x^2$
(C) $y = \frac{3}{2}x^2$ (D) $y = -\frac{2}{3}x^2$ 。

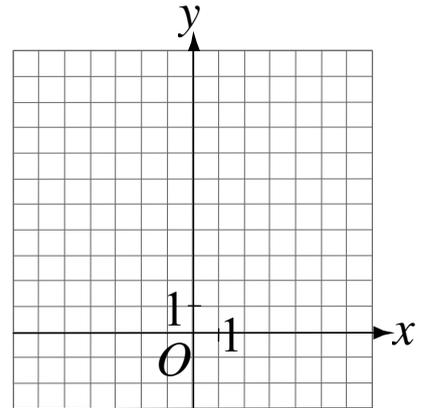
5. 把 $y = 2x^2$ 與 $y = -2x^2$ 的圖形畫在同一坐標平面上，
將之看成一個圖形時，則此圖形的對稱軸為下列何者，
試說明。



6. 觀察 $y = x^2$ 與 $y = x^2 + 2$ 的點坐標關係，完成下表，

且將圖形畫在右邊的坐標平面上。

x	-2	-1	0	1	2
$y = x^2$					
$y = x^2 + 2$					

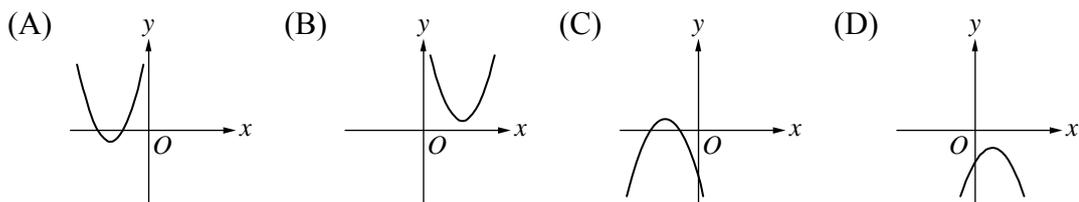


7. 觀察 $y = x^2 + 2$ 的圖形，是將 $y = x^2$ 的圖形向_____（填上、下、左、右）

移動_____單位。

8. $y = x^2 + 3$ 的最低點坐標為_____，對稱軸為_____。

9. 設 a 是常數，二次函數 $y = -\frac{17}{9}(x+a)^2 - 2$ 的圖形可能為下列何者？



10. $y = -x^2 + 3$ 的最低點坐標為_____，對稱軸為_____。

11. 若 x 是正整數且 $y = 2x^2 - 5x + 10$ ，則 y 的最小值為_____。

() 12. 下列各函數的圖形，何者有最低點？(A) $y = -x^2$ (B) $y = -(x+1)^2 - 1$
(C) $y = 2 - x^2$ (D) $y = 2x^2 + 1$ 。

13. $y = ax^2 + k$ 的圖形 ($k > 0$)，是將 $y = ax^2$ 的圖形向_____（填上、下、左、右）移動_____單位。

14. 亨亨以長 84 公尺的鐵絲網在河邊圍成一個長方形的菜園，河邊當作一直線而不圍，請問所能圍成的最大面積是多少平方公尺？(A) 854 (B) 868 (C) 882 (D) 896



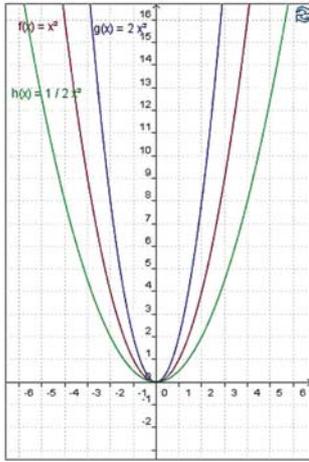
- () 15. 承上題，若此二次函數圖形通過原點，且可表示成 $y = ax^2 + bx + c$ ，則下列何者正確？(A) $a < 0, b < 0, c = 0$ (B) $a < 0, b < 0, c < 0$
(C) $a > 0, b > 0, c = 0$ (D) $a > 0, b > 0, c > 0$
- () 16. 關於二次函數 $y = x^2 + 2x + 1$ 圖形，下列哪一個敘述是正確的？
(A) 開口向下 (B) 頂點為 $(1, 0)$ (C) 有最低點坐標
(D) 對稱軸方程式為 $x = 1$ 。
- () 17. 將 $y = 2x^2 - 1$ 的圖形向右平移 3 個單位，再向下平移 2 個單位，則新圖形的頂點坐標為何？(A) 最高點 $(3, -3)$ (B) 最低點 $(3, -3)$
(C) 最高點 $(-2, 2)$ (D) 最低點 $(-2, 2)$ 。
- () 18. 設 a 是常數，若二次函數 $y = ax^2 - 4x + a - 3$ 的圖形開口向下且與 x 軸只有一個交點，則此圖形的頂點坐標為何？(A) $(\frac{1}{2}, 0)$
(B) $(-\frac{1}{2}, 0)$ (C) $(2, 0)$ (D) $(-2, 0)$
19. 有一拋物線的對稱軸為 $x + 8 = 0$ ， P 、 Q 兩點在此拋物線上且 P 、 Q 是一組對稱點。若 P 、 Q 的坐標分別為 $(-24, 6)$ 、 (m, n) ，則 $m + n$ 的值為何？(A) -2 (B) 6 (C) 14 (D) 22
20. 拋物線 $y = -2x^2 + 4x$ 之最高點與原點之距離為_____。

附錄二：資訊融入教學電腦教學之畫面與教材分析

<p>實驗組之教學內容 (1)</p>																																																			
<p>二次函數及其圖形 一、$y=ax^2$ 圖形 ($a>0$)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> </div> <div style="width: 65%;"> <p>1.畫二次函數$y=x^2$的圖形：請找出五個點x的函數值$f(x)$，以坐標$(x, f(x))$畫在坐標平面上。正確</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">x</td> <td style="width: 10%;">-2</td> <td style="width: 10%;">-1</td> <td style="width: 10%;">0</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>$f(x)=x^2$</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="button" value="畫點"/></td> </tr> </table> <p>2.畫二次函數$y=2x^2$的圖形：利用下面的函數對應值表。 <input type="button" value="畫出函數部分點"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">x</td> <td style="width: 10%;">-2</td> <td style="width: 10%;">-3/2</td> <td style="width: 10%;">-1</td> <td style="width: 10%;">-1/2</td> <td style="width: 10%;">0</td> <td style="width: 10%;">1/2</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">3/2</td> <td style="width: 10%;">2</td> </tr> <tr> <td>$f(x)=2x^2$</td> <td>8</td> <td>9/2</td> <td>2</td> <td>1/2</td> <td>0</td> <td>1/2</td> <td>2</td> <td>9/2</td> <td>8</td> </tr> </table> <p><input type="button" value="以平滑曲線依序連結起來"/>，可以得到$y=2x^2$的概略圖形。 <input type="button" value="隱藏此函數圖"/></p> <p>3. <input type="button" value="畫出"/> 二次函數$y=\frac{1}{2}x^2$圖形。比較這三個函數圖形。</p> <p>4. <input type="button" value="加入"/> 一般二次函數$y=ax^2$圖形。拉動a看看。 $(a>0)$ 二次函數$y=ax^2$圖形開口向上；以y軸為對稱軸。 $(0,0)$為圖形最低點。當a愈大時，開口愈小。</p> </div> </div>		x	-2	-1	0	1	2					$f(x)=x^2$	4	1	0	1							<input type="button" value="畫點"/>	x	-2	-3/2	-1	-1/2	0	1/2	1	3/2	2	$f(x)=2x^2$	8	9/2	2	1/2	0	1/2	2	9/2	8								
x	-2	-1	0	1	2																																														
$f(x)=x^2$	4	1	0	1																																															
	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>	<input type="button" value="畫點"/>																																										
x	-2	-3/2	-1	-1/2	0	1/2	1	3/2	2																																										
$f(x)=2x^2$	8	9/2	2	1/2	0	1/2	2	9/2	8																																										
<p>講述內容</p>	<p>讓學生親自學習操作電腦</p>																																																		
<p>教學目標</p>	<p>從中找出滿足函數的點座標，將函數繪製出大概之圖形。</p>																																																		
<p>能力指標</p>	<p>A-4-18 能描繪二次函數之圖形。</p>																																																		
<p>資訊融入教學說明與操作</p>	<p>1.首先說明如何操作此頁面。</p> <p>2.先填入五個滿足$y=x^2$的函數值，填入對應x的下方空格中。</p> <p>3.如果學生填寫之函數值正確，則點選「畫點」後會出現「正確」字樣（如右圖）。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>如果錯誤，則會出現「有錯喔！」（如下圖）。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>4.讓學生自行操作電腦並觀察其二次函數圖形之變化。</p>																																																		

實驗組之教學內容 (2)

二次函數及其圖形 一、 $y = ax^2$ 圖形 ($a > 0$)



1. 畫二次函數 $y = x^2$ 的圖形：請找出五個點 x 的函數值 $f(x)$ ，以坐標 $(x, f(x))$ 畫在坐標平面上。正確

x	0.9	2.8	3.5	-2.4	-2.8	-3.7	2.6	3.2	-0.7
$f(x) = x^2$	0.81	7.84	12.25	5.76	7.84	13.69	6.76	10.24	0.49
	畫點	畫點	畫點	畫點	畫點	畫點	畫點	畫點	畫點

當畫出的點數相當多，以平滑曲線依序連結起來，可以得到 $y = x^2$ 的概略圖形。隱藏 $f(x)$

2. 畫二次函數 $y = 2x^2$ 的圖形：利用下面的函數對應值表，畫出函數部分點

x	-2	-3/2	-1	-1/2	0	1/2	1	3/2	2
$f(x) = 2x^2$	8	9/2	2	1/2	0	1/2	2	9/2	8

以平滑曲線依序連結起來，可以得到 $y = 2x^2$ 的概略圖形。隱藏此函數圖

3. 畫出二次函數 $y = \frac{1}{2}x^2$ 圖形。比較這三個函數圖形。

4. 加入一般二次函數 $y = ax^2$ 圖形。拉動 a 看看。
 ($a > 0$) 二次函數 $y = ax^2$ 圖形開口向上；以 y 軸為對稱軸。
 ($0, 0$) 為圖形最低點。當 a 愈大時，開口愈小。

講述內容	讓學生觀察 $y = ax^2$ 圖形 ($a > 0$) 並親自操作電腦學習			
教學目標	1. 從中找出滿足函數的點座標，將函數繪製出大概之圖形。 2. 比較 $y = x^2$ 、 $y = 2x^2$ 與 $y = \frac{1}{2}x^2$ 的圖形開口方向與大小之變化。			
能力指標	A-4-18 能描繪二次函數之圖形。			
資訊融入教學說明與操作	1. 繪製出 $y = x^2$ 、 $y = 2x^2$ 與 $y = \frac{1}{2}x^2$ 三個函數圖形。 2. 試著觀察三個函數的圖形。 3. 寫出你所觀察出的現象： ① 開口方向 ② 開口大小 ③ 頂點位置 4. 希望透過電腦操作，讓學生主動觀察並與同學互相討論結果。			
		開口方向	開口大小	頂點位置
	$y = x^2$			
	$y = 2x^2$			
	$y = \frac{1}{2}x^2$			