

國立交通大學

理學院碩士在職專班網路學習組

碩士論文

激發式動態呈現之教學設計之研究
以文導圖模式與觸發模式之比較
以尺規作圖為例

A Study on Instructional Design by Trigger-based Animation
Comparison between Text-guided Sequential mode and
Trigger-based Sequential mode
A Case Study of Construction with ruler and compasses

研究生：張祐誠

指導教授：陳明璋 博士

中華民國九十七年七月

激發式動態呈現之教學設計之研究
以文導圖模式與觸發模式之比較
以尺規作圖為例

A Study on Instructional Design by Trigger-based Animation
Comparison between text-guided sequential mode and trigger-based
sequential mode

A Case Study of Construction with ruler and compasses

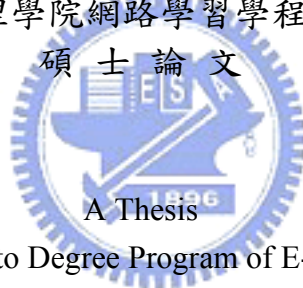
研究生：張祐誠

Student：Yui-Cheng Chang

指導教授：陳明璋

Advisor：Mingjang Chen

國立交通大學
理學院網路學習學程
碩士論文



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

July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年七月

激發式動態呈現之教學設計之研究
以文導圖模式與觸發模式之比較
以尺規作圖為例

學生：張祐誠

指導教授：陳明璋 博士

國立交通大學理學院網路學習碩士在職專班

摘要

激發式動態呈現就是以一個物件當按鈕來控制一連串的動態呈現；此一方法可以用來協助展演者適時的呈現數位內容，吸引聽眾的注意力，引導認知，進而降低認知負荷，同時一個訊息可以被一個以上的觸發器控制；因此，訊息可以由展演者以預定的、或隨意的順序及速度呈現，有彈性的呈現展演者的意念並與現場的聽眾互動，因此在激發式動態呈現之下可以與各種不同的教學法融合。

本文研究主題以尺規作圖為主體，來檢視在「以文導圖模式」和「觸發模式」下的學習成就是否會有差異。

本研究採準實驗設計，以兩個七年級的班級學生進行教學實驗，由實驗得到的結果顯示，兩種教學模式在學習成就沒有顯著差異；低學業成就組中，「觸發模式」的成績高於「以文導圖模式」；在高學業成就組中，「以文導圖模式」的成績高於「觸發模式」。

關鍵詞：多媒體學習、激發式動態呈現、尺規作圖



A Study on Instructional Design by Trigger-based Animation
Compared with Text-guided Sequential mode and Trigger-based Sequential
mode

A Case Study of Construction with ruler and compasses

Student : Yui-Cheng Chang

Advisor : Dr. Mingjang Chen

Degree Program of E-Learning
National Chiao Tung University

Abstract



Trigger-based animation employs an object as a trigger to control a series of animations. This method can be used to help performer to show digital contexts, attract audiences' attention and reduce the difficulty in understanding the context. A message can be controlled by more than one trigger, hence it may be shown by designated or arbitrary speed, flexibly exemplifies ideas of the performer and makes it easy to interact with audiences. Therefore Trigger-based Animation can be adopted in different teaching methods.

The theme of this paper is to exam the effectiveness of learning construction with ruler and compasses based on Text-guided Sequential mode and Trigger-based Sequential mode.

This research uses quasi-experimental designs with participants of students from two junior high school classes. From the experiment results, these two teaching methods do not show large difference in students' achievement. For the class of students with low learning achievement, Trigger-based Sequential mode is better than Text-guided

Sequential mode, but for the class of students with high learning achievement,
Text-guided Sequential mode is better than Trigger-based Sequential mode.

Keyword: The multimedia learning, Trigger-based Animation, construction with ruler
and compasses



目次

摘要.....	i
英文摘要.....	iii
目次.....	v
表目錄.....	vii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1-1. 研究背景和動機.....	1
1-2. 研究目的.....	2
1-3. 研究問題.....	3
1-4. 研究限制.....	3
第二章 文獻探討.....	5
2-1. 尺規作圖的課程設計原則.....	5
2-1.1. 尺規作圖簡介.....	5
2-1.2. 國中課程的尺規作圖教材.....	7
2-2. 知識表徵.....	10
2-3. 多媒體學習理論.....	11
2-3.1. 多媒體學習的定義.....	11
2-3.2. 多媒體學習的三個認知假設.....	11
2-4. 認知負荷理論.....	16
2-5. 多媒體學習理論的十項教材設計原則.....	21
2-6. 數學簡報設計原則.....	27
第三章 研究方法.....	33
3-1. 實驗教材之設計說明.....	34
3-2. 研究對象.....	38

3-2.1. 授課教師	38
3-2.2. 教學環境	38
3-2.3. 參與學生	38
3-3. 實驗工具	40
3-4. 實驗流程	44
3-5. 資料分析方法	45
第四章 研究結果與發現.....	47
4-1. 樣本的敘述統計資料	47
4-1.1. 甲乙班教學實驗相關敘述統計	47
4-1.2. 學業成就分組下甲乙班相關敘述統計	48
4-2. 研究假設的檢驗	50
4-2.1. 教學設計與學業成就對學習成就的影響	50
4-2.2. 學業成就對於教學設計在不同問題下的效果	54
4-3. 結果摘要	59
第五章 結論與建議.....	61
5-1. 研究結論	61
5-2. 實務上的建議	62
5-3. 未來方向	63
參考文獻.....	65
附件一 多媒體教材分頁表.....	68
附件二 前測試卷內容.....	88
附件三 後測一試卷內容.....	89
附件四 後測二試卷.....	91
附件五 計分標準表.....	93



表目錄

表 1-1 激發式動態呈現尺規作圖的教學模式(陳明璋, 2008).....	2
表 2-1 認知負荷的教學效應.....	18
表 2-2 師生互動面向之數學簡報教材設計原則.....	27
表 2-3 動態呈現面向之數學簡報教材設計原則.....	30
表 2-4 數學簡報系統上教材製作原則—靜態呈現面向.....	31
表 3-1 教材步驟與分析表(以等線段作圖為例).....	36
表 3-2 甲、乙班上學期數學成績平均數及標準差摘要表.....	39
表 3-3 甲、乙班上學期數學成績常態性檢定摘要表.....	39
表 3-4 甲、乙班上學期成績獨立樣本t考驗摘要表.....	40
表 3-5 實驗設計分組細格表.....	41
表 3-6 測驗配分表.....	43
表 3-7 試題預試的信度統計量表.....	44
表 3-8 研究流程與時間配置表.....	44
表 4-1 甲乙班教學實驗相關敘述統計資料摘要總表.....	48
表 4-2 低學業成就分組下甲乙班相關敘述統計資料摘要總表.....	49
表 4-3 高學業成就分組下甲乙班相關敘述統計資料摘要總表.....	49
表 4-4 2x2 二因子變異數分析資料(學習成就).....	50
表 4-5 二因子變異數分析摘要表(教學設計與學業成就對學習成就)	51
表 4-6 主要效果獨立樣本t考驗摘要表(學習成就).....	53
表 4-7 分組分班作圖題的平均數及標準差摘要表.....	54
表 4-8 學業成就獨立樣本t考驗摘要表(作圖題).....	55
表 4-9 分組分班步驟題的平均數及標準差摘要表.....	56
表 4-10 學業成就獨立樣本t考驗摘要表(步驟題).....	56

表 4-11 分組分班遷移題的平均數及標準差摘要表.....	57
表 4-12 學業成就獨立樣本t考驗摘要表（遷移題）.....	57
表 4-13 分析結果摘要表.....	59



圖目錄

圖 2-1 課本教材—等線段作圖.....	7
圖 2-2 課本教材—等角作圖.....	8
圖 2-3 課本教材—中垂線作圖.....	8
圖 2-4 課本教材—角平分線作圖.....	9
圖 2-5 課本教材—過線上一點作垂線.....	9
圖 2-6 課本教材—過線外一點作垂線.....	9
圖 2-7 程序題與記憶題(後測一的問題一為例).....	10
圖 2-8 聽覺/文字通道示意圖(Mayer, 2001).....	12
圖 2-9 視覺/圖像通道示意圖(Mayer, 2001).....	12
圖 2-10 口述文字、印刷文字與圖片在雙通道內的運作方式(Mayer, 2001)	13
圖 2-11 教材設計的雙通道呈現(以文導圖模式為例).....	16
圖 2-12 認知負荷構念圖 (Paas & van Merriënboer, 1994)	17
圖 2-13 等線段作圖與練習題之對照圖(以文導圖模式為例).....	20
圖 2-14 動畫與文字同時呈現圖(以文導圖模式).....	21
圖 2-15 動畫呈現完畢再出現文字(觸發模式).....	21
圖 2-16 文字與圖像位置比較圖.....	22
圖 2-17 彈性指標在以文導圖模式的呈現.....	23
圖 2-18 定位語言之溝通方式 (引自陳明璋, 2005)	28
圖 2-19 物件底色與標號之溝通方式 (引自陳明璋, 2005)	28
圖 2-20 另製固定式指標之溝通方式 (引自邱建偉, 2005)	28
圖 2-21 步驟化呈現尺規作圖(以文導圖模式為例).....	30
圖 3-1 研究流程圖.....	33
圖 3-2 研究架構圖.....	34

圖 3-3 利用圓規物件畫圓弧(以文導圖模式為例).....	35
圖 3-4 利用筆和直尺物件畫直線(以文導圖模式為例).....	35
圖 4-1 教學設計與學業成就對學習成就影響之交互效果圖示 (以學業成就為個別線)	51
圖 4-2 教學設計與學業成就對學習成就影響之交互效果圖示 (以班別為個別線)	52
圖 4-3 低學習成就組的學習成就成績平均數比較折線圖.....	58
圖 4-4 高學習成就組的學習成就成績平均數比較折線圖.....	58



第一章 緒論

本章共分為五節。第一節說明研究背景與動機，第二節說明研究目的，第三節說明研究問題，第四節為研究限制，第五節為論文架構。

1-1. 研究背景和動機

傳統課堂授課以黑板、粉筆為主要的教學工具，存在許多教材製作與呈現的限制。相形之下，資訊科技能運用廣泛的媒體素材，並且教材具有可修改的特性，再加上強大的視覺呈現能力，使得資訊融入的教材製作環境具有許多超越傳統教材製作環境的優點。國立交通大學網路學習專班從民國九十二年開始，由陳明璋博士策劃，發展了數學簡報系統「MathPS」軟體，改善了 PowerPoint 在製作數學教材功能與彈性不足的缺點，方便教學者設計教學教材檔案(邱建偉, 2005)。此軟體以教師授課為導向，選擇了非常普及的微軟 PowerPoint 軟體為平台以期縮小數位落差，定位、作圖與互動按鈕的功能設計更增添了教師呈現教材的方式。藉由此高效能工具軟體的輔助，可望大幅提高教材的品質與產能，並讓教材具有在課堂授課「彈性呈現」的特性。

基礎於認知科學與多媒體學習理論，陳明璋博士提出激發式動態呈現 (Trigger-based Animation) (Chen & Tan, 2007)，配合視覺化的方式希望能降低教材外部認知負荷，將結構化的關聯在學習者的面前加以突顯出來，協助學習者進行 active learning。為配合這個設計理念的重要演進，MathPS 也正式更名為 AMA (Activate Mind Attention) 系統。

本研究即是在 AMA 系統所建構的教材製作環境以及多媒體教材設計理念下進行之教學設計的學習效果研究。

1-2. 研究目的

本研究的主要目的。在激發式動態呈現之下的教學設計有許多模式，例如自動播放模式(**auto-sequential mode**)、觸發模式(**trigger-based sequential mode**)、多元模式(**multi-switch mode**)、以文導圖模式(**text-guided mode**)與表列模式(**list mode**)等，如下表 1-1。本研究以「觸發模式」與「以文導圖模式」來進行比較探討，我們實作了一個不等組前後測的準實驗設計來研究激發式動態系統在尺規作圖學習的效果。

表 1-1 激發式動態呈現尺規作圖的教學模式(Chen et al., 2008)

auto-sequential mode	pictures appears one by one automatically
trigger-based sequential mode	pictures appears one by one by trigger
multi-switch mode	triggers are listed, click on a trigger then the corresponding picture will appear on the display-area.
text-guided mode	the stepwise procedure are listed in text, and there is a trigger on each step, click the trigger then turn a picture on.
list mode	one slide one step, use page up and page down to roll down and roll up slide.

在主要目的之外，也探討在不同的研究中其它的教學模式之比較，來和本研究的關聯與差異做進一步的探討，並尋找激發式動態系統在教學設計上應考慮的因素。

1-3. 研究問題

綜合之前的說明，本研究將以激發式動態呈現教學設計為研究主軸，設計國中尺規作圖單元教材，去檢視激發式動態呈現的教學設計模式，對不同學業成就學生在學習成就是否產生影響？

本研究要探討的問題如下：

1. 教學設計與學業成就對於學習成就是否有顯著交互效果？
2. 相同學業成就學生對於不同教學模式在學習程序性知識是否有顯著差異？
3. 相同學業成就學生對於不同教學模式在學習記憶性知識是否有顯著差異？
4. 相同學業成就學生對於不同教學模式在解決遷移性問題是否有顯著差異？



1-4. 研究限制

在本研究的教學實驗中，每個階段、過程雖力求嚴謹，但以課堂上授課的背景下，所產生的變因仍不少，以下為本研究的教學實驗中所遇到的一些限制，說明如下：

1. 研究的對象並非研究者原授課的班級，因此學生是否會因為不同的老師，而產生學習的興趣與好奇心，亦或者是抗拒或不習慣，都會改變學生正常的學習而影響教學實驗結果的客觀性，此是本研究的限制之一。

2. 教學實驗利用的是平常的上課時間，如依教案的實施時間 60 分鐘，勢必無法正常完成，因此商請該班導師協助讓學生能提早五分就教室定位，並且事先說明會延誤到下一節的下課，讓學生先有準備，以減少抗拒心理並得以維持每階段的作答時間皆不受影響，但是仍有極少部份學生在一到下課時間便停止作答，

等待實驗結束，因此可能會對實驗結果造成影響，此是本研究的限制之二。

3. 實驗地點的選擇上，考量到需要使用投影機進行授課，而實驗班級正好位於學校的新大樓，各班都有裝設投影機，效果也比電腦教室好，因此選擇在各班自己的教室進行授課，好處是設備新、效果好，學生對學習的環境較習慣，但缺點就是無法排除不同環境之下的影響，此是本研究的限制之三。

4. 受限於課程進度安排，因此本實驗課程單元並非實驗學生的課程進度，也有可能讓學生對此教材的學習上產生輕忽的心態，進而影響到實驗結果，此是本研究的限制之四。



第二章 文獻探討

本章從目前的國中教材中有關尺規作圖的課程設計，以及知識表徵、多媒體學習理論、認知負荷理論、多媒體教材設計原則和數學簡報設計原則對教學設計的研究出發，探討影響激發式動態系統學習的重要因素。

2-1. 尺規作圖的課程設計原則

2-1.1. 尺規作圖簡介



所謂直尺是指無刻度的直尺，它能過給定兩點畫出一條無限長的直線。而圓規能以一給定點為圓心，過另一個給定點畫出一個圓。當然，這兩種工具都是理想化的，因為直尺不可能有無限長。

具體地說，在作圖過程中我們可以：

1. 過兩個已知點作一直線。
2. 確定兩條已知直線的交點。
3. 以已知點為圓心，已知長為半徑作一個圓。
4. 確定已知直線和已知圓的交點。
5. 確定兩個已知圓的交點。

這五條稱為「作圖公法」。在尺規作圖法（又稱歐氏作圖法）中，必需是合乎這五條公法的作圖方式才被認為是正確的。

幾何作圖的工具限制，對數學發展的影響，研究者認為可從正面和負面來論

述：

正面：

限用工具，激盪方法及內容的開發。由於嚴格的工具限制，作圖需要把定理、性質作充份應用，才能順利作出符合要求的圖形。對於較困難的作圖，則從虛擬的完成圖解析可採行的作圖方法。這種練習，把幾何學習落實在最堅固的基礎上。

負面：

苛刻的要求，限制了數學的發展。古代幾何以可作圖為存在的準據，使許多現實存在的事物，被擋在門外。也切斷幾何與代數的融通之路。

現在尺規作圖只限制在古典幾何之作圖技巧做為教學內容，所以負面作用已經成為歷史。尺規作圖之於幾何學習有如測量問題之於三角教學，是落實認知最有效的方法之一。

尺規作圖在國中課程中的能力指標：

國中課程綱要能力指標係參酌施行有年且有穩定基礎的傳統教材、國際間數學課程必備的核心題材、數學作為科學工具性的特質、現有學生能夠有效學習數學的一般能力等原則進行修訂。當中與尺規作圖有關者列舉如下：

- S-4-01 能利用形體的幾何性質來定義某一類形體。
- S-4-06 能理解平面上兩直線互相平行、垂直的概念。
- S-4-07 能根據直尺、圓規操作過程的敘述，完成尺規作圖。

尺規作圖在國中課程中的分年細目：

分年細目的能力指標係依主題及階段學習能力而訂定，然因多數指標須採分年進階式教學方能達成其教學目標。因此，由階段能力指標演繹出更細緻的分年細目及詮釋，以利分年進階式教學進度目標的明確掌握。當中與尺規作圖有關者列舉如下：

8-S-02 能認識並定義簡單幾何圖形的點、線、角（含符號）。

8-S-03 能認識圓形的定義及相關名詞（圓心、半徑、弦、直徑、弧、弓形、圓心角、扇形）。

8-S-04 能認識尺規作圖。

8-S-07 能熟練基本尺規作圖。

能力指標與分年細目之內容為教師教學及教科書編輯的主要參考依據。因此，在本研究的教材設計上亦可依詮釋內容為基礎，在深度與廣度方面做適度的延伸。

2-1.2. 國中課程的尺規作圖教材

在國中課程中的尺規作圖，包括了六個主要的基本作圖——等線段作圖、等角作圖、中垂線作圖、角平分線作圖、過線上一點作垂線和過線外一點作垂線，我們也將課本的呈現方式列舉如下圖 2-1 至圖 2-6(引自康軒版國二下學期教科書)。

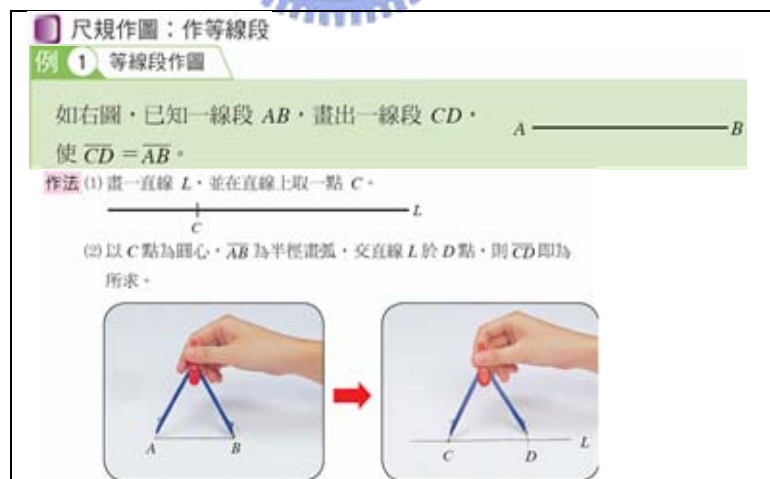


圖 2-1 課本教材——等線段作圖

尺規作圖：作等角

例 3 等角作圖

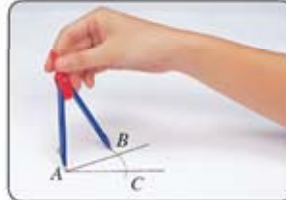
如右圖，已知 $\angle A$ ，畫出一角使它等於 $\angle A$ 。



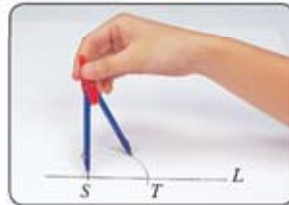
作法 (1) 畫一直線 L ，並在直線上取一點 S 。



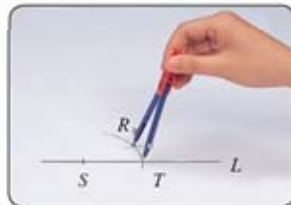
(2) 以 A 點為圓心，適當長為半徑畫弧，交 $\angle A$ 的兩邊於 B 、 C 兩點。



(3) 以 S 點為圓心， \overline{AB} 長為半徑畫弧，交直線 L 於 T 點。



(4) 以 T 點為圓心， \overline{BC} 長為半徑畫弧，交(3)中的弧於 R 點。



(5) 連接 R 、 S 兩點，得到 $\angle RST$ ，將 $\angle RST$ 和 $\angle A$ 比較，會發現 $\angle RST$ 與 $\angle A$ 完全重合，即 $\angle RST = \angle A$ 。

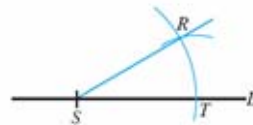


圖 2-2 課本教材—等角作圖

例 4 中垂線作圖

已知 \overline{EF} ，求作 \overline{EF} 的垂直平分線。



作法 (1) 分別以 E 、 F 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{EF}$ 的長度為半徑畫弧，設兩弧相交於 G 、 H 兩點。

(2) 連接 \overline{GH} ，則直線 GH 即為所求之垂直平分線。

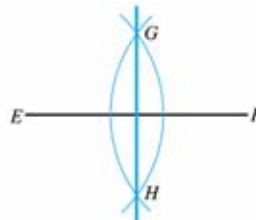
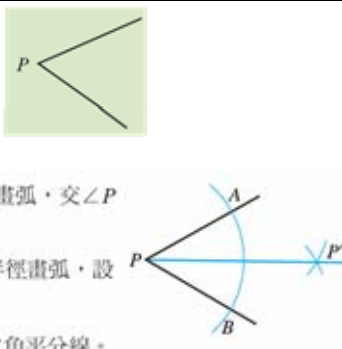


圖 2-3 課本教材—中垂線作圖

例 5 角平分線作圖

已知 $\angle P$ ，畫出 $\angle P$ 的角平分線。

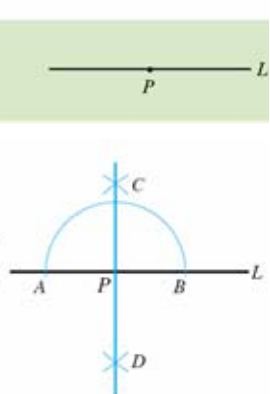


作法 (1) 以 P 點為圓心，適當長為半徑畫弧，交 $\angle P$ 的兩邊於 A 、 B 兩點。
 (2) 分別以 A 、 B 為圓心， \overline{PA} 為半徑畫弧，設兩弧相交於 P' 點。
 (3) 連接 $\overline{PP'}$ ，直線 PP' 即為所求之角平分線。

圖 2-4 課本教材—角平分線作圖

例 6 過線上一點作垂線

已知直線 L 及其上一點 P ，如右圖，求作過 P 點且垂直於 L 的直線。

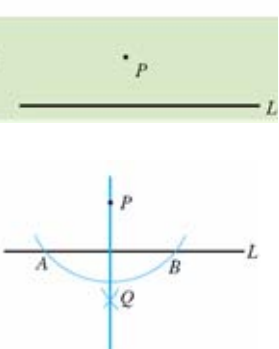


作法 (1) 以 P 點為圓心，適當長為半徑畫弧，交直線 L 於 A 、 B 兩點。
 (2) 分別以 A 、 B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 的長度為半徑畫弧，設兩弧相交於 C 、 D 兩點。
 (3) 連接 \overline{CD} ，直線 CD 即為所求。

圖 2-5 課本教材—過線上一點作垂線

例 7 過線外一點作垂線

如右圖， P 是直線 L 外一點，求作過 P 且垂直於 L 的直線。



作法 (1) 以 P 點為圓心，適當長為半徑畫弧，交直線 L 於 A 、 B 兩點。
 (2) 分別以 A 、 B 為圓心， \overline{PA} 為半徑畫弧，設兩弧相交於 Q 點。
 (3) 作直線 PQ ，即為所求之垂線。

圖 2-6 課本教材—過線外一點作垂線

但是因為教學時間上的限制，本研究只以前四個基本作圖為主，各搭配一個練習題，設計方式請看第三章的實驗教材之設計說明(P. 34)。

2-2. 知識表徵

在認知心理學的觀點提到，我們如何想像和描述一個目前不在眼前的人或物？在我們心中所知道關於這些人或物一定存在著某種形式的心理表徵(Holyoak & Thagard, 1995)。更一般性的說法是，我們所運用的是知識表徵(Knowledge representation)，也就是，對於存在於心靈之外的事物、主意、事件等所具備的知識其儲存在你心中的形式。

許多人試著依照邏輯去演繹出對於人們如何表徵知識的合理解釋，而在古典知識論當中(研究人類知識的本質、源起，和限制的一門學問)，將知識表徵分為兩種的知識結構：

1. 陳述性知識(declarative knowledge)：即可被陳述的事實，如你的生日、你的好朋友的名字、或是動物的外觀等。
2. 程序性知識(procedural knowledge)：即可被執行的程序，如把一系列數字加起來，或是開車。



因此本研究的問卷設計上，也有將問題分成程序題(程序性知識)與記憶題(陳述性知識)的部份來進行測驗，如下圖 2-7。

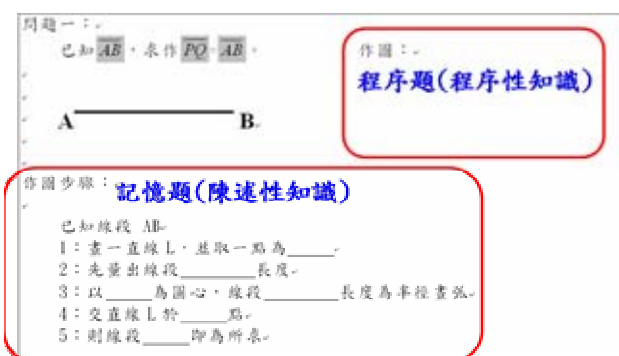


圖 2-7 程序題與記憶題(後測一的問題一為例)

此外，心理學家 Squire(1986)曾將陳述性知識和程序性知識的傳統區別予以

擴大，並主張非陳述性知識可能涵蓋了更廣的心理表徵，而不僅是程序性知識。特別是根據 Squire 的看法，在陳述性知識以外，我們還對下列數種形式的非陳述性知識具有心理表徵：

1. 程序的、動作的，和認知的技能(程序性知識)。
2. 簡單的聯結性知識(古典的操作性條件化)。
3. 簡單的非聯結性知識(習慣化和敏感化)。
4. 促發(存在於知識網絡中的根本聯繫，這種聯繫使得依循某個特定的心理路徑所發生的訊息激發，促進了之後依循另一個相關的路徑，或同一個心理路徑，所發生的訊息提取)。

根據 Squire 的看法，這些非陳述性的知識形式通常都是未加說明的，而且通常無法輕易的改變成外顯的形式，因此不在本研究的探討範圍。

2-3. 多媒體學習理論



2-3.1. 多媒體學習的定義

認知心理學家 Mayer 將電腦多媒體學習定義為利用文字與圖片的學習。在此，「文字」指的是教材以語言文字型態呈現，包括印刷文字與口述文字。「圖片」指的是教材以圖像型態呈現，包括靜態圖片：例如插圖、圖片、照片或地圖等；或是動態圖片：例如動畫或錄影(Mayer, 2001)。

2-3.2. 多媒體學習的三個認知假設

多媒體學習理論在發展的過程中基於三個認知假設：

1. 雙通道假設。
2. 有限容量假設。
3. 主動處理假設。

以下，我們對這三個假設做進一步的探討。

2-3.2.1 雙通道假設

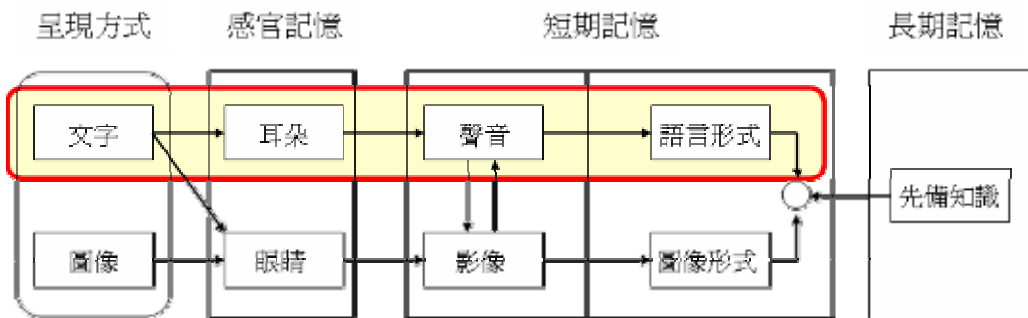


圖 2-8 聽覺/文字通道示意圖(Mayer, 2001)

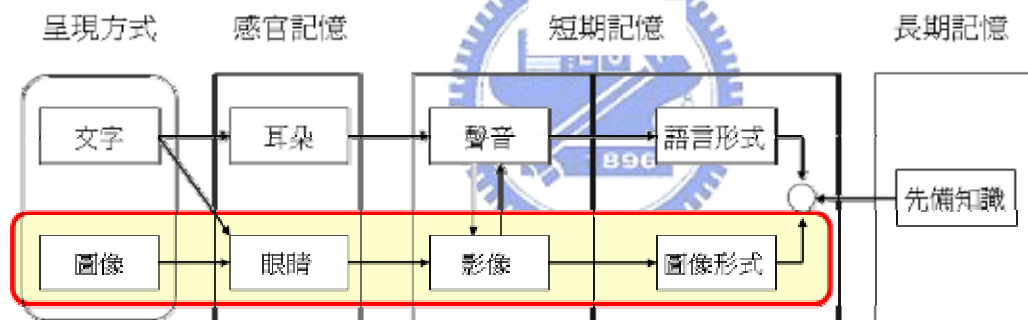
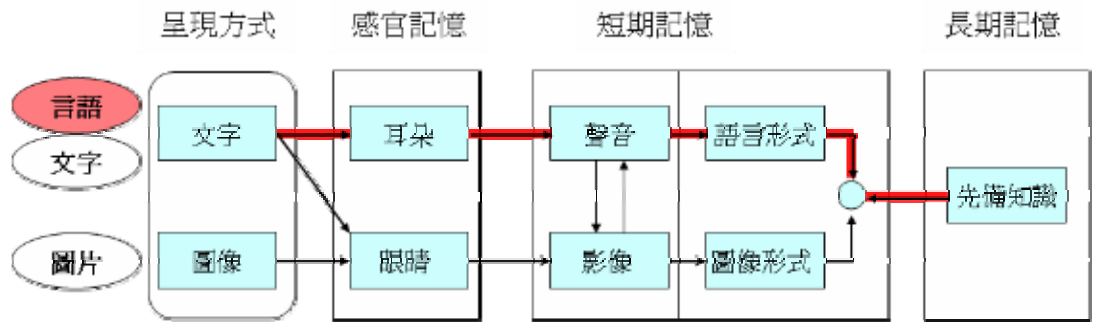
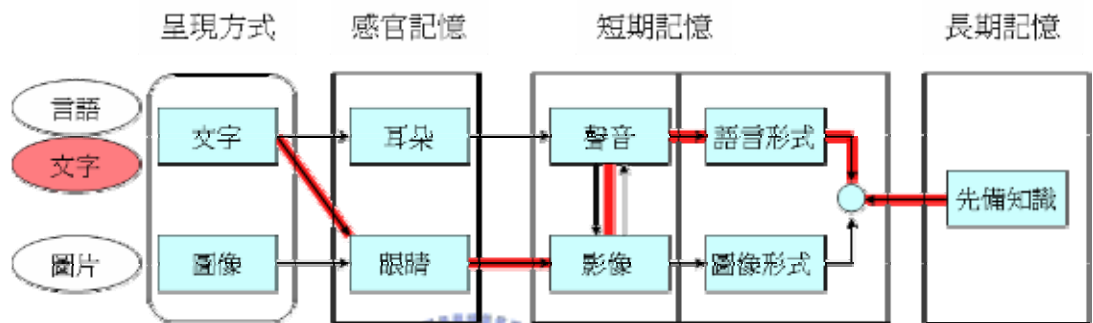


圖 2-9 視覺/圖像通道示意圖(Mayer, 2001)

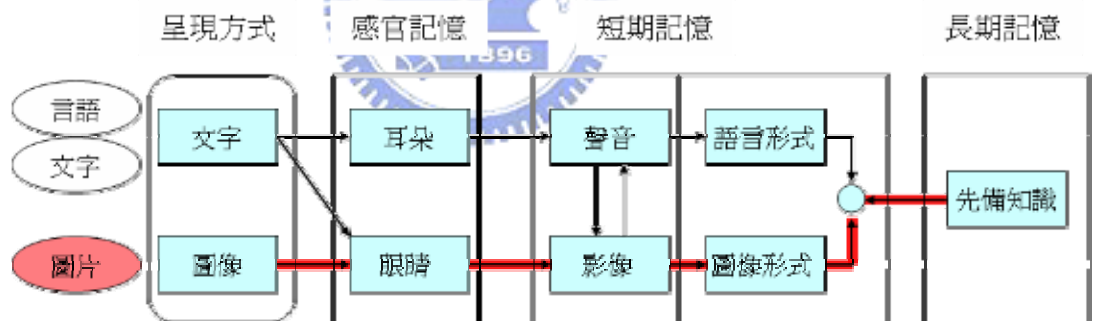
雙通道假設是指人類對於以視覺呈現的素材及以聽覺呈現的素材有不同的訊息處理通道。當視覺訊息（例如插圖、動畫、影片或螢幕文字）被呈現到眼睛時，人類以視覺通道處理這類訊息（如圖 2-9）；當聽覺訊息（口述講解或非語文相關的聲音）被呈現到耳朵時，人類以聽覺通道處理這類訊息（如圖 2-8）(Mayer, 2001)。



(A) 口述文字



(B) 印刷文字



(C) 圖片

圖 2-10 口述文字、印刷文字與圖片在雙通道內的運作方式(Mayer, 2001)

與前者不同的是「呈現模式」觀點，區分方式是基礎於Paivio的雙碼理論 (Eysenck & Keane, 2000; Mayer, 2001; Sternberg, 2003)，著重於區別進入的訊息是「文字型態」（口述文字或印刷文字）或是「非文字型態」（圖片、影片、動畫或背景音樂）。

兩者的不同在於「感官形式」觀點著重於區別訊息是從視覺通道或聽覺通道進入認知系統，從「呈現模式」的角度來看，雙通道假設關注的是訊息進入工作

記憶時是採用圖像型態或是文字型態(Mayer, 2001)。

由於感官形式與呈現模式兩個觀點都很重要，Mayer 於是將雙通道假設的兩個通道定為「聽覺/文字通道」以及「視覺/圖像通道」(Mayer, 2001; Mayer & Anderson, 1991)。

2-3.2.2 有限容量假設

有限容量假設指的是在視覺通道或聽覺通道中一次所能處理的訊息量是有限的。以視覺通道為例，僅有少部分被注意的影像保留在工作記憶中(Baddeley, 1997)，心理學家 John Anderson 指出視像記憶保存視覺刺激的時間僅僅約一秒的時間(Byrnes, 2004)。

另一方面，當一段口述文字或聲音進入聽覺通道時，也是僅有部分被注意的文字通過回聲記憶保留在工作記憶中。一般來說，語音迴路的容量是由回聲記憶消退之前我們所能覆誦的量來決定(Byrnes, 2004)，而回聲記憶所能維持的時間大約是兩秒(Eysenck & Keane, 2000)。聽覺短期記憶的容量非常有限，大約只能維持七個項目，能保留的時間也很短，通常不到 30 秒(Squire & Kandel, 2001)。

值得注意的，在語音迴路中被覆誦的單字長度越長，能回憶的項目數就越少，並且，被覆誦的單字不論是以聽覺的方式或是視覺的方式呈現，都會使用到語音迴路(Eysenck & Keane, 2000)。

有限容量假設突顯了認知資源的珍貴，我們不應讓學習者將注意力投注在不相關的資訊，或是造成學習者進行無效率的認知程序(Mayer, 2001)。

2-3.2.3 主動處理假設

主動處理假設認為學習者會主動從事認知處理並建構以過往經驗為基礎的一致且連貫的心智表徵。主動認知處理包括下列三種功能：

1. 投注注意力。
2. 組織進入訊息。
3. 整合進入訊息與現存知識。

一個主動有效處理訊息過程包含選擇相關訊息、組織已選擇的訊息為一致的

內在表徵、及整合此一一致的內在表徵和先備知識。意即一個有效的處理，主要為將接收的訊息整合之前的先備知識，形成一個新的知識回存到長期記憶區，以基模（Schema）的形式儲存。

由於主動認知處理的目標是建構一致且連貫的心智表徵，我們可以從「知識結構」來進一步探索主動認知處理的實際運作型態。Cook 與 Mayer 在 1988 年的研究已經確認了五種知識結構的感知能力能增進概念型內容的理解，這五種知識結構是「因果程序」、「比較對照」、「綜合歸納」、「列舉項目」、「階層分類」（Cook & Mayer, 1988; Mayer, 2001）。

學習者了解教材內容的過程往往涉及了上述五種知識結構型態，這也突顯了多媒體學習在設計上的兩個重要精神：(Mayer, 2001)

1. 教材內容的呈現應該具有一致與連貫的結構。
2. 教材的訊息應該提供學習者建立知識結構的相關指引。

綜合以上的探討，我們可發現主動認知處理涉及了三個重要歷程：

1. **選擇相關素材**：學習者將注意力投注在適當的外部文字與圖像，並將相關的訊息汲取進入認知系統的工作記憶區。
2. **組織選取素材**：認知系統建立選取素材之間的結構化關聯。
3. **整合選取素材與現存知識**：認知系統活化長期記憶內的先備知識並將其帶入工作記憶以建立選取素材與先備知識之間的連結。

由上述我們了解主動認知處理涉及了三個重要歷程，不過在實際的運作上必須配合雙通道假設以及「文字」與「圖像」雙碼的架構。

以本研究為例，教材呈現上使用了動畫(圖像)和聲音(文字)，並輔以作圖步驟(文字)說明，因此能滿足雙通道假設的學習效果，如下圖 2-11。

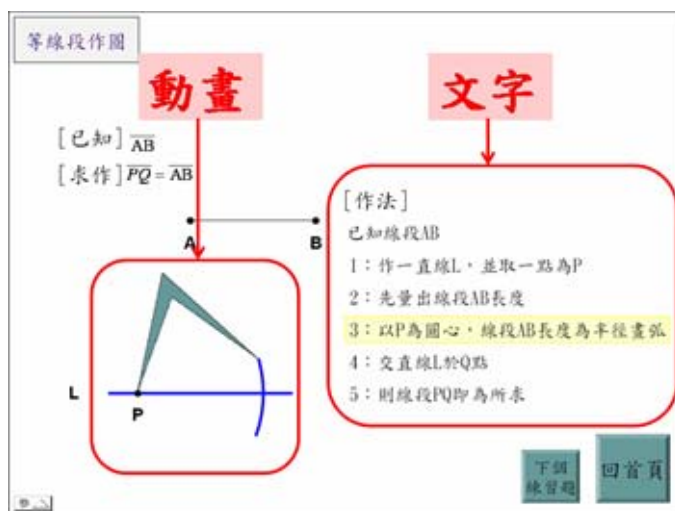


圖 2-11 教材設計的雙通道呈現(以文導圖模式為例)

再者，由於教材是連貫式的動畫步驟組成，考量到學生在學習上的有限容量限制，因此每個步驟都由教師掌控適當時間，又這個概念涉及了「認知負荷理論」(Sweller et al., 1998)，我們將在隨後的內容加以探討。

此外在教材設計上，也搭配一些吸引注意力的效果與動態指標的呈現，以引發學生的主動學習，並且每個教材主題都有一個練習題，讓學生在初學之後，能夠進行基模的建立。

2-4. 認知負荷理論

Sweller 在 1998 年的論文詳細說明了認知負荷理論的架構，認知負荷的來源以及涉及教材設計的相關原則(Sweller et al., 1998)。李進福與蘇柏奇 2006 年的論文已對此議題加以研究(李進福, 2006; 蘇柏奇, 2006)。本節將探討與教材設計關係較密切的「外在認知負荷」與「增生認知負荷」，並說明多媒體學習理論與外在認知負荷的關係。

認知負荷的來源：

根據 Sweller, et al. (1998)的定義，「認知負荷」是將一特定工作加諸於學習者認知系統時所產生的負荷。也就是工作記憶的負荷。他們進一步指出，認知負荷可視為一個多層次的構念，包括了「因果要素」與「評估要素」，如圖 2-12 所示。

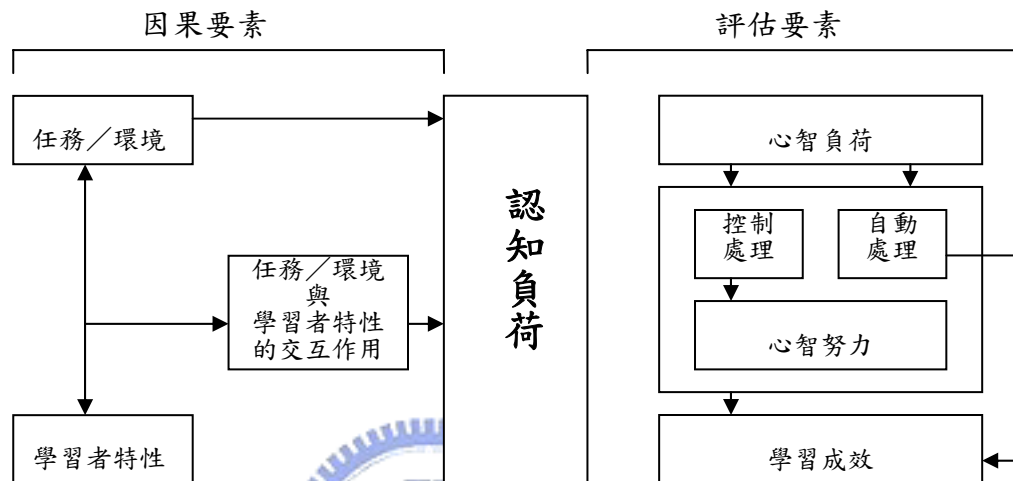


圖 2-12 認知負荷構念圖 (Paas & van Merriënboer, 1994)

內在認知負荷：

內在認知負荷並不會因教材呈現方式的不同而改變，而是來自於所要學習之訊息結構本身的特性造成的，也就是教材內容本身的難易程度。

例如：對學習者來說，某教材中元件間關聯性較低時較容易瞭解，因為該元件可以獨立的被處理，而不需參照其他資訊來源；但教材中如果元件之間具有高度相互關聯的關係時，儘管元件的數量與前者相同或更少，亦可能較難瞭解，其原因在於學習者必須將較多的元件同時置入工作記憶區中來思考，如此將造成較高的認知負荷而阻礙學習。此外，另一個影響內在認知負荷的因素是學習者的先備知識。相同的學習內容對於不同學習經驗者來說，將會造成不同程度的內在認知負荷(Sweller et al., 1998; 李進福, 2006; 蘇柏奇, 2006)。

外在認知負荷：

資訊的呈現方式與組織方式不同，對資訊接收者來說會造成不同程度的負

荷，這樣的負荷稱為「外在認知負荷」。此種負荷是額外增加的，因此可以藉由教學設計的改良而降低。

例如，教材內容的整合與編排不良使得學習者需要花費額外的心力去尋找相關的參考資料或索引時，所造成的負荷。所以教材設計者應致力於降低外在認知負荷，讓學習者更能善用有限的工作記憶區來處理與學習內容相關的資訊 (Sweller et al., 1998; 李進福, 2006; 蘇柏奇, 2006)。

增生認知負荷：

增生認知負荷指的是藉由教學設計以吸引學生專注在學習內容的認知過程或基模建構。當教學設計或活動中，安排適當難度的挑戰，適時引起學習者的先備知識，如此更有利於接下來的教學活動安排 (Sweller et al., 1998)。

增生認知負荷為外在認知負荷的一種，雖然會增加學習者的負荷感，但卻可協助基模的建構，但只有在總認知負荷量（內在認知負荷與外在認知負荷之總和）未超出學習者的能力範圍時，適當的引入「增生認知負荷」才有意義 (Sweller et al., 1998; 李進福, 2006; 蘇柏奇, 2006)。

同時結合「降低外在認知負荷」以及「增加增生認知負荷」涉及了注意力的重新導向，學習者的注意力必須從「與學習不相關的程序」中退出（降低外在認知負荷），並直接投注到與學習相關的程序中（增加增生認知負荷），特別是將注意力投注到基模的建構 (Sweller et al., 1998)。

降低外在認知負荷的教材設計方式：

認知負荷理論除了說明認知負荷的來源，並提供了一系列具有實驗支持的教材設計原則，這些原則有一個共同的目的—降低外在認知負荷。整理（吳慧敏，交大碩士在職專班演講內容，2008年1月5日）如下表 2-1。

表 2-1 認知負荷的教學效應

教學效應	認知負荷來源	適用情境
------	--------	------

自由目標效應 the goal free effect	外在認知負荷	給予學習者特定目標的問題之學習狀況不如給予沒有特定或開放目標的問題之學習狀況。 只適用於解決方式之數量是有限的領域，以及那些所求出的解決方式是和與基模建構有教育性相關的領域。
工作範例效應 the worked example effect	外在認知負荷	給予問題去解決的學生在後續的知識測驗上表現不如那些給予解題實例去研讀的學生。所以教學需要實例示範。 適用於學生在該領域是新手時。
問題完成效應 the problem completion effect	外在認知負荷	提供問題的部分解答，要求問題解決者去完成解題，結果顯示問題完成是比單純的問題解決來得好。 適用在問題的解決有類比性，學生可以在建立的基模上加深加廣。
分散注意力效應 the split attention effect	外在認知負荷	多元的訊息必需以心智上才能理解的呈現方式，不如將多元的訊息以整合的型式呈現。 適用於不同種類的訊息彼此互相指涉，而且這些訊息對於理解非常重要的情況下，才會發生效應。
形式效應 the modality effect	外在認知負荷	將需要了解的不同來源之訊息，以不同的形式呈現，可以減少外在認知負荷。雙感官的呈現模式優於單一感官訊息呈現。善用視覺和聽覺。 適用於必須在多項訊息均對於理解非常重要。
重覆（多餘）效應 the redundancy effect	外在認知負荷	多種訊息在單獨存在時是可以理解，所附加的訊息不增加教學訊息，那麼那些訊息都有重覆，刪除重覆訊息的教學比有重覆訊息的效果好。
元素互動性效應 the element interactivity effect	內在認知負荷	使用高元素互動的材料而出現的分散注意力和多餘效應，在使用低元素互動的材料時這些效應就消失了。 前述認知負荷效應只在高元素互動性的情況下才會產生；如果內在認知負荷很低，教學流程就不顯得重要。
單獨互動元素效應 the isolated interaction elements effect	內在認知負荷	如果把高元素互動性的教材先以沒有元素互動性的情形呈現，然後再呈現有互動的情形，結果會比呈現包含互動的完整訊息兩次，學習效果更好。即教材模組化。

變化例子效應 the variable example effect	有效認知負荷	在元素維持穩定但增加變異性的情況下，所要學的是固定的，可以學得更快。適用於學習相同的元素，但變化呈現不同的例子。所有的互動元素必須是在工作記憶的負荷內處理。
專家反向效應 the expert reversal effect	外在認知負荷	原來對生手是必要的訊息和程序對專業程度較高的學習者變成是多餘或造成反效果。教學流程需要隨著專業能力的增加而有所改變。

本研究的教材設計上，是直接教授作圖過程(工作範例效應)，同時採用雙感官的呈現模式優於單一感官訊息呈現(形式效應)，並舉例來說明變化例子效應的使用，如下圖 2-13。

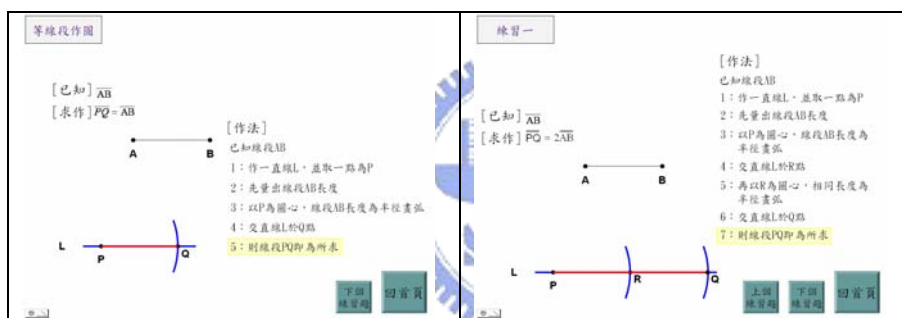


圖 2-13 等線段作圖與練習題之對照圖(以文導圖模式為例)

另外要特別考慮的是重覆(多餘)效應雖然提到刪除重覆訊息的教學比有重覆訊息的效果還好，正好指出本研究兩個教材的一個重大差異，在有聲音搭配動畫的情況下，文字有出現(以文導圖模式，如圖 2-14)和文字不出現(觸發模式，如圖 2-15)的教學效果會有差異，我們將依實驗結果在後述的結論再提出來討論。

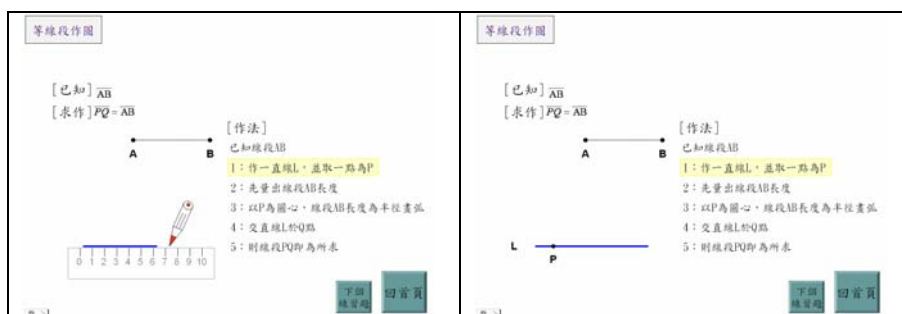


圖 2-14 動畫與文字同時呈現圖(以文導圖模式)

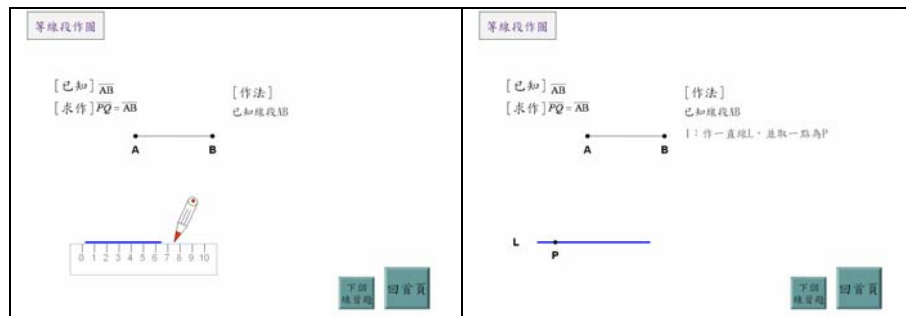


圖 2-15 動畫呈現完畢再出現文字(觸發模式)

2-5. 多媒體學習理論的十項教材設計原則

多媒體學習理論和認知負荷理論一樣關注於降低外部認知負荷的教材設計原則(Mayer, 2001)。在 2001 年, Mayer 依據多項研究的實驗結果提出了七項教材設計原則, 隨著多媒體學習的研究日益廣泛, Mayer 於 2005 年再次歸納提出十項教材設計原則, 並在融合相關的研究加以組織之後編輯「The Cambridge Handbook of Multimedia Learning」一書(Mayer, 2005)。接下來, 我們將說明 Mayer 的十項設計原則, 並列出與本研究相關之處:

1. 多媒體原則(Multimedia Principle):

教材設計採用文字與圖像並用的學習效果會比僅採用文字好。

依照 Mayer(2001)所述多媒體原則的定義為學生從文字及圖片學習的學習效果比單獨文字學習的學習效果好, 因為當文字及圖片一起呈現時, 學生才有機會去建構語文及圖像的心智模式及建構兩種心智模式之間的關連。從多媒體學習的認知理論觀點來看, 文字及圖片對學習者來說為語文管道及圖像管道二個不同知識表徵系統, 文字由分離的單位以線性順序組成及呈現, 圖片允許整體、非線性的訊息表徵, 可能是人類知識表徵的原始型式(Mayer, 2001)。因此視覺及語文表

徵會造成學習者訊息吸收上的不平等。使用圖片可以更直覺及接近人類視覺感官經驗來描繪教材。雖然，相同的教材可以以文字描述及圖片描繪等方式來進行，但對語文及圖像表徵有不同的訊息效果。語文及圖像表徵也許彼此互補，但兩者不能彼此取代。

兩個實驗教材皆採用文字與圖像並用的多媒體教材展現。

2. 空間接近原則(Spatial Contiguity Principle)：

相關文字與圖像在畫面中位置接近會比位置遠離的學習效果好。

由 Mayer(2001)所述的相關實徵研究中可知，當利用電腦螢幕或紙本學習時，如果文字及圖片呈現的彼此位置較近時，學生的學習成效比文字及圖片兩者相對位置彼此較遠時，學生的學習成效較好。亦即相對應的文字及圖片彼此位置較接近時，學習者則不需使用認知資源於書本及電腦螢幕進行視覺搜尋，學習者有可能同時將訊息容納於工作記憶中。反之，如果相對應的文字及圖片彼此位置較遠離時，學習者則需使用認知資源於書本及電腦螢幕進行視覺搜尋，學習者較不可能同時將訊息容納於工作記憶中。

兩個實驗教材的文字與圖像在畫面中出現於相同位置，如下圖 2-16。

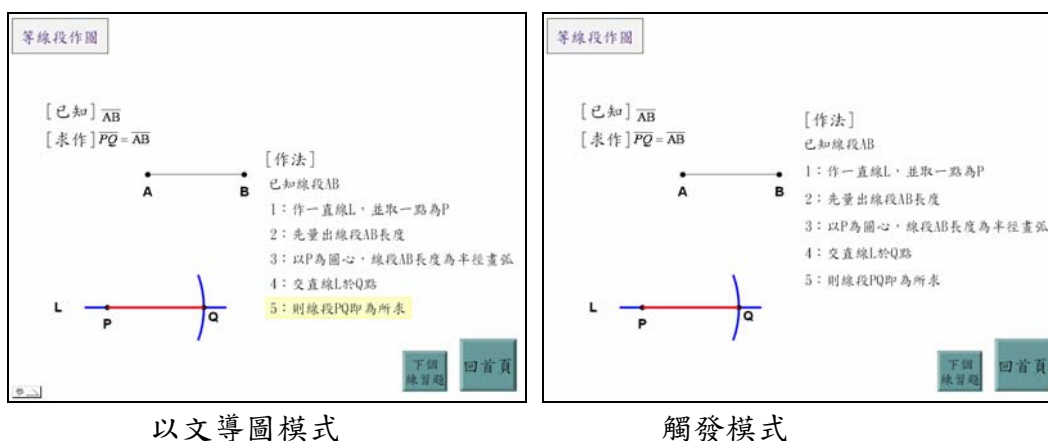


圖 2-16 文字與圖像位置比較圖

3. 時間接近原則(Temporal Contiguity Principle)：

相關的文字與圖像同時呈現比接續呈現的效果好。

當相對應的敘述部分及動畫部分同時呈現時，學習者比較可能同時在工作記憶中留住兩者的心智表徵，因此才有可能建立語文表徵及視覺表徵間的心智連結；當相對應的敘述部分及動畫部分在不同時間分離呈現時，學習者則較不可能同時在工作記憶中留住兩者的心智表徵，因此較不可能建立語文表徵及視覺表徵間的心智連結(因為先出現的訊息會因在很短的時間內消失，導致後來進入的相對應訊息無法和其有效整合)；如果學習者在聽到一句及看到相關聯動畫之間的間隔短，則學習者有機會可以建立文字及圖片之間的連結；倘若學習者在聽到一段落及看到相關聯動畫之間的間隔長時，則學習者則較不可能建立文字及圖片之間的連結。

因此，由 Mayer(2001)整理的相關實徵研究中得知，整合性的呈現文字及相對應圖片對學習者的學習成效優於分離性的文字及相對應圖片呈現。

若以口述文字來區分，兩個實驗教材皆同時有動畫搭配聲音。若以印刷文字來區分，以文導圖模式雖然已把文字都呈現在畫面上，但是透過彈性指標(林煜庭, 2008)的方式，來造成同時出現的效果(如下圖 2-17)，應該會與觸發模式的文字接續呈現產生學習上的差異，在後續的研究結論再進行探討。

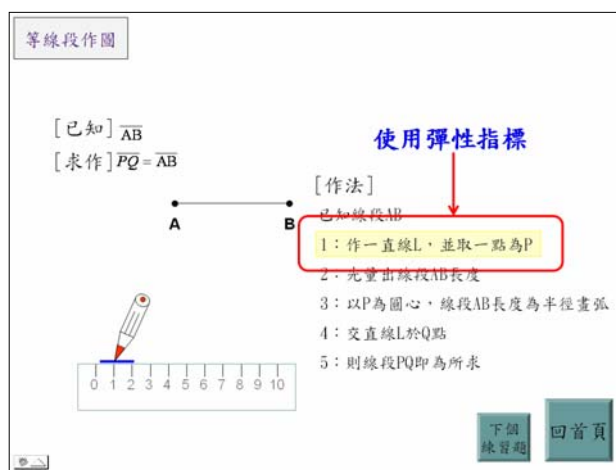


圖 2-17 彈性指標在以文導圖模式的呈現

4. 連貫原則(Coherence Principle)：

與主題不相關的文字、圖像或聲音若能加以排除，學習效果較好。

此原則可細分成下列三個子原則：

- (1). 不相關的文字與圖像會降低學習者的學習效果。
- (2). 不相關的聲音或音樂會降低學習者的學習效果。
- (3). 不必要的文字若從教材中省略會增進學習者的學習效果。

連貫指的是信息中元素間的結構關係；連貫效應則是指當含有較少資料的多媒體課程，對學習者的學習成效比含有較多資料的多媒體課程要來得好。所以一味地加入有趣但不相關的文字及插圖會傷害學習、加入有趣但多餘的音樂和聲音會傷害學習、移開不重要的文字可以促進學習，也就是說當無關的資料或訊息被排除時，學習者的學習成效優於當無關的資料或訊息被納入時的學習成效。

Mayer(2001)舉出無關的資料或訊息可能會造成(1)在工作記憶中競爭認知資源、(2)將學習者從重要的資料或訊息中分散注意力、(3)分裂組織中的資料或訊息處理、(4)可能使學習者繞著不適當主題組織資料或訊息。連貫原則可以被分成三個互補版本，當有趣但不相關的文字及圖片被加入多媒體呈現時，學生的學習成效降低；當有趣但不相關的聲音或音樂被加入多媒體呈現時，學生的學習成效降低；當不需要的文字從多媒體呈現中被刪除時，學生的學習成效增加。

兩個實驗教材皆採用文字與圖像展現。

5. 形式原則(Modality Principle)：

文字訊息以口述文字的方式呈現會比印刷文字有更好的效果。

因為視覺文字、圖片、動畫皆利用到視覺／圖像管道，兩者在此管道中彼此競爭認知資源，當這個管道認知超荷時，聽覺／語文管道卻沒被使用到；但當文字以口語表達文字呈現時，口語表達文字使用到聽覺／語文管道，而圖片、動畫則使用到視覺／圖像管道，當兩種管道皆使用到時，彼此平衡。由此觀點可知當我們想建構多媒體呈現時，可能會用到簡要敘述動畫，亦即需注意利用圖片、動畫、文字的多媒體原則；每一個片段的語文劇本搭配相對應的動畫的時間接近原則；將不需要的文字刪除的連貫性原則。

兩個實驗教材皆採用口述文字配合動畫呈現。

6. 重覆原則(Redundancy Principle)：

學習者從「具有動畫與口述文字」的教材比「具有動畫、口述文字與字幕」的教材能得到更好的學習效果。

Mayer(2001)舉出，當圖像訊息以視覺呈現且媒體沒有提供如播放速率等學習者控制功能時，將視覺文字及口語表達文字同時呈現可能降低有意義學習的機會，但在第二語言學習的多媒體環境中，提供學生視覺文字的功能則可幫助其學習第二語言。

Mayer所提出的多餘原則較Sweller所提的多餘效應相似但廣度不同，Sweller所提的多餘效應指的是在任何的多媒體情境中，刪除多餘的訊息教材將比包含多餘的訊息教材有更好的學習成效；而Mayer所提出的多餘原則指的是在任何的多媒體情境中，動畫或圖示搭配敘述時的學習成效比動畫同時搭配字幕及敘述時的學習成效好。

兩個實驗教材皆有採用印刷文字展現。



7. 個人化原則(Personalization Principle)：

教材的用語採用口語化的方式會比採用形式化的方式得到更好的學習效果。

為低知識學習者設計一種多媒體呈現，為高知識學習者設計另一種多媒體呈現；這種觀點的錯誤在於：一旦對學習者的知識層次分類錯誤時則產生學習成效打折扣的情形出現。

兩個實驗教材皆播放預先錄製好的口述文字。

8. 互動原則(Interactivity Principle)：

學習者可以控制教材呈現的步調時學習效果會比較好。

依照有限容量假設，學習者在工作記憶能維持運作的訊息是有限的，所以若學習者擁有控制教材呈現步調的能力，將可依照自己的狀況調整學習速度，避免認知負荷因訊息太多而過高。

兩個實驗教材皆教師掌握教學進度，並以相同的時間進行教學。

9. 信號原則(Signaling Principle)：

多媒體教材若含有可強調教材內容組織結構與重點的提示，學習效果較好。

信號原則指的是學生學習多媒體教材時，如果含有協助如何處理教材的信號，學生的了解程度比不含協助如何處理教材的信號的學生好。

在較複雜但不多餘的多媒體教材中，使用提醒信號，如在口語中加強重音提醒關鍵字、紅色和藍色箭頭指示該注意動畫中的哪個影像、藉著添加綱要或標題以協助組織文字、藉由添加地圖顯現出課程已呈現哪些部分來協助組織影像。

在上述的提到的彈性指標，經由研究證實是有效的，因此我們也預期以文導圖模式(具備彈性指標)會和觸發模式(不具備彈性指標)產生差異。

10. 個別差異原則(Individual Difference Principle)：

多媒體學習設計效果對先備知識較少的學習者影響較大，對先備知識較多的學習者影響較小；並且，對心像能力較佳者影響較大，對心像能力較差者影響較小。

個別差異原則指的是設計效應對低知識的學習者比高知識的學習者效果來得強；對高空間學習者比對低空間學習者來得強。

因為高知識學習者可以使用他們的先備知識來補償呈現中缺乏的指引，如從文字中形成適當的心智影像；然而，低知識學習者比較不能夠在缺乏指引時使用有用的認知處理。在多媒體信息中包含語文及視覺，所以多媒體學習者需要能夠形成、保留及使用心智影像，而高空間學習者擁有從有效多媒體呈現中心智整合視覺及語文表徵的認知能力；低空間學習者則必須將諸多的認知能力用於在記憶中保留住呈現的影像，以致於較不可能有足夠的能力用於心智整合視覺及語文表徵。

本教材非實驗班級的目前教材進度，因此降低先備知識的影響，同時兩個實驗班級也將分成高學習成就組與低學習成就組來比較，避免能力上的差異影響。

2-6. 數學簡報設計原則

本節針對課堂上之師生互動及教材動態呈現兩面向之設計原則進行討論。其中，動畫之於師生溝通互動上，可以扮演引導注意的角色；而教材中的動態圖像呈現，則具有輔助解說、呈現時序性概念之效用。

師生互動面向之設計原則：

師生互動是課堂授課情境的重要元素，在老師透過口語引導注意力、闡述講解教材的過程中，牽涉到教材、老師與學生三者間的溝通性與教材操作上的隨意性，如下表 2-2。

表 2-2 師生互動面向之數學簡報教材設計原則

原 則	說 明
溝通性	教師、學生與教材三者可以溝通的環境。
隨意性	依授課情境呈現教學內容，調教學步調。

其中簡報教材中可行的溝通方式有以下幾種：

1. 以物件的顏色、形狀、大小、粗細、方向等視覺元素來溝通。

2. 透過定位語言（上/下/左/右），以物件所在的位置或行列來溝通(如圖 2-18)。

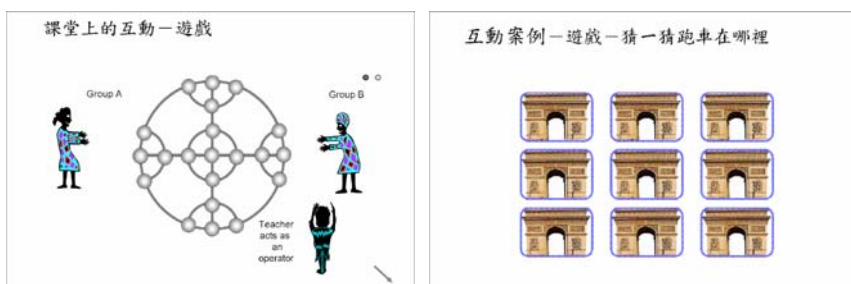


圖 2-18 定位語言之溝通方式 (引自陳明璋, 2005)

3. 以物件之底色或標號來溝通(如圖 2-19)。

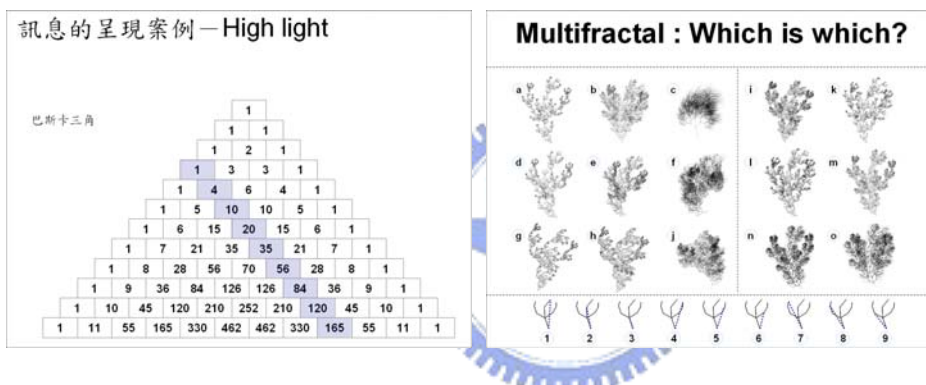


圖 2-19 物件底色與標號之溝通方式 (引自陳明璋, 2005)

4. 以滑鼠之游標來溝通。
5. 另製固定式指標（如箭頭、方框或圓框…等）來溝通(如圖 2-20)。

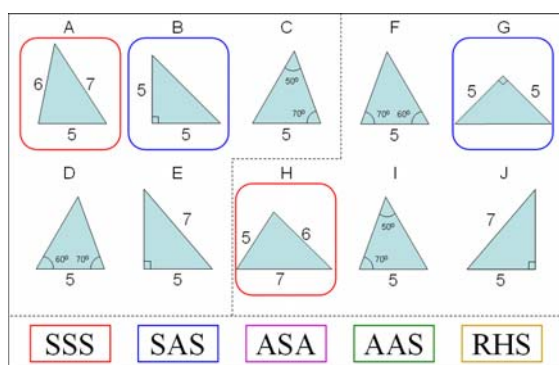


圖 2-20 另製固定式指標之溝通方式 (引自邱建偉, 2005)

6. 以動、靜之分來溝通。

此外，為了讓教師可以依實際狀況調整教學步調，使教學更適性化，教材的操作必須具備彈性，此即隨意性設計原則。

例如讓學生透過網路或單機軟體自學之教材，可分為系統掌控及使用者掌控兩種形式。其中，系統掌控指的是學生依系統設定的步調、流程來學習；使用者掌控則是指學生可以自行決定、調整學習步調及流程。而教師授課情境中所使用的教材，兼具系統掌控與教師掌控兩種特性，因此隨意性設計更顯出重要性。

動態呈現之設計原則：

根據 ChanLin (1998) 所指出：在知識的表現層面上，某些特定概念透過動態的呈現，可以將一個過程或一種變化作逐步地描述，動態的呈現則較能夠反映這種設計的需求（引自林麗娟, 2000）。

本研究所指的「動態呈現」有兩種不同的層面：

1. 將原本離散的靜態畫面，連結成一個看似動態過程的呈現方式，即「步驟式」與「演化式」呈現。
2. 涉及物件本身的位移、旋轉等動態變化，即動態視覺圖像語言。

不論哪一個層面的動態呈現模式，在逐步累積物件、進行下一步驟、演化或圖像變動時，舊訊息必須避免因移動而成為視覺焦點或產生不是連續過程的感覺，此即「定位性」設計原則。

表 2-3 動態呈現面向之數學簡報教材設計原則

規 則	說 明
定位性	頁間訊息定位，避免因訊息之重新解讀而產生不連續的感覺。
步驟式呈現	概念分解或步驟化。
演化式呈現	藉由圖像逐步演化過程，呈現相似性與差異性。
動態圖像語言	觀看圖像動態的連續演變過程，如：平移、旋轉…等，可使抽象的文字敘述變成一種直觀的感覺。

其中與本研究較為相關的部份在於國中階段的尺規作圖並不複雜，一次呈現所有物件可使學生了解完整的架構且可避免對學習速度較快之學生產生限制，即必須符合架構完整性設計原則；必須使物件有層次之分，突顯當下講述的重點，即必須符合層次性設計原則；利用相似律及共同命運律，以色彩或樣式上的差異，讓尺規痕跡與原有物件產生區別，並讓當下講述的尺規痕跡與步驟文字說明同時突顯，以加強兩者間的關聯，此即群化／關聯性設計原則，如圖 2-21。

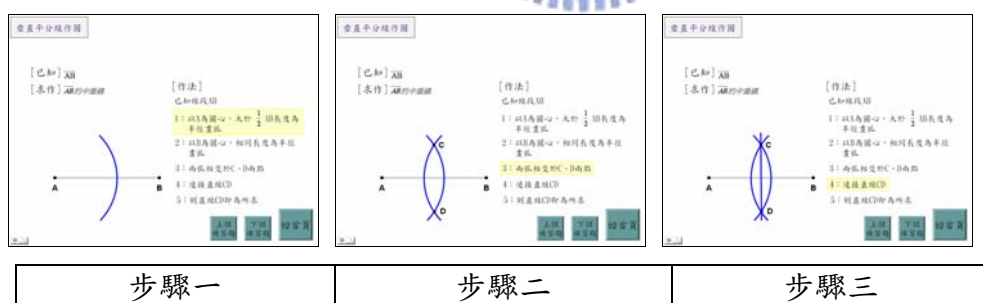


圖 2-21 步驟化呈現尺規作圖(以文導圖模式為例)

靜態觀察面向設計原則：

雖然本研究的尺規作圖教材，主要是動態畫面，但是在教材畫面的設計上仍要考量學生在靜態畫面中，做有意義觀察、發現等活動時的一些模式。歸納數學簡報教材靜態呈現面向之呈現模式如下表 2-4。

表 2-4 數學簡報系統上教材製作原則－靜態呈現面向

呈現模式	說 明
結構式	提供相同結構的具體訊息，輔助抽象概念的呈現。
比較式	將兩主題並列呈現，透過比較其各自脈絡下的相似性及差異性，達到類化及學習遷移的效果。
對比式	用比喻、暗示的方式，以熟悉的事物來輔助說明新概念。





第三章 研究方法

本研究的流程如下圖 3-1。

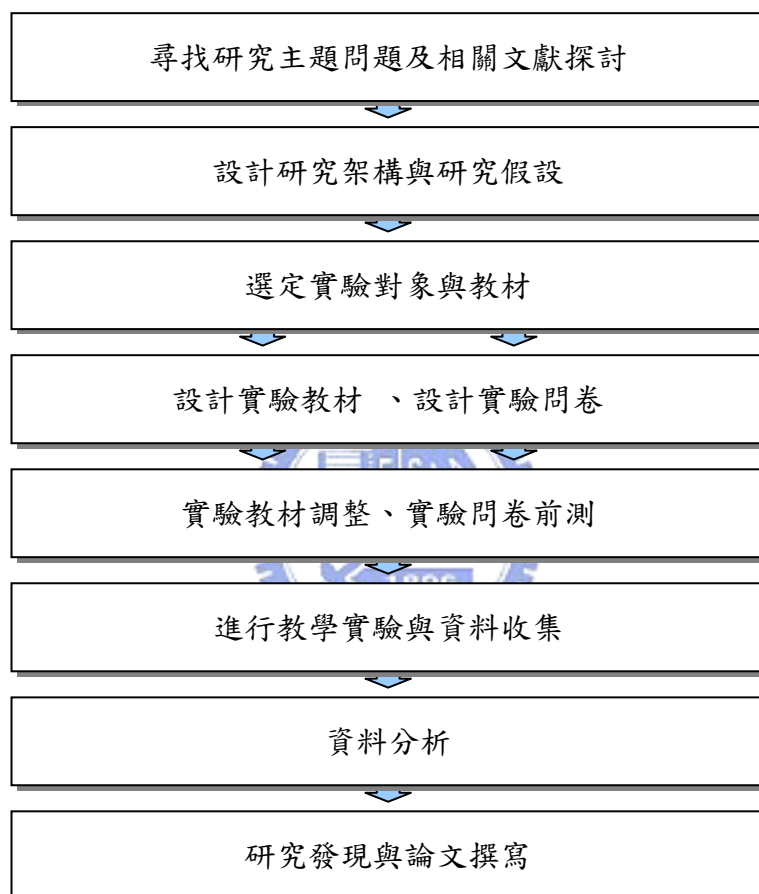


圖 3-1 研究流程圖

本研究以研究者任教的學校中的兩個七年級的班級作為受測樣本，因本校有招收數理資優班，並分散到四個班級當中，其餘 20 班採常態分班，為求適用於較一般的情形，故挑選常態分班中的兩個班級（學生人數皆為 34 人）參與實驗，實驗設計為準實驗研究法。研究架構如下圖 3-2。

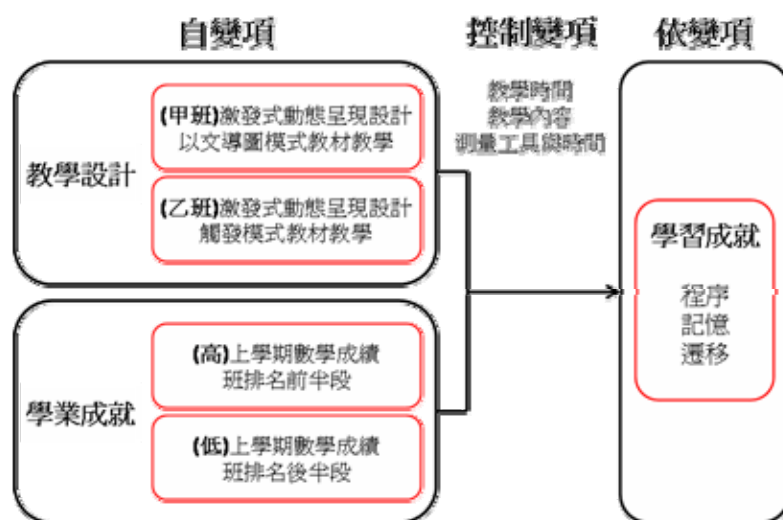


圖 3-2 研究架構圖

本章共分成五節，分別就實驗教材之設計說明、研究對象、研究設計、實驗流程及資料分析方法等五個部分作說明。

3-1. 實驗教材之設計說明

本文所指的「多媒體教材」遵循 Mayer 對 multimedia 的定義，指的是教材內容的呈現方式必須「文字」與「圖片」皆用，也就是「言語型態」與「圖像型態」兩者配合使用(Mayer, 2001)。本節說明的實驗教材依據此定義，每一頁面皆採用文與圖並用的設計方式。兩個實驗班級的數學內容完全相同，呈現方式的不同僅在於「觸發模式」與「以文導圖模式」的設計。以下說明實驗教材設計所依據的視覺認知原理，並說明兩組教材的差異。

「觸發模式」採用的是滑鼠任意點擊或鍵盤空白鍵等等的觸發方式，來讓教材持續進行，動畫先出現，相對應的文字在動畫完成後再出現。「以文導圖模式」採用的是滑鼠點擊畫面上已出現的文字，讓文字出現指標，並且進行相對應的步驟。教材對於兩組的口述講解內容完全一致。

本實驗教材內容是尺規作圖，但考量到授課時間的限制，因此只以一等線段作圖、等角作圖，垂直平分線與角平分線為主，每個基本作圖都有一個搭配的練習題。我們將以「等線段作圖」為例說明實驗所使用的教材之設計方式，其它請參考附件一。

使用元件說明：

尺規作圖中，圓弧和直線是基本的圖形，圓規和直線板是對應的作圖工具，因此在教材中的「圓規」和「直尺」如何呈現也是影響本研究教材的一個要素。另外在表現出畫線的效果上，我們也製作了一個「筆」的物件，搭配「直尺」來呈現畫直線的動作，以下用圖例來表示圓弧與直線的動畫呈現，如圖 3-3 和圖 3-4。

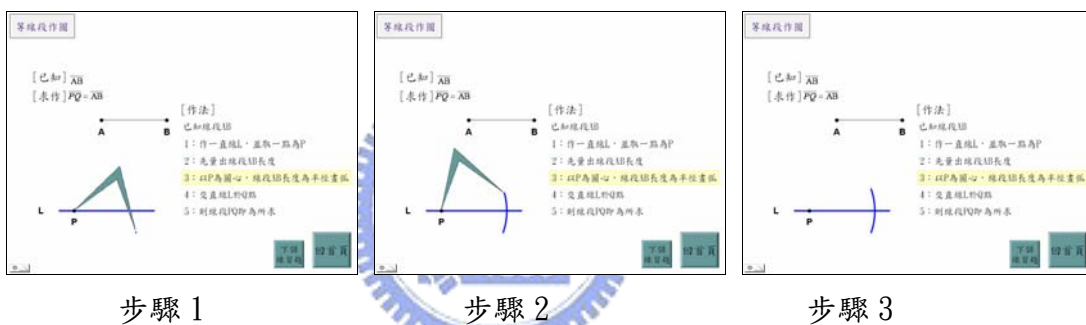


圖 3-3 利用圓規物件畫圓弧(以文導圖模式為例)

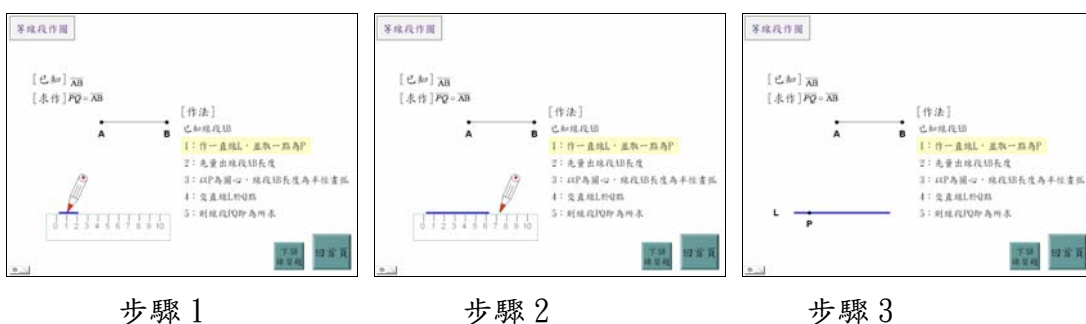


圖 3-4 利用筆和直尺物件畫直線(以文導圖模式為例)

投影片說明—「等線段作圖」：

操作時間：1 分 30 秒

投影片內容：複製等線段的作法。

表 3-1 教材步驟與分析表(以等線段作圖為例)

教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 \overline{PQ} 即為所求</p> <p>字詞練習題 回首頁 1</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P</p> <p>字詞練習題 回首頁 1</p>
投影片步驟：已知線段 \overline{AB}	
<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 \overline{PQ} 即為所求</p> <p>字詞練習題 回首頁 2</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P</p> <p>字詞練習題 回首頁 2</p>
投影片步驟：畫一直線 L ，並取一點為 P	
<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 \overline{PQ} 即為所求</p> <p>字詞練習題 回首頁 3</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度</p> <p>字詞練習題 回首頁 3</p>
投影片步驟：先量出線段 \overline{AB} 長度	
<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 \overline{PQ} 即為所求</p> <p>字詞練習題 回首頁 4</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧</p> <p>字詞練習題 回首頁 4</p>

投影片步驟：以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧

<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 AB 長度 3: 以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p style="text-align: right;">5</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 AB 長度 3: 以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點</p> <p style="text-align: right;">5</p>
--	---

投影片步驟：交直線 L 於 Q 點

<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 AB 長度 3: 以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p style="text-align: right;">6</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 AB 長度 3: 以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p style="text-align: right;">6</p>
--	--

投影片步驟：則線段 PQ 即為所求

教學過程簡述

1. 首先引導學生觀察要複製的線段，因此使線段 AB 呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線，線段使用藍色易於讓學生分辨和原有文字的不同，而且容易注意。後續也都是一樣的呈現模式，讓學生能產生學習的關聯性。
3. 利用圖形連續呈現出張開圓規的動作，並停在最後的圖形，為接續下一個步驟。
4. 將前述出現的圓規物件直接移動至直線上，並且利用動畫效果的陀螺轉來呈現圓規的畫圓步驟，出現的弧線與直線採用相同顏色。
5. 在直線與弧線的交點處，出現點的名稱。由於是學生第一次學習，因次將這個步驟單獨呈現，後續的類似步驟就會採用連續呈現。
6. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，表示所要複製出來的線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

3-2. 研究對象

研究的研究對象是參與此課程的兩組學生。主要就兩個情境變數：「授課教師」與「教學環境」；以及一個參與者變數：「參與學生」。為盡量避免無關變數的干擾，我們將實驗設計的方式與考慮的因素說明如下。

3-2.1. 授課教師

已經有研究指出不同的教師對學生的「科學態度」與「數學態度」會發生影響(洪志成, 1985; 潘正安, 1985)，所以兩組的教材會將語音部份事先錄製好，消除學生在教材學習上的差異性，也可以避免此情境變數的影響。

3-2.2. 教學環境



實驗班級教室為啟用第二年的新大樓，同時各教室都配備有相同的投影機、投影幕和喇叭，因此雖然各班教學時都在各自的班級教室，但是教學環境是相當類似，也可以盡量避免教學環境此情境變數影響實驗結果。

3-2.3. 參與學生

常態分配與隨機之考量：

本實驗的兩組學生選擇兩個不同的「普通班」，其理由如下：一般而言，每一年齡層的智商呈常態分配，如鐘型曲線，可表達由最高到最低的分佈情形(柯華葳, 2007)。由於實驗學校除了四個分散式資優班以外，皆以「國民中學智力測驗第三種」(路君約, 1991)測驗成績為依據進行常態S型男女混合編班，因此實驗之參與者應選擇普通班，因普通班在此編班方式下智商較為接近常態分配。此外，由於S型編班之男生與女生編班起點為亂數產生，所以普通班本身即是隨機起點

的系統性抽樣，並且由於順序由智力測驗結果而定，所以智商分數由高而低在各班分佈的狀況大致相同，因此也符合分層隨機抽樣的精神。由上述可知，本實驗之實驗班級選擇普通班的目的在於避免參與者變數對實驗結果的影響。

教師風格與學生數學成就的考量：

由於不同的教師對學生的「科學態度」與「數學態度」會發生影響(洪志成, 1985; 潘正安, 1985)，為避免實驗班級的其中一組因教師風格或說話方式不同而影響實驗結果，所以採用預先錄製好的教材。此外，因不同班級之學生數學成就差異亦可能影響實驗結果，兩個實驗班級選擇數學科段考平均成績最接近之同年級兩個班級（甲班與乙班，如表 3-2）。

表 3-2 甲、乙班上學期數學成績平均數及標準差摘要表

學期成績	班別	個數	平均數	標準差
全班	甲班	34	63.42	24.28
	乙班	34	63.40	23.05
低學業成就組	甲班	17	44.47	20.08
	乙班	17	45.77	19.97
高學業成就組	甲班	17	82.37	7.01
	乙班	17	81.03	6.02

在常態性檢定中，顯示上學期的數學成績符合常態分配，如下表 3-3。

表 3-3 甲、乙班上學期數學成績常態性檢定摘要表

上學期成績	班別	Shapiro-Wilk 常態性檢定		
		統計量	自由度	顯著性
全班	甲班	0.903	34	0.205
	乙班	0.867	34	0.101
低學業成就組	甲班	0.895	17	0.156
	乙班	0.887	17	0.142
高學業成就組	甲班	0.960	17	0.638
	乙班	0.936	17	0.273

在變異數的同質性檢定部分，利用 Levene's test of homogeneity，以變異數分析 (F 檢定)，可以發現甲、乙班的學生不論在全班或學業成就分組下的考驗皆呈現無顯著差異，顯示學生在上學期的成績離散程度相同。獨立樣本 t 檢定的資料，也得知甲、乙班學生在上學期的數學科的平均成績，不論在全班或學業成就分組下的考驗也皆呈現無顯著差異。顯示甲、乙班的程度在全班或學業成就分組下可視為相同，資料如下表 3-4。

表 3-4 甲、乙班上學期成績獨立樣本 t 考驗摘要表

學期 成績	比較樣本	Levene's test		t	自由度	顯著性 (雙尾)
		F檢定	顯著性			
全班	甲班	0.011	0.917	0.003	66	0.998
	乙班					
低學業成 就組	甲班	0.030	0.864	-0.190	32	0.851
	乙班					
高學業成 就組	甲班	0.125	0.726	0.597	32	0.555
	乙班					

3-3. 實驗工具

多媒體教材：

教材內容為「尺規作圖」，多媒體教材設計、播放時間與授課時之口述內容請詳見第一節「實驗教材之設計說明」(P. 34)，共有 12 張使用 Microsoft PowerPoint 以及 MathPS 數學簡報系統製作的投影片教材。甲班之教材使用「以文導圖模式」，乙班之教材使用「觸發模式」。

教室設備：

電腦配備：MSI MEGA BOOK S270

投影機：Toshiba TLP-X3000

作業系統與軟體：Windows XP，PowerPoint 2002，MathPS 數學簡報系統

效果評估測驗：

本研究在探討以激發式動態呈現的教學設計，對學生的學習成就和認知負荷是否產生影響，由於實驗設計中強調課堂授課的背景下，在不破壞原班級的完整性，及避免其他的干擾因素，本研究使用準實驗設計，利用獨立樣本二因子變異數分析去檢視不同學業成就的學生在不同的教學設計之下，學習成就和認知負荷的變化。以下表 3-5 為實驗設計分組細格表。

表 3-5 實驗設計分組細格表

因子		學業成就		合計人數
		高	低	
教學設計	甲班	實一高 (17人)	實一低 (17人)	34人
	乙班	控一高 (17人)	控一低 (17人)	34人
合計人數		34人	34人	68人

就內在效度而言，本設計的優點在於有兩組可供比較，在學習成就皆施以前、後測，可了解兩組的條件是否整齊；若兩組的前測分數一致，可說成熟、測驗與工具等主要的影響力已受到控制，實驗處理發生影響，即可以肯定。至於缺點方面，因受試者非隨機選取，及其心理因素等無關變項較無法控制，故在本研究中，研究者和兩班的導師及任課數學老師已事先協調，以減低受測學生的敏感性等心理干擾因素。

本研究的實驗變項如下：

自變項：

- 教學設計：1. 以文導圖模式教學設計的教材（甲班）
2. 觸發模式教學設計的教材（乙班）

學生的數學學業成就特質（學業成就分高低兩組）：

一般學校內的常態編班如欲實施數學能力分組教學時，常以兩個班級為單位，採各班可參考的數學成績排名前半段學生為一組，後半段學生為另一組，分組跑班上課。故本研究以受測的兩個班級上學期數學成績為參考，取班排名前半段為高數學學業成就學生，後半段低數學學業成就學生。（甲班：高 17 人，低 17 人），（乙班：高 17 人，低 17 人）。

控制變項：

教學的時間、教材內容主題單元、測量時的工具和時間相同。

依變項：

學習成就（程序、記憶及遷移）：

由前測成績顯示學生對教學內容尚未學習過，故教學實驗後學生的受測成績可視為學生經過學習後的學習成就。



前面我們從多媒體學習理論、認知負荷理論與多媒體教材設計原則的角度來探討激發式動態系統的理论基礎。在直覺上，多媒體教材加入基於視覺認知科學的設計應該能有助於學習，但我們仍希望透過實驗來加以驗證，以了解在激發式動態系統下的不同教學設計模式在不同教材內容的適用性。本章將以實驗的方式研究「觸發模式」與「以文導圖模式」在學習成效上的差異。

在本研究的教學實驗中，教學設計分為兩組，甲班施予經過教材分析後，以激發式動態呈現的以文導圖模式教學設計的教材；乙班施予激發式動態呈現的觸發模式教學設計的教材。

綜合以上，我們提出下列的假設：

假設一：教學設計與學業成就對於學習成就有顯著交互效果。

假設二：相同學業成就學生對於不同教學模式在學習程序性知識有顯著差異。

假設三：相同學業成就學生對於不同教學模式在學習記憶性知識有顯著差異。

假設四：相同學業成就學生對於不同教學模式在解決遷移性問題有顯著差異。

對於學習效果之評估，製作前測、後測一和後測二，共三種測驗試題。其中前測、後測一和後測二的每個題目皆為作圖題，而後測一的每個題目又都有對應作圖步驟的數個填充題，畫出一個正確的作圖痕跡或是答對一個填充題則得一分（計分標準請參閱附件五），總分如表 3-6所示。

表 3-6 測驗配分表

題號	前測	後測一	後測二
問題一	作圖：4分	作圖：4分 作圖步驟：6分	作圖：6分
問題二	作圖：8分	作圖：8分 作圖步驟：8分	作圖：5分
問題三	作圖：3分	作圖：3分 作圖步驟：7分	作圖：5分
問題四	作圖：4分	作圖：4分 作圖步驟：7分	作圖：10分
問題五	X	X	作圖：10分
問題六	X	X	作圖：10分
問題七	X	X	作圖：7分
問題八	X	X	作圖：8分

但是因為各作圖步驟上不同，因此計分上不相同，所以在考量總分的比較上，採用所有題目中的最高分〈10分〉為標準，將各題的分數按照原題目總分比例轉換成以10分為最高分的成績，再進行加總比較。

三份試題經過校內八位數學科老師（年資5~20年以上）依教授的內容和受測的試題的吻合程度來作調整與修改，故有基本的專家效度，並依照試做所需的時間將測驗時間分別訂為5分鐘（前測）、10分鐘（後測一）和15分鐘（後測二）。

接著找了三個八年級的班級做試題預試，回收的103份試卷中，在內部一致

性信度 Cronbach's α 值為 0.930，顯示有良好的信度，如下表 3-7。

表 3-7 試題預試的信度統計量表

Cronbach's Alpha 值	以標準化項目為準的 Cronbach's Alpha 值	項目的個數
0.930	0.944	16

3-4. 實驗流程

兩個實驗班級分別進行實驗教學與效果測驗（在 60 分鐘內完成），整個程序分成四個部份，如表 3-8 所示。

表 3-8 研究流程與時間配置表

順序	流程內容	所需時間
1	前測	5 分鐘
	收卷	1 分鐘
2	實驗教材之課堂授課	約 20 分鐘
3	後測一	10 分鐘
	收卷	2 分鐘
4	後測二	15 分鐘
	收卷	2 分鐘
	緩衝時間	5 分鐘

兩班僅在進行第 2 項程序時有所不同，甲班觀看的是「以文導圖模式」的投影片，乙班觀看的是「觸發模式」的投影片，其設計差異請見本章第一節（P. 34）。

3-5. 資料分析方法

本研究採用 Microsoft Excel 和 SPSS 12.0 中文視窗版的統計軟體作為資料分析的工具。

本研究探討教學設計和學業成就對學生的學習成就或認知負荷的交互效果，採獨立樣本二因子變異數分析；學習成就因有前測，前測採獨立樣本 t 檢定。

由於二因子變異數分析牽涉到二個因子的主要效果和交互效果的考驗，當交互效果顯著時，則需要進行單純主要效果的檢驗；如交互效果不顯著時，則只需要進行主要效果的檢驗；在這裡的主要效果的檢定，因為自變項中的水準都只有兩個（如甲乙班，高低組），所以在二因子變異數分析的資料中可直接判讀（邱皓政，2002）；至於單純主要效果的考驗，本研究將利用獨立樣本 t 考驗來檢定。

在比較不同學業成就在不同的教學設計上，程序題、記憶題與遷移題的成績，因為水準只有兩個，故採獨立樣本 t 檢定來考驗平均數的差異。

本研究進行資料分析所採用的統計檢定顯著水準分為 0.05 和 0.01 兩個等級。



第四章 研究結果與發現

本章針對受測學生在教學實驗後，所獲得的作圖與步驟分數作分析，來檢驗本研究的假說。本章共分為三節，第一節為整理受測樣本的敘述統計資料；第二節為研究假設的檢定；第三節為結果摘要。

4-1. 樣本的敘述統計資料

4-1.1. 甲乙班教學實驗相關敘述統計



以下先將本研究的受測樣本（甲班、乙班）在上學期的成績，以及在教學實驗前的前測成績、教學實驗後的後測學習成就（包含後測一和二），和各階段不同問題所得到的相關數據的平均數與標準差，整理如下表 4-1，所呈現的數據中可觀察到幾個現象，分述如下：

1. 兩個班級的前測成績分數普遍偏低（總分為 40 分），標準差偏高，顯示學生在教學實驗之前對本研究的教材內容尚未接觸。
2. 綜合後測一和二所測得的學習成就成績，顯示兩班並無顯著差異。
3. 由後測一的總分，顯示兩班並無顯著差異。將作圖題與步驟題分開來看，在作圖題表現上，乙班平均成績高於甲班；在步驟題的表現，乙班平均成績也高於甲班。
4. 由後測二的總分，顯示兩班並無顯著差異，但是甲班平均成績高於乙班。

以上所看到的敘述，在統計檢定上所呈現的結果未必顯著，我們也將在後續

利用統計的檢定方式來驗證。

表 4-1 甲乙班教學實驗相關敘述統計資料摘要總表

	班別	個數	平均數	標準差
學期成績	甲班	34	63.42	24.28
	乙班	34	63.40	23.05
前測總分	甲班	34	5.55	3.42
	乙班	34	5.85	2.66
後測總分	甲班	34	77.09	56.01
	乙班	34	76.28	43.39
後測一總分	甲班	34	43.06	26.65
	乙班	34	45.22	23.37
後測一作圖題總分	甲班	34	24.18	13.45
	乙班	34	25.10	12.12
後測一步驟題總分	甲班	34	18.88	13.68
	乙班	34	20.12	11.78
後測二總分	甲班	34	34.04	31.00
	乙班	34	31.06	22.16

4-1.2. 學業成就分組下甲乙班相關敘述統計

以下是在學業成就分組下，分別去看低學業成就組及高學業成就組中，甲班、乙班在上學期的成績，以及在教學實驗前的前測成績、教學實驗後的後測學習成就（包含後測一和二），和各階段不同問題所得到的相關數據的平均數與標準差，整理如下表 4-2 和表 4-3，所呈現的數據中可觀察到幾個現象，分述如下：

1. 在低學業成就組中，經教學實驗後，在後測學習成就（包含後測一和二）及各階段的成績表現上，乙班皆高於甲班。
2. 在高學業成就組中，經教學實驗後，在後測學習成就（包含後測一和二）及各階段的成績表現上，甲班皆高於乙班。

同樣地，以上所看到的敘述，在統計檢定上所呈現的結果也未必顯著，我們也將在後續利用統計的檢定方式來驗證。

4-1.2.1 低學業成就組

表 4-2 低學業成就分組下甲乙班相關敘述統計資料摘要總表

低學業成就分組	班別	個數	平均數	標準差
學期成績	甲班	17	44.47	20.08
	乙班	17	45.77	19.97
前測總分	甲班	17	4.12	3.72
	乙班	17	4.56	3.28
後測總分	甲班	17	37.85	37.64
	乙班	17	55.04	43.46
後測一總分	甲班	17	25.52	20.53
	乙班	17	33.91	23.33
後測一作圖題總分	甲班	17	15.32	11.15
	乙班	17	19.39	12.37
後測一步驟題總分	甲班	17	10.20	10.26
	乙班	17	14.52	11.56
後測二總分	甲班	17	12.33	19.38
	乙班	17	21.13	22.27

4-1.2.2 高學業成就組

表 4-3 高學業成就分組下甲乙班相關敘述統計資料摘要總表

高學業成就分組	班別	個數	平均數	標準差
學期成績	甲班	17	82.37	7.01
	乙班	17	81.03	6.02
前測總分	甲班	17	6.99	2.42
	乙班	17	7.13	0.59
後測總分	甲班	17	116.34	42.21
	乙班	17	97.52	32.17
後測一總分	甲班	17	60.59	19.75
	乙班	17	56.53	17.61
後測一作圖題總分	甲班	17	33.04	9.06
	乙班	17	30.81	8.98
後測一步驟題總分	甲班	17	27.55	10.99
	乙班	17	25.72	9.26
後測二總分	甲班	17	55.75	24.59
	乙班	17	40.99	17.53

4-2. 研究假設的檢驗

4-2.1. 教學設計與學業成就對學習成就的影響

假設一：教學設計與學業成就對於學習成就有顯著交互效果。

考驗假設一的虛無假設 H_0 1，敘述如下

H_0 1：教學設計與學業成就在學習成就上沒有顯著的交互效果。

【統計分析資料】

以下將教學設計與學業成就對學習成就的 2x2 二因子變異數分析資料整理如下表 4-4，我們可以很清楚地看到每一個交叉分組的人數資料與平均數（標準差）的資料。

表 4-4 2x2 二因子變異數分析資料（學習成就）

因子		學業成就		合計人數
		高	低	
教學設計	甲班(以文導圖)	實一高 (17人)	實一低 (17人)	(34人)
		<u>7.27</u>	<u>2.37</u>	<u>4.82</u>
	乙班(觸發)	控一高 (15人)	控一低 (14人)	(34人)
		<u>6.10</u>	<u>3.44</u>	<u>4.77</u>
合計	人數	(34人)	(34人)	(68人)
	平均數	<u>6.68</u>	<u>2.90</u>	<u>4.79</u>

註：底線的數字為後測一和二的學習成就總和平均數

在下表 4-5 二因子變異數分析摘要表中，我們可以看到主要效果與交互效果的檢定結果。

表 4-5 二因子變異數分析摘要表 (教學設計與學業成就對學習成就)

變異來源	SS	DF	MS	F	P
組間					
教學設計	11.266	1	11.266	0.007	0.932
學業成就	62188.963	1	62188.963	40.631	0.000**
教學設計* 學業成就	5508.643	1	5508.643	3.599	0.062
組內 (誤差)	97957.254	64	1530.582		
全體	165666.126	67			

以下的圖 4-1 和 4-2 則為不同個別線的交互效果剖面圖示。

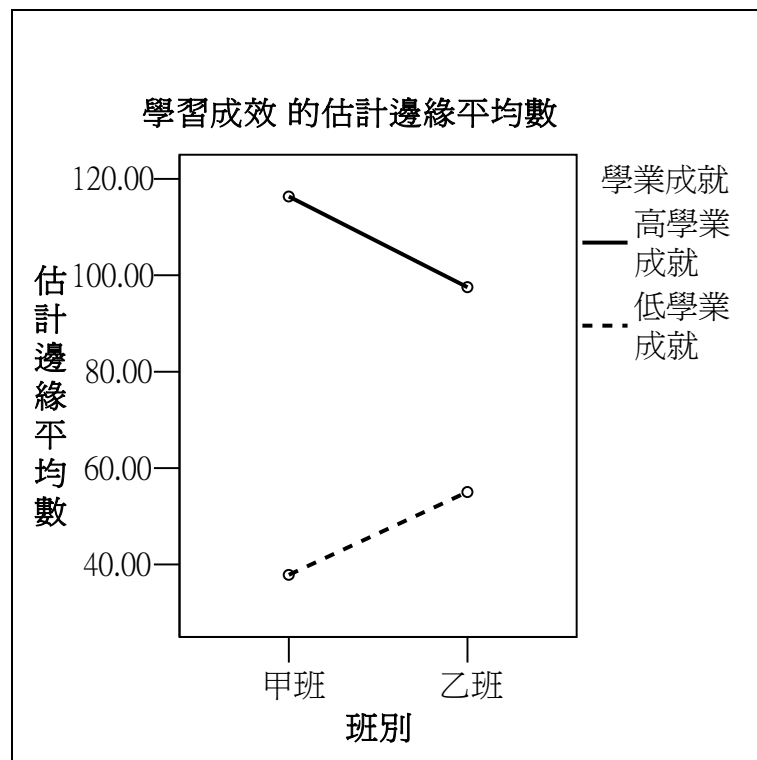


圖 4-1 教學設計與學業成就對學習成就影響之交互效果圖示 (以學業成就為個別線)

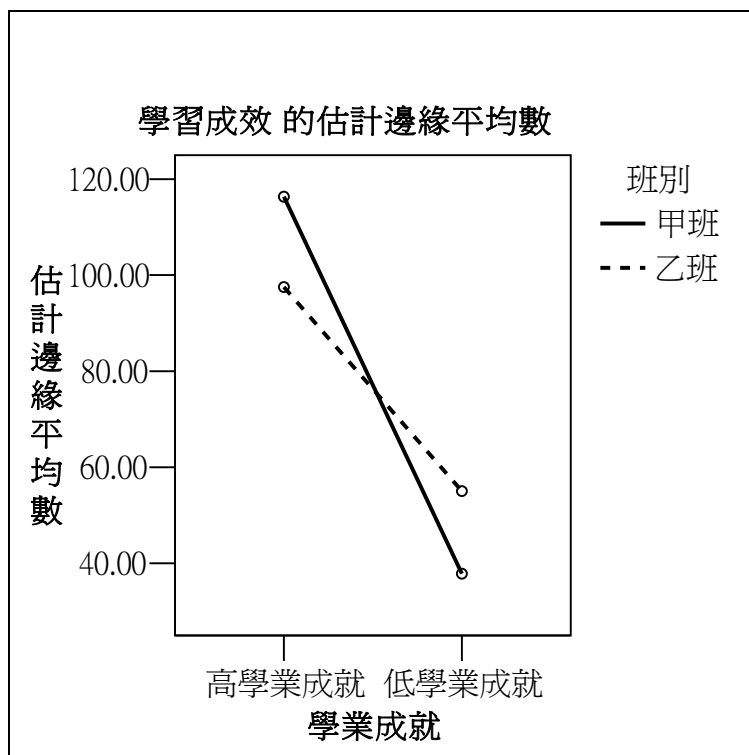


圖 4-2 教學設計與學業成就對學習成就影響之交互效果圖示
(以班別為個別線)

由表 4-5 二因子變異數分析摘要表中，我們可以看到教學設計和學業成就對學習成就的交互效果之檢定結果，F 值為 3.599，P 值為 0.062 > 0.05，顯示教學設計與學業成就在學習成就的表現沒有顯著交互效果。

在二因子變異數分析中，當交互效果沒有達到顯著時，任一個因子的效果都不會受到另一個因子的不同水準而有所不同，因此我們將進行主要效果的分析，討論在何種情況下，學習成就會提高或降低。今將主要效果變異數分析摘要如下表 4-6。

表 4-6 主要效果獨立樣本 t 考驗摘要表 (學習成就)

單純主要效果內容	Levene's test		t	自由度	顯著性 (雙尾)
	F檢定	顯著性			
教學設計因子					
高學業成就組	1.360	0.252	1.462	32	0.154
低學業成就組	1.035	0.317	-1.233	32	0.227
學業成就因子					
甲班	0.891	0.352	5.722	32	0.000**
乙班	1.545	0.223	3.239	32	0.003**

【假設驗證】

表 4-5 二因子變異數分析摘要表中，可以看到教學設計和學業成就對學習成就的交互效果之檢定結果，F 值為 3.599，P 值為 0.062 > 0.05，無法拒絕虛無假說 H_0 ，顯示教學設計與學業成就在學習成就的表現沒有顯著交互效果。假設一不成立。



【說明】

由表 4-6 主要效果獨立樣本 t 考驗摘要表中，可以看到在高學業成就組中，不同的教學設計在學習成就上並未呈顯著差異 (t 值為 1.462，P 值為 0.154 > 0.05)，顯示高學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班沒有差異。

同樣在低學業成就組中，不同的教學設計學習成就上也未呈顯著差異 (t 值為 -1.233，P 值為 0.227 > 0.05) 顯示低學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班也沒有差異。

由剖面圖來分析，圖 4-1 可以看出在乙班中的不同學業成就分組的學習成就差異，相較於甲班中的不同學業成就分組的學習成就差異縮小了，顯示乙班的教學設計，使得低學業成就組的學生有比較多的進步，拉近了和高學業成就組的學習成就。由圖 4-2 可以看出在低學業成就組中乙班的學習成就優於甲班，但在高學業成就組中，卻造成完全相反的現象，這顯示了兩組的教學設計，對低學業成就組的學生和高學業成就組形成不同的效果。

至於在表 4-6 的下半部，我們可分別在不同的教學設計 (以文導圖模式與觸

發模式)中,去看學業成就因子的單純主要效果,結果可發現不論在實驗組或控制組中,高學業成就組與低學業成就的學習成就皆達顯著差異,因為兩組在原本數學成績表現上本來就差異明顯,故可解釋為此兩組學生本質的必然結果,故不另做討論。

4-2.2. 學業成就對於教學設計在不同問題下的效果

進一步探討在學業成就分組下,不同的教學設計在程序性問題、記憶性問題和遷移題的表現。

假設二:相同學業成就學生對於不同教學模式在學習程序性知識有顯著差異。

考驗假設二的虛無假設 H_02 ,敘述如下

H_02 :相同學業成就學生對於不同教學模式在學習程序性知識沒有顯著差異。

【統計分析資料】

將各分組分班作圖題的敘述統計資料整理如下表 4-7,以及獨立樣本 t 考驗的結果整理如下表 4-8。

表 4-7 分組分班作圖題的平均數及標準差摘要表

分組分班作圖題成績		個數	平均數	標準差
低學業成就組	甲班(以文導圖)	17	15.32	11.15
	乙班(觸發)	17	19.39	12.37
高學業成就組	甲班(以文導圖)	17	33.04	9.06
	乙班(觸發)	17	30.81	8.98

表 4-8 學業成就獨立樣本 t 考驗摘要表 (作圖題)

比較樣本	Levene's test		t	自由度	顯著性 (雙尾)	
	F檢定	顯著性				
低學業成就組	甲班(以文導圖)	0.409	0.527	-1.007	32	0.321
	乙班(觸發)					
高學業成就組	甲班(以文導圖)	0.048	0.828	0.721	32	0.476
	乙班(觸發)					

【假設驗證】

由表 4-8 獨立樣本 t 考驗摘要表中，可以看到在低學業成就組中，不同的教學設計在學習成就上並未呈顯著差異 (t 值為 -1.007，P 值為 0.321 > 0.05)，顯示低學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班沒有差異。

同樣在高學業成就組中，不同的教學設計學習成就上也未呈顯著差異 (t 值為 0.721，P 值為 0.476 > 0.05) 顯示高學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班也沒有差異。

因此無法拒絕虛無假說 $H_0 2$ ，相同學業成就學生對於不同教學模式在學習程序性知識沒有顯著差異。假設二不成立。

假設三：相同學業成就學生對於不同教學模式在學習記憶性知識有顯著差異。

考驗假設三的虛無假設 $H_0 3$ ，敘述如下

$H_0 3$ ：相同學業成就學生對於不同教學模式在學習記憶性知識沒有顯著差異。

【統計分析資料】

將各分組分班步驟題的敘述統計資料整理如下表 4-9，以及獨立樣本 t 考驗的結果整理如下表 4-10。

表 4-9 分組分班步驟題的平均數及標準差摘要表

分組分班步驟題成績		個數	平均數	標準差
低學業成就組	甲班(以文導圖)	17	10.20	10.26
	乙班(觸發)	17	14.52	11.56
高學業成就組	甲班(以文導圖)	17	27.55	10.99
	乙班(觸發)	17	25.72	9.26

表 4-10 學業成就獨立樣本 t 考驗摘要表 (步驟題)

比較樣本	Levene's test		t	自由度	顯著性 (雙尾)
	F檢定	顯著性			
低學業成就組	甲班(以文導圖)	0.662	-1.152	32	0.258
	乙班(觸發)				
高學業成就組	甲班(以文導圖)	1.937	0.525	32	0.603
	乙班(觸發)				

【假設驗證】

由表 4-10 獨立樣本 t 考驗摘要表中，可以看到在低學業成就組中，不同的教學設計在學習成就上並未呈顯著差異（t 值為-1.152，P 值為 0.258 > 0.05），顯示低學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班沒有差異。

同樣在高學業成就組中，不同的教學設計學習成就上也未呈顯著差異（t 值為 0.525，P 值為 0.603 > 0.05）顯示高學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班也沒有差異。

因此無法拒絕虛無假說 H_03 ，相同學業成就學生對於不同教學模式在學習記憶性知識沒有顯著差異。假設三不成立。

假設四：相同學業成就學生對於不同教學模式在解決遷移性問題有顯著差異。

考驗假設四的虛無假設 H_04 ，敘述如下

H_04 ：相同學業成就學生對於不同教學模式在解決遷移性問題沒有顯著差異。

【統計分析資料】

將各分組分班遷移題的敘述統計資料整理如下表 4-11，以及獨立樣本 t 考驗的結果整理如下表 4-12。

表 4-11分組分班遷移題的平均數及標準差摘要表

分組分班遷移題成績		個數	平均數	標準差
低學業成就組	甲班(以文導圖)	17	12.33	19.38
	乙班(觸發)	17	21.13	22.27
高學業成就組	甲班(以文導圖)	17	55.75	24.59
	乙班(觸發)	17	40.99	17.53

表 4-12學業成就獨立樣本 t 考驗摘要表 (遷移題)

比較樣本	Levene's test		t	自由度	顯著性 (雙尾)
	F檢定	顯著性			
低學業成就組	甲班(以文導圖)	0.673	-1.229	32	0.228
	乙班(觸發)				
高學業成就組	甲班(以文導圖)	1.878	2.014	32	0.052
	乙班(觸發)				

【假設驗證】

由表 4-12 獨立樣本 t 考驗摘要表中，可以看到在低學業成就組中，不同的教學設計在學習成就上並未呈顯著差異（t 值為-1.229，P 值為 0.228 > 0.05），顯示低學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班沒有差異。

同樣在高學業成就組中，不同的教學設計學習成就上也未呈顯著差異（t 值為 2.014，P 值為 0.052 > 0.05）顯示高學業成就組在學習成就的表現，甲班與乙班也沒有差異。

因此無法拒絕虛無假說 H_04 ，相同學業成就學生對於不同教學模式在解決遷移性問題沒有顯著差異。假設四不成立。

【說明】

從程序性問題、記憶性問題和遷移題的實驗數據來看，「以文導圖模式」和「觸發模式」的學習成就上是沒有顯著差異的。

可是在對於學業成就的分組討論之下卻呈現了一致性的結果。在低學業成就組中，「觸發模式」在程序、記憶和遷移的成績皆高於「以文導圖模式」，如下圖 4-3；高學業成就組中，「以文導圖模式」在程序、記憶和遷移的成績皆高於「觸發模式」，如下圖 4-4。

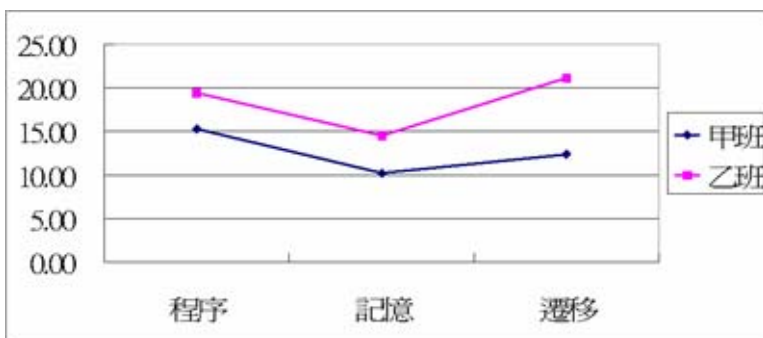


圖 4-3 低學習成就組的學習成就成績平均數比較折線圖

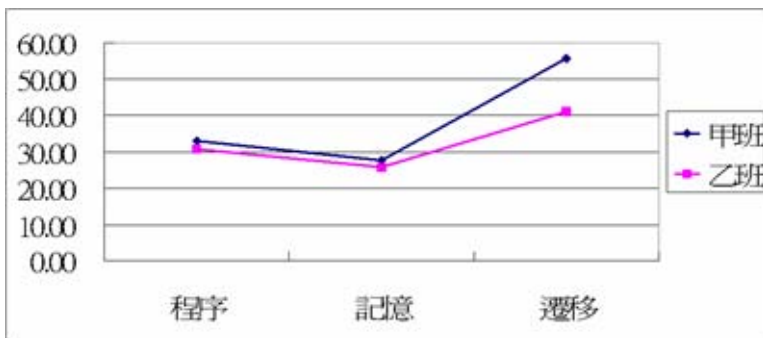


圖 4-4 高學習成就組的學習成就成績平均數比較折線圖

4-3. 結果摘要

將以上資料分析的重點與結果摘要如下表 4-13。

表 4-13 分析結果摘要表

分析重點	結果
教學設計與學業成就在學習成就的表現	沒有顯著交互效果
學習成就對於不同教學設計上的表現	以文導圖模式與觸發模式的學習成就沒有差異
低學業成就學生在程序性、記憶性和遷移性問題的表現	沒有顯著差異。但是「觸發模式」的平均成績高於「以文導圖模式」
高學業成就學生在程序性、記憶性和遷移性問題的表現	沒有顯著差異。但是「以文導圖模式」的平均成績高於「觸發模式」





第五章 結論與建議

本研究以準實驗法探討激發式動態呈現不同教學模式對學生在學習成就的影響。本章將針對本研究的結果作出結論與建議。本章共分成三節：第一節將依據第四章資料分析結果作出相關結論。第二節依據研究結果提出實務建議。第三節為後續研究的建議。

5-1. 研究結論



本研究採用準實驗研究法，以新竹市某國中七年級的兩個班級，分成兩組進行實驗教學。在研究的過程中，甲班進行『以文導圖模式』的教材教學，而乙班則進行『觸發模式』的教材教學。採用兩組的在校成績為共變數，檢測兩組在教學成效上的差異。

綜合研究結果分析與討論，本研究可以歸納出下列四點結論：

1. 對教學設計與學業成就在學習成就的表現沒有顯著交互效果。
2. 以文導圖模式與觸發模式的學習成就沒有顯著差異。
3. 對低學業成就的學生，兩種教學模式在程序、記憶和遷移皆未達顯著差異，但「觸發模式」的平均成績皆高於「以文導圖模式」。
4. 對高學業成就的學生，兩種教學模式在程序、記憶和遷移皆未達顯著差異，但「以文導圖模式」的平均成績皆高於「觸發模式」。

5-2. 實務上的建議

本研究以尺規作圖六大基本作圖當中的前四個作圖為教學的主要內容，此單元的內容在教學過程的訊息及教材物件元素皆有高度的相關性，且受到先備知識影響較少，因此在教材的呈現上較為自由，但是在設計上仍應遵循多媒體教材的設計原則，再加上激發式動態呈現特有的一些功能與呈現模式。由教學實驗的過程及結果，本研究提出有關教材製作、教學過程及教學環境三個方面在實務上的建議，分述如下：

1. 教材製作方面：

由本研究的結論可得，「以文導圖模式」與「觸發模式」所設計的教材在學習成就上並沒有顯著差異，也讓老師在教材設計的選擇上更有彈性。因此更能突顯「MathPS 系統」在教材設計上的優勢，利用激發式動態呈現的教學設計中物件控制的方法，適時展示教學的引導或提示所需的先備知識，協助學業成就較低的學生進行注意、組織到整合教學訊息。一旦學生已熟知學習中所需的先備知識，或教材本身難度不高，過多的說明和提示反而是多餘的，這也是在教材製作中要去注意到的，此問題可以透過安排可關閉多餘教學訊息的按鈕來解決。

2. 教學過程：

教師利用激發式動態呈現的教學設計的簡報進行教學時，為維持教學的流暢及教學品質的一致，建議在每個頁面的教學訊息都先有一套事先安排的循序出現模式，再考量在教學現場所面對的學生反應，適時呈現已安排好的教學訊息或關閉多餘的訊息。

研究者以激發式動態呈現不同教學模式的授課期間，也觀察了實驗班級當中的學習狀況，大致上來說，學生都能相當專注的跟著課程進行，也達成教學當中吸引學生注意力的效果，因此以激發式動態呈現教材教學，是相當可行的方式。

3. 教學環境：

在一般教室內以數學簡報方式進行教師授課為導向的教學，其中教室內的硬體支援也是一個影響教學的重要因素之一。以目前單槍投影機的流明（亮）度表現，要作到在不遮光的條件下也可清楚看見投影幕的內容已不是難事（避免學生在燈光不足之下，昏昏欲睡），而且投影機的單價也不再高不可攀，一般教師自有筆記電腦已相當普及。但是要在一般教室內，作到班班有單槍投影機，或許是礙於教育經費的因素，在目前中小學幾乎是看不到。

研究者本身的學校也只有目前七年級學生所使用的大樓符合上述條件，所以要利用激發式動態呈現教學內容，是需要授課教師事先克服硬體使用上的問題，甚至於要能解決一些軟硬體的突發狀況，才能夠順利的進行教學過程。

5-3. 未來方向



我們從多媒體的十項設計原則來看實驗結果，如「時間接近原則」應該是支持「以文導圖模式」的圖文同時呈現要好於「觸發模式」的接續呈現；再者「信號原則」也支持「以文導圖模式」的使用突顯標題與關鍵訊息的方式要好於沒有相同呈現方式的「觸發模式」，分析原因可能在於兩種教材呈現時，因為是學生沒有接觸過的課程，可能光要注意作圖的步驟，就讓低學業成就的學生學習上產生負荷，所以「以文導圖模式」的文字很可能對低學業成就的學生產生「多餘效應」的影響。

但是對於高學習成就的學生來說，事先出現在一旁的文字不但沒造成影響，還能先知道下一個步驟，反而增進了學習效果。另外對學習結果影響較大的部份可能是「個別差異原則」所造成，當然前面提過在尺規作圖部份，不需要許多的先備知識即可學習，但是對於當中一些數學上的概念，例如何謂「平分」、「四等分」、「倍數」和「比例」等等，仍會影響學生在此課程的學習。

為了更能證實上述的一些想法，也提出一些後續實驗的可行方向：

1. 研究對象增加：

本研究對象，因為時間和人力的限制，只有限於新竹市國中七年級之兩個班級的學生，建議未來的研究若可以增加研究對象的人數，會使實驗的結果更具有說服性。

2. 研究範圍增加：

本研究對象，因時間、人力的限制，只有限於新竹市的學生，建議未來的研究，可以比較不同地區（鄉村、都市）學生之差異性。

3. 研究時間延長：

本研究因受到時間上的限制，只有一節的教學時間，因此無法完整訓練學生在尺規作圖上的能力。若能增加研究的時間，相信更能看出學生在解題能力上明顯的改變。



4. 研究單元改變：

本研究只針對尺規作圖的部份來進行教學，還有另外兩個基本作圖尚未研究，並且有其它許多的數學單元教學也尚待研究。

參考文獻

- Baddeley, A. (1997). *Human memory: Theory and practice*: Allyn and Bacon.
- Byrnes, J. P. (2004). *心智、大腦與學習*. 臺北市: 紅葉文化.
- Chanlin, L. (1998). Animation to teach students of different knowledge levels. *Journal of Instructional Psychology*, 25(3), 166-175. Retrieved December 26, 2001, from EBSCOhost database (Academic Search Elite).
- Chen, M., & Tan, N. C. (2007). *A study of interactive mathematical environments for teacher with trigger-based animation*. Paper presented at the Asian Technology Conference in Mathematics, Taipei, Taiwan.
- Chen, M., Wu, H. M., and Tan, N. C. (2008). Making PowerPoint More Effective: A Test on Trigger-based Animation, 2nd International Cognitive Load Theory Conference, , Wollongong, Australia.
- Cook, L. K., & Mayer, R. E. (1988). Teaching readers about the structure of scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 448-456.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2000). *Cognitive psychology: A student's handbook* (4 ed.): Psychology Press.
- Holyoak, K. J., and Thagard, P. R. (1995). *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005). *The cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484-490.
- Paas, F.G.W.C., and van Merriënboer, J.J.G., (1994). "Variability of worked examples

and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach,
Journal of Educational Psychology, 86(1), 122-133.

Squire, L. R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, 232, 1612-1619.

Squire, L. R., & Kandel, E. R. (2001). *透視記憶*: 遠流出版社.

Sternberg, R. J. (2003). *Cognitive psychology* (3 ed.): Thomson Learning.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251.

李進福 (2006)。數學教材設計之研究—以視覺設計理論為基礎。國立交通大學，新竹。

林麗娟 (2000)。電腦視覺設計：動態性因素與學生特質探討。台北縣新莊市：輔仁大學出版社。

林煜庭 (2008)。彈性指標：多媒體學習中一種基於視覺認知理論的引導方式。國立交通大學，新竹。

邱皓政 (2002)。量化研究與統計分析體。台北：五南。

邱建偉 (2005)。在數學簡報系統上設計數學教材之研究。國立交通大學，新竹。

柯華葳 (2007)。智力測驗如何測出智商. *科學人雜誌網站* Retrieved 12.29, 2007, from <http://sa.ylib.com/circus/circusshow.asp?FDocNo=1014&CL=8>。

洪志成 (1985)。台北縣市國中學生數學科自我概念及其有關因素之研究。國立臺灣師範大學，臺北。

陳明璋 (2005)。數學簡報系統 *MathPS*。陳明璋主編。萬腦奔騰數學網 (第三輯)。新竹市：交通大學理學院網路學習碩士專班。

陳明璋 (2006)。數學簡報系統—一個克服數位落差之教師專業發展環境。發表於第十屆全球華人計算機教育研討會，北京清華大學。

路君約、程法泌 & 盧欽銘 (1991)。國民中學智力測驗指導手冊。臺北市：中國行為科學社。

潘正安 (1985)。國中學生科學態度之研究。國立臺灣師範大學，臺北。

蘇柏奇 (2006)。數學教材設計之研究—以知覺理論為基礎。國立交通大學，新

竹。



附件一 多媒體教材分頁表

第一張投影片說明—「使用說明」：

操作時間：30 秒

投影片內容：介紹使用方式，例如換頁、上一個步驟或下一個步驟。

內容如下。

教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p>使用說明</p> <ol style="list-style-type: none"> 用滑鼠點擊畫面左下方的 圖示，即可進入觸發模式 按鍵盤上的 ESC 鍵，即可離開觸發模式 在觸發模式中，操作按鈕說明如下： 以滑鼠左鍵直捷點選[作法]底下的文字，畫面即會顯示相對應文字步驟的動畫 在觸發模式中，要往上一個或下一個練習題時： 進到下一個練習題 回到上一個練習題 下一頁 	<p>使用說明</p> <ol style="list-style-type: none"> 用滑鼠點擊畫面左下方的 圖示，即可進入觸發模式 按鍵盤上的 ESC 鍵，即可離開觸發模式 在觸發模式中，要往下一個步驟時，有以下幾種方法： (1) 按鍵盤上的 Space 鍵(空白鍵)。 (2) 按鍵盤上的 PgDn 鍵。 (3) 在畫面中任意位置，點擊滑鼠左鍵。 (4) 將滑鼠滾輪往後推。 在觸發模式中，要往上一個步驟時，有以下幾種方法： (1) 按鍵盤上的 PgUp 鍵。 (2) 將滑鼠滾輪往前推。 在觸發模式中，要往上一個或下一個練習題時： 進到下一個練習題 回到上一個練習題 下一頁
教材分析	
1. 利用文字顏色改變來讓學生注意到要強調的地方。	

第二張投影片說明—「數學符號介紹」：

操作時間：60 秒

投影片內容：建立學生的先備知識，介紹線段的說法與弧的意義。

內容如下。

教學模式																	
以文導圖模式	觸發模式																
<p>數學符號介紹</p> <table border="1"> <tr> <td>例一：</td> <td>A ————— B 記為 \overline{AB}，唸做「線段AB」</td> </tr> <tr> <td>例二：</td> <td>————— L 唸做「直線L」</td> </tr> <tr> <td>例三：</td> <td>$\bullet Q$ 唸做「點Q」或「Q點」</td> </tr> <tr> <td>例四：</td> <td> 圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」</td> </tr> </table> <p> </p>	例一：	A ————— B 記為 \overline{AB} ，唸做「線段 AB 」	例二：	————— L 唸做「直線 L 」	例三：	$\bullet Q$ 唸做「點 Q 」或「 Q 點」	例四：	圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」	<p>數學符號介紹</p> <table border="1"> <tr> <td>例一：</td> <td>A ————— B 記為 \overline{AB}，唸做「線段AB」</td> </tr> <tr> <td>例二：</td> <td>————— L 唸做「直線L」</td> </tr> <tr> <td>例三：</td> <td>$\bullet Q$ 唸做「點Q」或「Q點」</td> </tr> <tr> <td>例四：</td> <td> 圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」</td> </tr> </table> <p> </p>	例一：	A ————— B 記為 \overline{AB} ，唸做「線段 AB 」	例二：	————— L 唸做「直線 L 」	例三：	$\bullet Q$ 唸做「點 Q 」或「 Q 點」	例四：	圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」
例一：	A ————— B 記為 \overline{AB} ，唸做「線段 AB 」																
例二：	————— L 唸做「直線 L 」																
例三：	$\bullet Q$ 唸做「點 Q 」或「 Q 點」																
例四：	圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」																
例一：	A ————— B 記為 \overline{AB} ，唸做「線段 AB 」																
例二：	————— L 唸做「直線 L 」																
例三：	$\bullet Q$ 唸做「點 Q 」或「 Q 點」																
例四：	圓規畫出的「藍色軌跡」稱為「弧」																
教材分析																	
1. 以表列說明，並且讓圖文的距離接近。																	

第三張投影片說明—「數學符號介紹」：

操作時間：60 秒

投影片內容：建立學生的先備知識，介紹角的表示法。

內容如下。

教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p style="text-align: center;">數學符號介紹</p>	<p style="text-align: center;">數學符號介紹</p>
教材分析	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 以表列說明，並且讓圖文的距離接近。 2. 利用文字顏色改變來讓學生注意到要強調的地方。 	

第四張投影片說明—「尺規作圖介紹」：

操作時間：60 秒

投影片內容：建立學生的先備知識，說明尺規作圖的意義。

內容如下。

教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p style="text-align: center;">尺規作圖</p> <p>1. 意義： 使用直尺和圓規來畫圖，而且直尺只用來畫直線，不利用上面刻度，叫做尺規作圖。</p> <p>2. 工具用途：</p> <p>(1) 直尺：只用來畫直線，不利用上面的刻度，即不用它來量長度。</p> <p>(2) 圓規：只用來畫弧、畫圓和量取兩點的距離。</p> <p style="text-align: right;">上一頁 下一頁</p>	<p style="text-align: center;">尺規作圖</p> <p>1. 意義： 使用直尺和圓規來畫圖，而且直尺只用來畫直線，不利用上面刻度，叫做尺規作圖。</p> <p>2. 工具用途：</p> <p>(1) 直尺：只用來畫直線，不利用上面的刻度，即不用它來量長度。</p> <p>(2) 圓規：只用來畫弧、畫圓和量取兩點的距離。</p> <p style="text-align: right;">上一頁 下一頁</p>
教材分析	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 以條列說明內容。 	

第五張投影片說明—「等線段作圖」：

操作時間：1 分 30 秒

投影片內容：複製等線段的作法。

各步驟分析如下。


教學模式

以文導圖模式

觸發模式

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$




[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度
3: 以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧
4: 交直線 l 於 Q 點
5: 則線段 PQ 即為所求

下頁 練習題 回首頁

1

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$



[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P

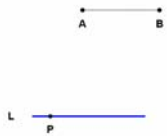
下頁 練習題 回首頁

1

口述內容：已知線段 \overline{AB}

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$




[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度
3: 以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧
4: 交直線 l 於 Q 點
5: 則線段 PQ 即為所求

下頁 練習題 回首頁

2

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$



[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P


下頁 練習題 回首頁

2

口述內容：畫一直線 l , 並取一點為 P

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$



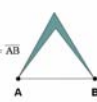
[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度
3: 以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧
4: 交直線 l 於 Q 點
5: 則線段 PQ 即為所求

下頁 練習題 回首頁

3

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$



[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度

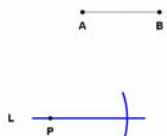
下頁 練習題 回首頁

3

口述內容：先量出線段 \overline{AB} 長度

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$




[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度
3: 以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧
4: 交直線 l 於 Q 點
5: 則線段 PQ 即為所求

下頁 練習題 回首頁

4

等線段作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] $PQ = \overline{AB}$



[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 作一直線 l , 並取一點為 P
2: 先量出線段 \overline{AB} 長度
3: 以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧

下頁 練習題 回首頁

4

口述內容：以 P 為圓心, 線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧

<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <p>1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p>字詞練習題 切實頁</p> <p>5</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <p>[作法]</p> <p>1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點</p> <p>字詞練習題 切實頁</p> <p>5</p>
--	--

口述內容：交直線 L 於 Q 點

<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <p>1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p>字詞練習題 切實頁</p> <p>6</p>	<p>等線段作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] $PQ = \overline{AB}$</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <p>[作法]</p> <p>1: 作一直線 L，並取一點為 P 2: 先量出線段 \overline{AB} 長度 3: 以 P 為圓心，線段 \overline{AB} 長度為半徑畫弧 4: 交直線 L 於 Q 點 5: 則線段 PQ 即為所求</p> <p>字詞練習題 切實頁</p> <p>6</p>
--	--

口述內容：則線段 PQ 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要複製的線段，因此使線段 AB 呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線，線段使用藍色易於讓學生分辨和原有文字的不同，而且容易注意。後續也都是一樣的呈現模式，讓學生能產生學習的關聯性。
3. 利用圖形連續呈現出張開圓規的動作，並停在最後的圖形，為接續下一個步驟。
4. 將前述出現的圓規物件直接移動至直線上，並且利用動畫效果的陀螺轉來呈現圓規的畫圓步驟，出現的弧線與直線採用相同顏色。
5. 在直線與弧線的交點處，出現點的名稱。由於是學生第一次學習，因次將這個步驟單獨呈現，後續的類似步驟就會採用連續呈現。
6. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，表示所要複製出來的線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

第六張投影片說明—「練習一」：

操作時間：2分

投影片內容：複製兩倍線段的作法。

各步驟分析如下。

教學模式


以文導圖模式

觸發模式

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度
3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧
4: 交直線L於R點
5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧
6: 交直線L於Q點
7: 則線段PQ即為所求

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$




上頁 練習題 下頁 回首頁

1

練習一

[作法]
已知線段AB

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$



上頁 練習題 下頁 回首頁

1

口述內容：已知線段 AB

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度
3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧
4: 交直線L於R點
5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧
6: 交直線L於Q點
7: 則線段PQ即為所求

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$




上頁 練習題 下頁 回首頁

2

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$



上頁 練習題 下頁 回首頁

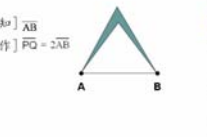
2

口述內容：作一直線 L, 並取一點為 P

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度
3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧
4: 交直線L於R點
5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧
6: 交直線L於Q點
7: 則線段PQ即為所求

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$




上頁 練習題 下頁 回首頁

3

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$



上頁 練習題 下頁 回首頁

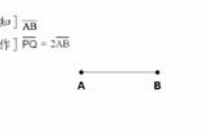
3

口述內容：先量出線段 AB 長度

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度
3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧
4: 交直線L於R點
5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧
6: 交直線L於Q點
7: 則線段PQ即為所求

[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$



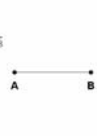
上頁 練習題 下頁 回首頁

4

練習一

[作法]
已知線段AB
1: 作一直線L, 並取一點為P
2: 先量出線段AB長度
3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧

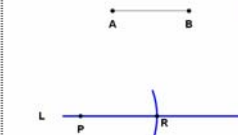
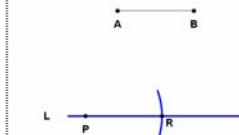
[已知] \overline{AB}
[求作] $\overline{PQ} = 2\overline{AB}$



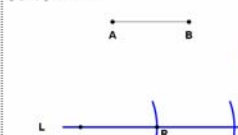
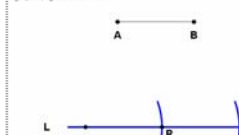
上頁 練習題 下頁 回首頁

4

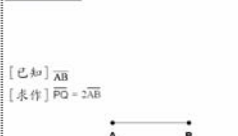

口述內容：以 P 為圓心, 線段 AB 長度為半徑畫弧

<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p> <p>7: 則線段PQ即為所求</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---


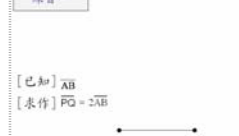
口述內容：交直線 L 於 R 點

<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p> <p>7: 則線段PQ即為所求</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---

口述內容：再以 R 為圓心, 相同長度為半徑畫弧

<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p> <p>7: 則線段PQ即為所求</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
---	--

口述內容：交直線 L 於 Q 點

<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p> <p>7: 則線段PQ即為所求</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>練習一</p> <p>[作法]</p> <p>已知線段AB</p> <p>1: 作一直線L, 並取一點為P</p> <p>2: 先量出線段AB長度</p> <p>3: 以P為圓心, 線段AB長度為半徑畫弧</p> <p>4: 交直線L於R點</p> <p>5: 再以R為圓心, 相同長度為半徑畫弧</p> <p>6: 交直線L於Q點</p> <p>7: 則線段PQ即為所求</p>  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---

投影片步驟：則線段 PQ 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要複製的線段, 因此使線段 AB 呈現動畫的閃光燈泡效果, 引起學生的注意。
2. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
3. 利用圖形連續呈現出張開圓規的動作, 並停在最後的圖形, 為接續下一個步驟。
4. 將前述出現的圓規物件直接移動至直線上, 並且利用動畫效果的陀螺轉來呈現圓規的畫圓步驟, 出現的弧線與直線採用相同顏色。
5. 在直線與弧線的交點處, 出現點的名稱。

- 重覆(4.)的作圖動作。
- 重覆(5.)的作圖動作。
- 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，表示所要複製出來的線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

- 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
- 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
- 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

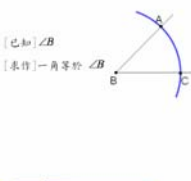
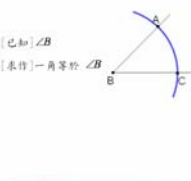
第七張投影片說明—「等角作圖」：

操作時間：2分

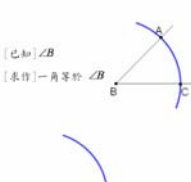
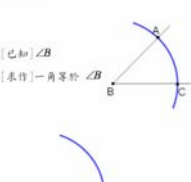
投影片內容：複製等角度的作法。

各步驟分析如下。

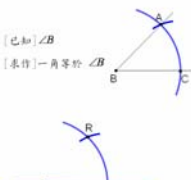
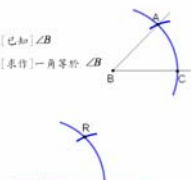
教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p>1</p>	<p>1</p>
口述內容：已知 $\angle B$	
<p>2</p>	<p>2</p>
口述內容：作一直線 L，並取一點為 P	

<p>等角作圖</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 一角等於 $\angle B$</p>  <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>等角作圖</p> <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---

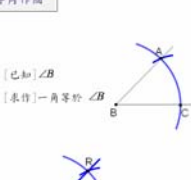
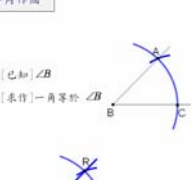
口述內容：以 B 為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 A、C 兩點

<p>等角作圖</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 一角等於 $\angle B$</p>  <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>等角作圖</p> <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---

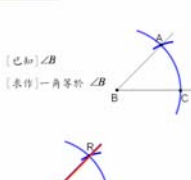
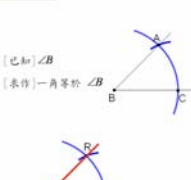
口述內容：以 P 為圓心，線段 BC 長度為半徑畫弧，交直線 L 於 Q 點

<p>等角作圖</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 一角等於 $\angle B$</p>  <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>等角作圖</p> <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
---	---

口述內容：以 Q 為圓心，線段 AC 長度為半徑畫弧，交前弧於 R 點

<p>等角作圖</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 一角等於 $\angle B$</p>  <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>等角作圖</p> <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	---

口述內容：連接線段 PR

<p>等角作圖</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 一角等於 $\angle B$</p>  <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>等角作圖</p> <p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L, 並取一點為P 2: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 3: 以P為圓心, 線段BC長度為半徑畫弧, 交直線L於Q點 4: 以Q為圓心, 線段AC長度為半徑畫弧, 交前弧於R點 5: 連接線段PR 6: 則 $\angle RPQ$ 即為所求  <p>上頁 下頁 回首頁</p>
--	--

口述內容：則 $\angle RPQ$ ，即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要複製的角度圖形，因此使角度圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
3. 利用圓規物件與陀螺轉的動作表示出畫弧的步驟，並接續出現交點名稱。
4. 圓規物件先出現在前一個步驟的消失處，表示開口大小並無改變，再將出現的圓規物件直接移動至直線上畫弧，並接續出現交點名稱。
5. 此處的量取線段 AC 長度的動作，是採用開口大小正好為所畫出的弧與中心點距離的方式，再直接移動到至直線上畫弧，並接續出現交點名稱。
6. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
7. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，表示所要複製出來的角度，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

第八張投影片說明—「練習二」：

操作時間：2 分 30 秒

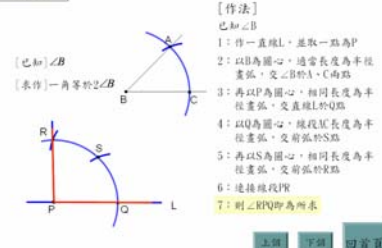
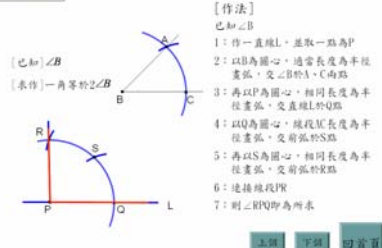
投影片內容：複製兩倍角度的作法。

各步驟分析如下。



教學模式

以文導圖模式	觸發模式
口述內容：已知 $\angle B$	
口述內容：作一直線 L，並取一點為 P	

<p style="text-align: center;">練習二</p> <p>已知 $\angle B$</p> <p>〔操作〕一角等於 $2\angle B$</p>  <p>〔作法〕</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L，並取一點為P 2: 以B為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於A、C兩點 3: 再以P為圓心，相同長度為半徑畫弧，交直線L於Q點 4: 以Q為圓心，線段AC長度為半徑畫弧，交前弧於S點 5: 再以S為圓心，相同長度為半徑畫弧，交前弧於R點 6: 連接線段PR 7: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p style="text-align: right;">8</p>	<p style="text-align: center;">練習二</p> <p>已知 $\angle B$</p> <p>〔操作〕一角等於 $2\angle B$</p>  <p>〔作法〕</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 作一直線L，並取一點為P 2: 以B為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於A、C兩點 3: 再以P為圓心，相同長度為半徑畫弧，交直線L於Q點 4: 以Q為圓心，線段AC長度為半徑畫弧，交前弧於S點 5: 再以S為圓心，相同長度為半徑畫弧，交前弧於R點 6: 連接線段PR 7: 則 $\angle RPQ$ 即為所求 <p style="text-align: right;">8</p>
--	---

口述內容：則 $\angle RPQ$ ，即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要複製的角度圖形，因此使角度圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
3. 利用圓規物件與陀螺轉的動作表示出畫弧的步驟，並接續出現交點名稱。
4. 圓規物件先出現在前一個步驟的消失處，表示開口大小並無改變，再將出現的圓規物件直接移動至直線上畫弧，並接續出現交點名稱。
5. 此處的量取線段 AC 長度的動作，是採用開口大小正好為所畫出的弧與中心點距離的方式，再直接移動到至直線上畫弧，並接續出現交點名稱。
6. 直接出現圓規物件畫弧，並接續出現交點名稱。
7. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
8. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，表示所要複製出來的角度，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

第九張投影片說明—「垂線平分線作圖」：

操作時間：1 分 30 秒

投影片內容：作已知線段垂直平分線的作法。

各步驟分析如下。

教學模式

以文導圖模式

觸發模式

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧
3: 兩弧相交於 C、D 兩點
4: 連接直線 CD
5: 則直線 CD 即為所求

上頁 下頁 回首頁

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}

上頁 下頁 回首頁

口述內容：已知線段 AB

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧
3: 兩弧相交於 C、D 兩點
4: 連接直線 CD
5: 則直線 CD 即為所求

上頁 下頁 回首頁

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧

上頁 下頁 回首頁

口述內容：以 A 為圓心，大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧
3: 兩弧相交於 C、D 兩點
4: 連接直線 CD
5: 則直線 CD 即為所求

上頁 下頁 回首頁

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧

上頁 下頁 回首頁

口述內容：以 B 為圓心，相同長度為半徑畫弧

垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧
3: 兩弧相交於 C、D 兩點
4: 連接直線 CD
5: 則直線 CD 即為所求

上頁 下頁 回首頁

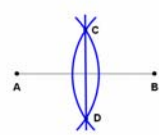
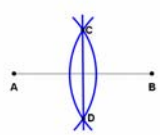
垂直平分線作圖

[已知] \overline{AB}
[求作] \overline{AB} 的中垂線

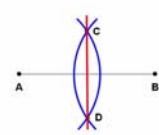
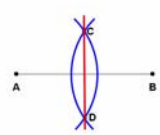
[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 以 A 為圓心, 大於 $\frac{1}{2} \overline{AB}$ 長度為半徑畫弧
2: 以 B 為圓心, 相同長度為半徑畫弧
3: 兩弧相交於 C、D 兩點

上頁 下頁 回首頁

口述內容：兩弧相交於 C、D 兩點

<p>垂直平分線作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] \overline{AB} 的中垂線</p>  <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}$ \overline{AB} 長度為半徑畫弧 2: 以B為圓心, 相同長度為半徑畫弧 3: 兩弧相交於C、D兩點 4: 連接直線CD 5: 則直線CD即為所求</p> <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>垂直平分線作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] \overline{AB} 的中垂線</p>  <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}$ \overline{AB} 長度為半徑畫弧 2: 以B為圓心, 相同長度為半徑畫弧 3: 兩弧相交於C、D兩點 4: 連接直線CD</p> <p>上頁 下頁 回首頁</p>
---	--

口述內容：連接直線 CD

<p>垂直平分線作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] \overline{AB} 的中垂線</p>  <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}$ \overline{AB} 長度為半徑畫弧 2: 以B為圓心, 相同長度為半徑畫弧 3: 兩弧相交於C、D兩點 4: 連接直線CD 5: 則直線CD即為所求</p> <p>上頁 下頁 回首頁</p>	<p>垂直平分線作圖</p> <p>[已知] \overline{AB} [求作] \overline{AB} 的中垂線</p>  <p>[作法] 已知線段 \overline{AB} 1: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}$ \overline{AB} 長度為半徑畫弧 2: 以B為圓心, 相同長度為半徑畫弧 3: 兩弧相交於C、D兩點 4: 連接直線CD 5: 則直線CD即為所求</p> <p>上頁 下頁 回首頁</p>
---	---

口述內容：則直線 CD 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要平分的圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 利用圓規物件與陀螺轉的動作表示出畫弧的步驟。
3. 同(2.)的呈現方式。
4. 在兩弧線的交點處，出現點的名稱。
5. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
6. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

第十張投影片說明—「練習三」：

操作時間：2分30秒

投影片內容：作已知線段長度四等分的作法。

各步驟分析如下。

教學模式

以文導圖模式

觸發模式

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點
3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點
4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}BE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點
5: 連接直線 FG、HI
6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}

口述內容：已知線段 AB

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點
3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點
4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}BE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點
5: 連接直線 FG、HI
6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點

口述內容：分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點
3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點
4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}BE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點
5: 連接直線 FG、HI
6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點

口述內容：連接直線 CD，交線段 AB 於 E 點

練習三

[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

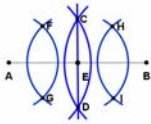
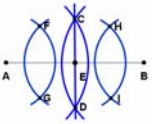
[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點
3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點
4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}BE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點
5: 連接直線 FG、HI
6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求

練習三

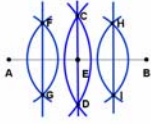
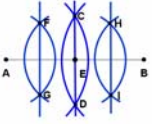
[已知] \overline{AB}
[求作] 將 \overline{AB} 四等分

[作法]
已知線段 \overline{AB}
1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AB$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點
2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點
3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點

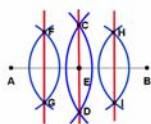
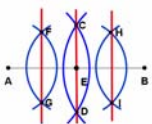
口述內容：分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點

<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 <li style="background-color: yellow;">4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 5: 連接直線 FG、HI 6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求 <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>	<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 <li style="background-color: yellow;">4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>
---	--

口述內容：分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點

<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 <li style="background-color: yellow;">5: 連接直線 FG、HI 6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求 <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>	<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 <li style="background-color: yellow;">5: 連接直線 FG、HI <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>
---	---

口述內容：連接直線 FG、HI

<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 5: 連接直線 FG、HI <li style="background-color: yellow;">6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求 <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>	<p style="text-align: center;">練習三</p> <p>[已知] \overline{AB}</p> <p>[求作] 將 \overline{AB} 四等分</p>  <p style="text-align: right;">[作法]</p> <p>已知線段 \overline{AB}</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 分別以 A、B 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AB}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 C、D 兩點 2: 連接直線 CD，交線段 \overline{AB} 於 E 點 3: 分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{AE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 F、G 兩點 4: 分別以 B、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}\overline{BE}$ 長度為半徑畫弧，兩弧相交於 H、I 兩點 5: 連接直線 FG、HI <li style="background-color: yellow;">6: 則直線 CD、FG、HI 即為所求 <p style="text-align: right;"> 上頁 下頁 回首頁 </p>
---	---

口述內容：則直線 CD、FG、HI 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要平分的圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 利用圓規物件與陀螺轉的動作表示出畫弧的步驟，並在兩弧線的交點處，接續出現點的名稱。
3. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線，並在直線與弧線的交點處，出現點的名稱。
4. 同(2.)的呈現方式。
5. 同(2.)的呈現方式
6. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
7. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，再次強調本作圖目的。

教材分析









1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

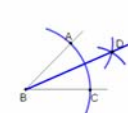
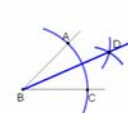
第十一張投影片說明—「角平分線作圖」：

操作時間：1 分 30 秒

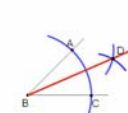
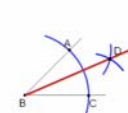
投影片內容：作已知角度的角平分線的作法。

各步驟分析如下。

教學模式	
以文導圖模式	觸發模式
<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>1</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>1</p>
口述內容：已知 $\angle B$	
<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>2</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>2</p>
口述內容：以 B 為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 A、C 兩點	
<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>3</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>3</p>
口述內容：以 A 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧	
<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>4</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p>  <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點</p> <p>上頁 下頁 練習題 回首頁</p> <p>4</p>
口述內容：以 C 為圓心，相同長度為半徑畫弧，交前弧於 D 點	

<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p> <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p>  <p>上頁 下頁 首頁</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p> <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD</p>  <p>上頁 下頁 首頁</p>
---	--

口述內容：連接線段 BD

<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p> <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p>  <p>上頁 下頁 首頁</p>	<p>角平分線作圖</p> <p>[已知] $\angle B$ [求作] $\angle B$ 的角平分線</p> <p>[作法] 已知 $\angle B$ 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 以A為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 以C為圓心, 相同長度為半徑畫弧, 交前弧於D點 4: 連接線段BD 5: 則線段BD即為所求</p>  <p>上頁 下頁 首頁</p>
---	---

口述內容：則線段 BD 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要平分的角度圖形，因此使角度圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 利用圓規物件的動作表示出畫弧的步驟，並接續出現交點名稱。
3. 利用圓規物件的動作表示出畫弧的步驟。
4. 同(3.)的作圖方式，並接續出現兩弧交點名稱。
5. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
6. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

第十二張投影片說明—「練習四」：

操作時間：2分30秒

投影片內容：將已知角四等分的作法。

各步驟分析如下。

教學模式


以文導圖模式

觸發模式

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧
- 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點
- 4: 分別以A、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點
- 5: 分別以C、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點
- 6: 連接直線FG, DG
- 7: 則直線BD、BF、DG即為所求


上頁 練習題 回首頁

1

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點

上頁 練習題 回首頁


1

口述內容：已知 $\angle B$

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧
- 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點
- 4: 分別以A、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點
- 5: 分別以C、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點
- 6: 連接直線FG, DG
- 7: 則直線BD、BF、DG即為所求


上頁 練習題 回首頁

2

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點

上頁 練習題 回首頁


2

口述內容：以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧
- 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點
- 4: 分別以A、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點
- 5: 分別以C、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點
- 6: 連接直線FG, DG
- 7: 則直線BD、BF、DG即為所求


上頁 練習題 回首頁

3

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧

上頁 練習題 回首頁


3

口述內容：分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧
- 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點
- 4: 分別以A、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點
- 5: 分別以C、E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點
- 6: 連接直線FG, DG
- 7: 則直線BD、BF、DG即為所求


上頁 練習題 回首頁

4

練習四

已知 $\angle B$

[操作] 將 $\angle B$ 四等分



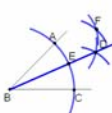
[作法]
已知 $\angle B$

- 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A、C兩點
- 2: 分別以A、C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧
- 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點

上頁 練習題 回首頁

4

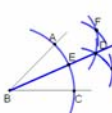
口述內容：兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點

<p>練習四</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 將 $\angle B$ 四等分</p>  <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>	<p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 分別以A, C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點 4: 分別以A, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點 5: 分別以C, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點 6: 連接直線BF, BG 7: 則直線BD, BF, BG即為所求 <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>
--	--

5

5

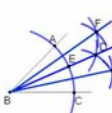
口述內容：分別以 A、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧，兩弧交於 F 點

<p>練習四</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 將 $\angle B$ 四等分</p>  <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>	<p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 分別以A, C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點 4: 分別以A, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點 5: 分別以C, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點 6: 連接直線BF, BG 7: 則直線BD, BF, BG即為所求 <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>
--	--

6

6

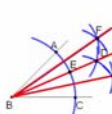
口述內容：分別以 C、E 為圓心，大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧，兩弧交於 G 點

<p>練習四</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 將 $\angle B$ 四等分</p>  <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>	<p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 分別以A, C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點 4: 分別以A, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點 5: 分別以C, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點 6: 連接直線BF, BG 7: 則直線BD, BF, BG即為所求 <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>
--	--

7

7

口述內容：連接直線 BF、BG

<p>練習四</p> <p>[已知] $\angle B$</p> <p>[求作] 將 $\angle B$ 四等分</p>  <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>	<p>[作法]</p> <p>已知 $\angle B$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 以B為圓心, 適當長度為半徑畫弧, 交 $\angle B$ 於A, C兩點 2: 分別以A, C為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AC$ 長度為半徑畫弧 3: 兩弧交於D點, 連接直線BD, 交AC弧於E點 4: 分別以A, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}AE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於F點 5: 分別以C, E為圓心, 大於 $\frac{1}{2}CE$ 長度為半徑畫弧, 兩弧交於G點 6: 連接直線BF, BG 7: 則直線BD, BF, BG即為所求 <p style="text-align: right;">上頁 練習題 回首頁</p>
--	--

8

8

口述內容：則直線 BD、BF、BG 即為所求

動畫過程簡述

1. 首先引導學生觀察要平分的角度圖形，因此使角度圖形呈現動畫的閃光燈泡效果，引起學生的注意。
2. 利用圓規物件的動作表示出畫弧的步驟，並接續出現交點名稱。
3. 利用相同大小的圓規物件，重複兩次畫弧的步驟。
4. 出現兩弧交點名稱，再用物件呈現筆和直尺繪製直線。
5. 同(3.)的作圖方式，並接續出現交點名稱。

6. 同(5.)。
7. 採用物件呈現筆和直尺繪製直線。
8. 利用動畫的擦去效果來呈現紅色線段，再次強調本作圖目的。

教材分析

1. 兩個教材皆使用了文字、聲音與圖像(雙通道假設與形式原則)。
2. 當動畫進行時，以文導圖模式同時呈現出對應的文字步驟，而觸發模式是在動畫完畢之後，才出現相對應的文字步驟(時間接近原則與重覆效應)。
3. 以文導圖模式在相對應的文字步驟敘述上呈現黃色的指標，而觸發模式則沒有使用指標(信號原則與彈性指標)。

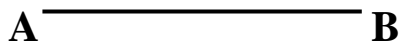


附件二 前測試卷內容

問題一：

已知 \overline{AB} ，求作 $\overline{PQ} = \overline{AB}$ 。

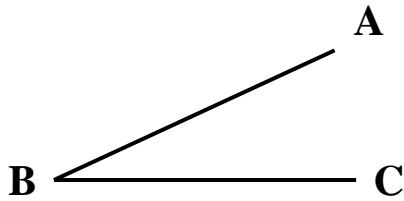
作圖：



問題二：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle RPQ = \angle ABC$ 。

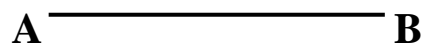
作圖：



問題三：

已知 \overline{AB} ，求作 \overline{AB} 的垂直平分線。

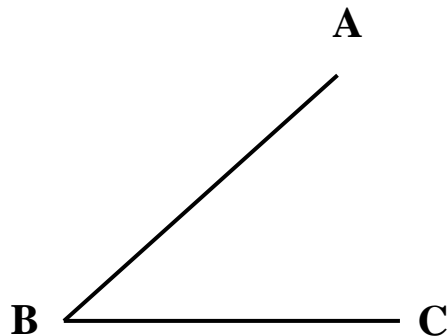
作圖：



問題四：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle ABC$ 的角平分線。

作圖：




附件三 後測一試卷內容

問題一：

已知 \overline{AB} ，求作 $\overline{PQ} = \overline{AB}$ 。

作圖：

A  **B**

作圖步驟：

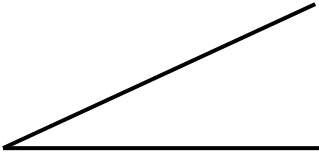
已知線段 AB

- 1：畫一直線 L ，並取一點為_____
- 2：先量出線段_____長度
- 3：以_____為圓心，線段_____長度為半徑畫弧
- 4：交直線 L 於_____點
- 5：則線段_____即為所求

問題二：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle RPQ = \angle ABC$ 。

作圖：

A

B **C**

作圖步驟：

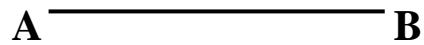
已知 $\angle B$

- 1：作一直線 L ，並取一點為_____
- 2：以_____為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 D 、 E 兩點
- 3：以_____為圓心，相同長度為半徑畫弧，交直線 L 於_____點
- 4：以_____為圓心，線段_____長度為半徑畫弧，交前弧於_____點
- 5：連接線段_____
- 6：則 $\angle RPQ$ ，即為所求

問題三：

已知 \overline{AB} ，求作 \overline{AB} 的垂直平分線。

作圖：



作圖步驟：

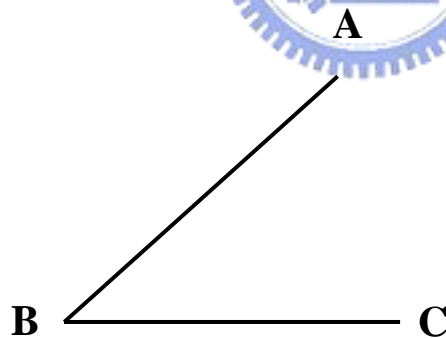
已知線段 AB

- 1：以 _____ 為圓心，大於 _____ 長度為半徑畫弧
- 2：以 _____ 為圓心，相同長度為半徑畫弧
- 3：兩弧相交於 _____、_____ 兩點
- 4：連接直線 _____
- 5：則直線 _____ 即為所求

問題四：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle ABC$ 的角平分線。

作圖：



作圖步驟：

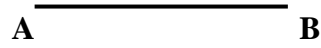
已知 $\angle B$

- 1：以 _____ 為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 D 、 E 兩點
- 2：以 _____ 為圓心，大於 _____ 長度為半徑畫弧
- 3：以 _____ 為圓心，相同長度為半徑畫弧，交前弧於 _____ 點
- 4：連接線段 _____
- 5：則線段 _____ 即為所求

附件四 後測二試卷

問題一：

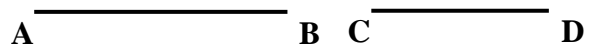
已知 \overline{AB} ，求作 $\overline{PQ} = 3\overline{AB}$ 。



作圖：

問題二：

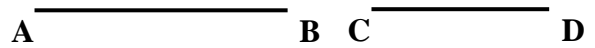
已知 \overline{AB} ，求作 $\overline{PQ} = \overline{AB} + \overline{CD}$ 。



作圖：

問題三：

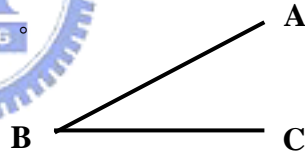
已知 \overline{AB} ，求作 $\overline{PQ} = \overline{AB} - \overline{CD}$ 。



作圖：

問題四：

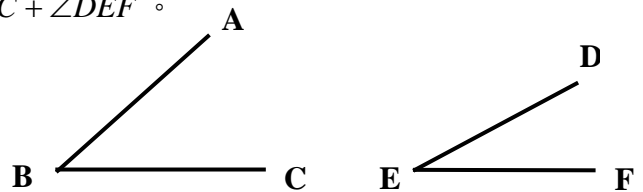
已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle RPQ = 3\angle ABC$ 。



作圖：

問題五：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle RPQ = \angle ABC + \angle DEF$ 。

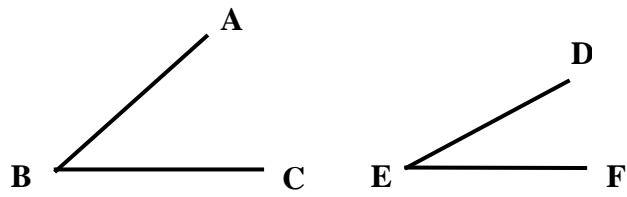


作圖：

問題六：

已知 $\angle ABC$ ，求作 $\angle RPQ = \angle ABC - \angle DEF$ 。

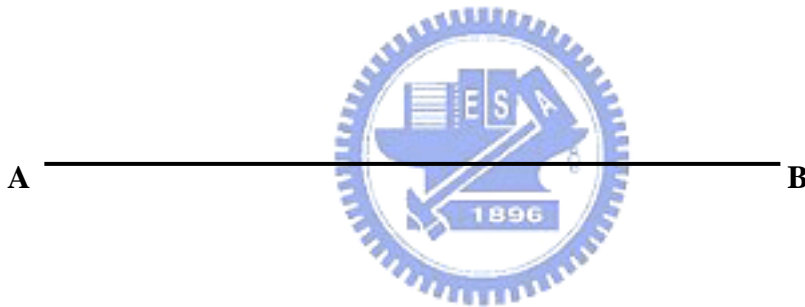
作圖：



問題七：

已知 \overline{AB} ，在 \overline{AB} 上找一個 C 點，使得 $\overline{AC} : \overline{CB} = 1 : 3$ 。

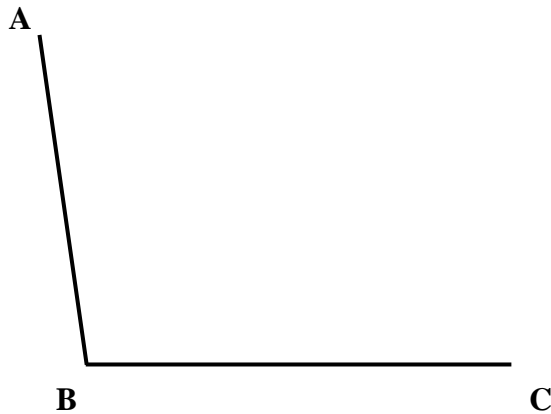
作圖：



問題八：

已知 $\angle ABC$ ，求作 \overline{BD} ，使得 $\angle ABD : \angle DBC = 1 : 3$ 。





作圖：



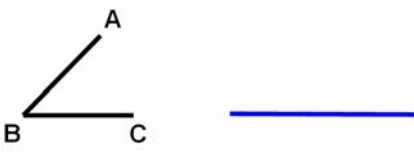
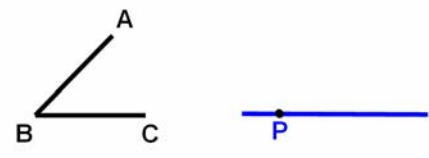
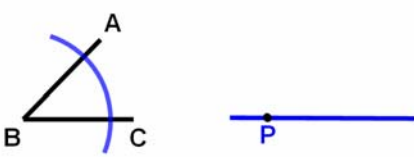
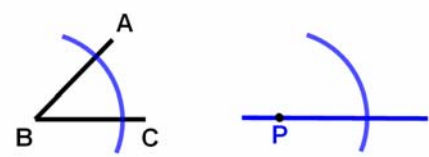
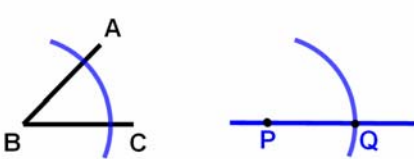
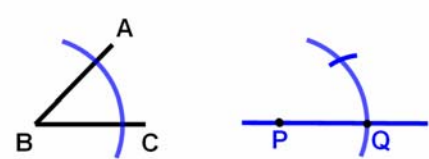
附件五 計分標準表


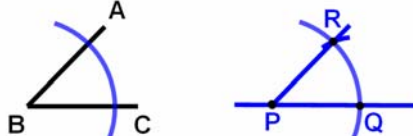
前測

問題一計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分

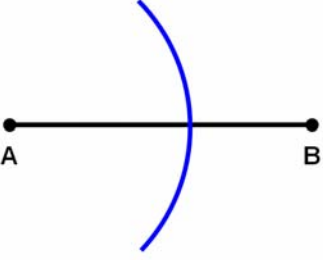
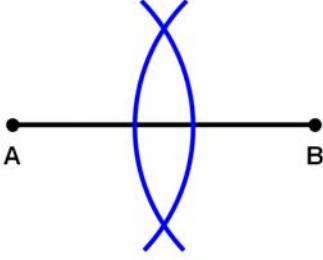
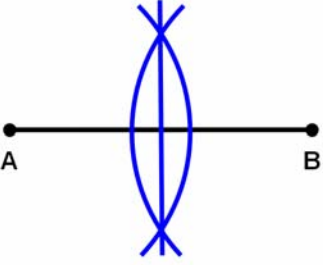
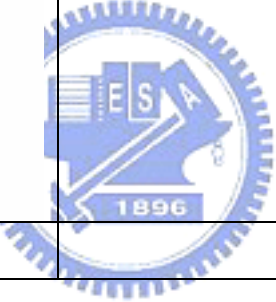
問題二計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分

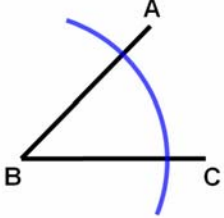
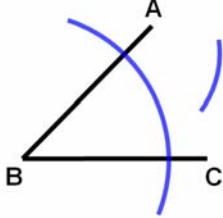
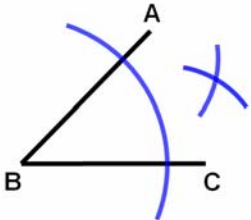
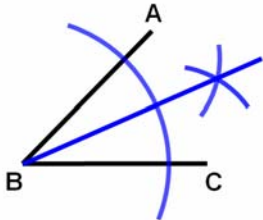
	
7 分	8 分



問題三計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	

問題四計分標準

	
<p>1 分</p>	<p>2 分</p>
	
<p>3 分</p>	<p>4 分</p>

後測一

作圖題計分方式如前測。

步驟題

問題一：6分

- 1：畫一直線 L ，並取一點為 P
- 2：先量出線段 AB 長度
- 3：以 P 為圓心，線段 AB 長度為半徑畫弧
- 4：交直線 L 於 Q 點
- 5：則線段 PQ 即為所求

問題二：8分

- 1：作一直線 L ，並取一點為 P
- 2：以 B 為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 D 、 E 兩點
- 3：以 P 為圓心，相同長度為半徑畫弧，交直線 L 於 Q 點
- 4：以 Q 為圓心，線段 DE 長度為半徑畫弧，交前弧於 R 點
- 5：連接線段 PR

問題三：7分



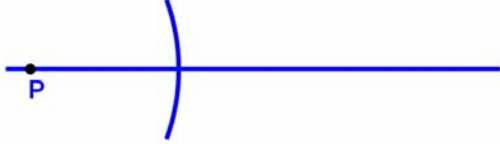
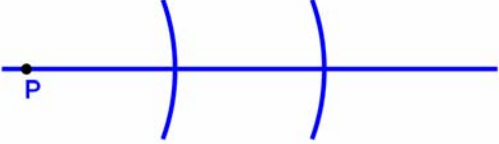
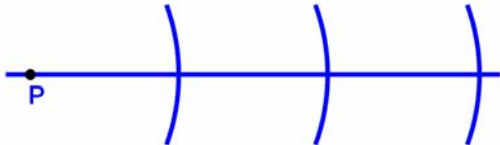
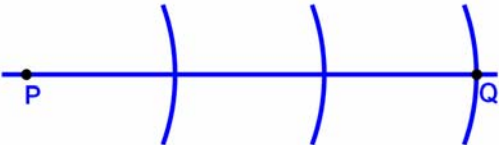
- 1：以 A 為圓心，大於 $1/2AB$ 長度為半徑畫弧
- 2：以 B 為圓心，相同長度為半徑畫弧
- 3：兩弧相交於 C 、 D 兩點
- 4：連接直線 CD
- 5：則直線 CD 即為所求

問題四：7分



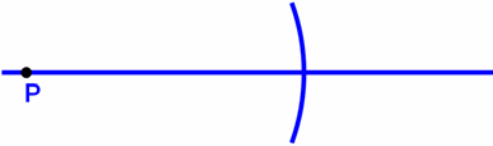
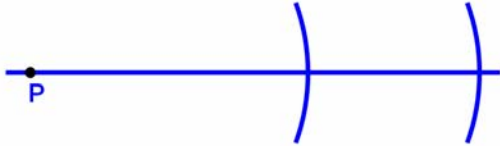
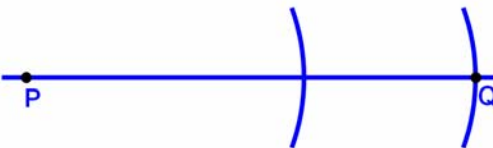
- 1：以 B 為圓心，適當長度為半徑畫弧，交 $\angle B$ 於 D 、 E 兩點
- 2：以 D 為圓心，大於 $1/2DE$ 長度為半徑畫弧
- 3：以 E 為圓心，相同長度為半徑畫弧，交前弧於 F 點
- 4：連接線段 BF
- 5：則線段 BF 即為所求

後測二




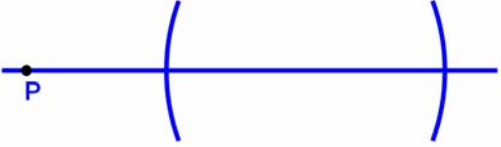
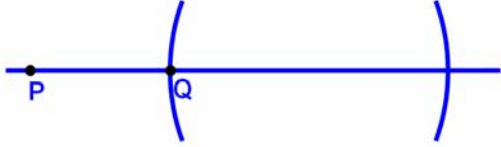
問題一計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分







問題計二分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	

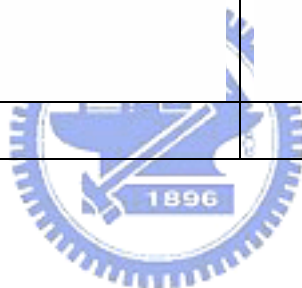
問題三計分標準

	
<p>1 分</p>	<p>2 分</p>
	
<p>3 分</p>	<p>4 分</p>
	
<p>5 分</p>	

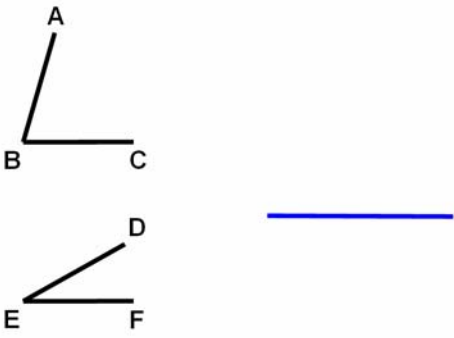
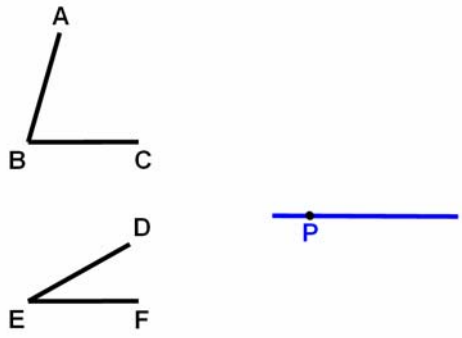
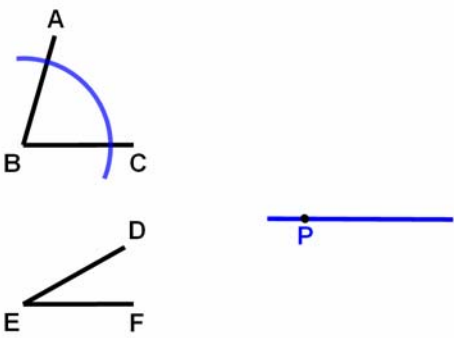
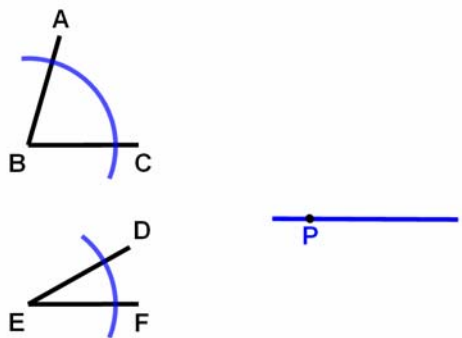
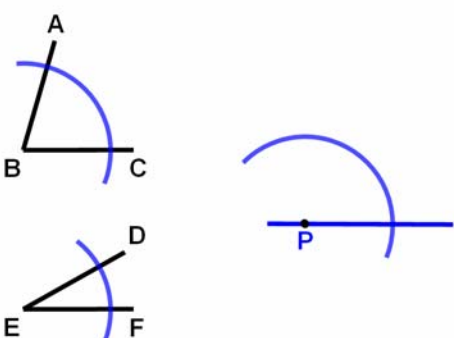
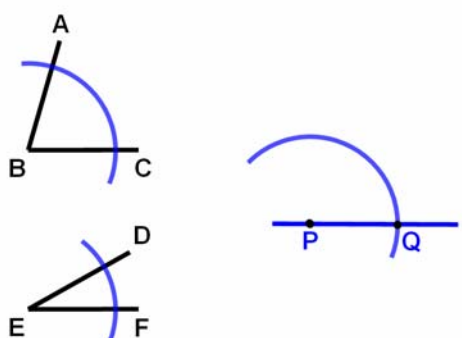
問題四計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分

7 分	8 分
9 分	10 分

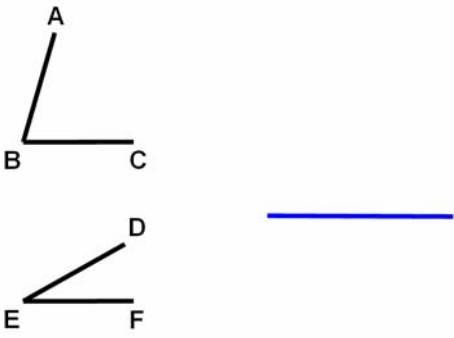
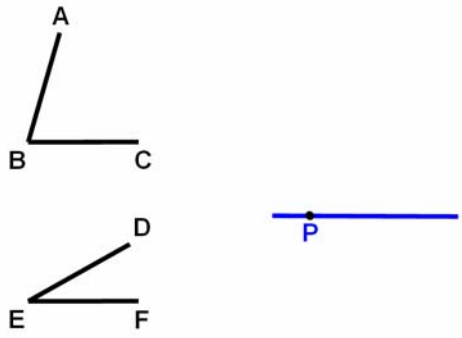
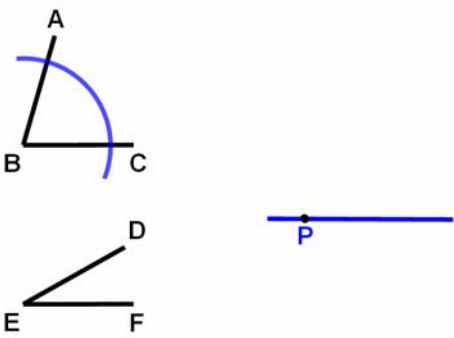
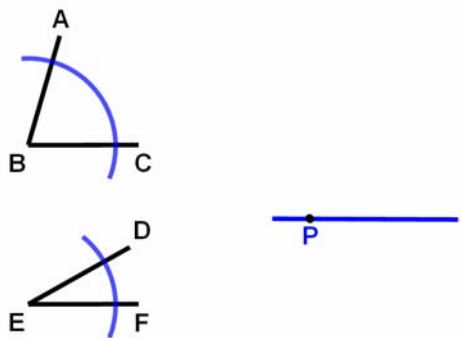
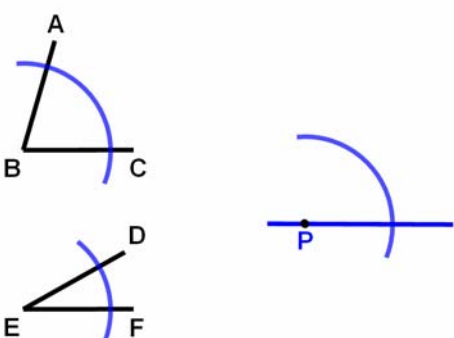
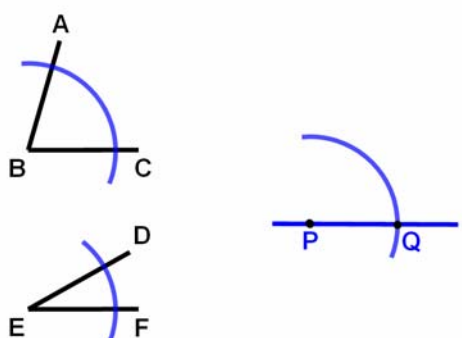


問題五計分標準

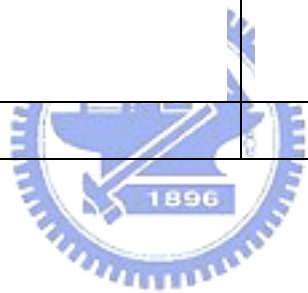
	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分

7 分	8 分
9 分	10 分

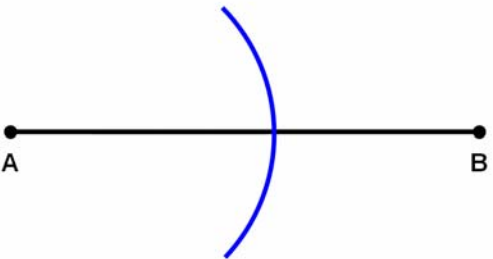
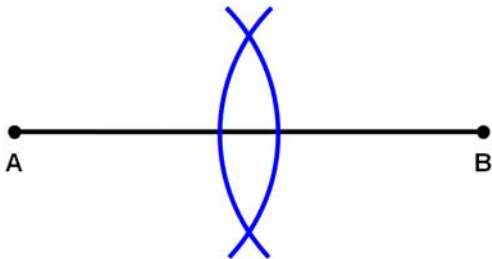
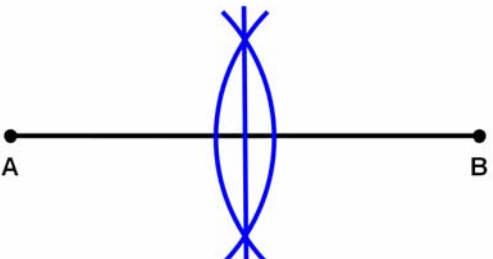
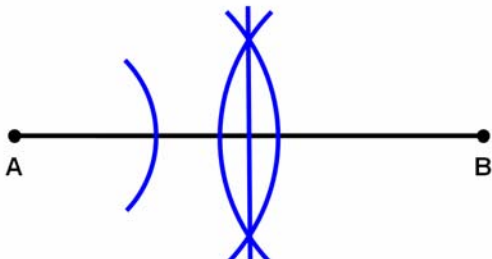
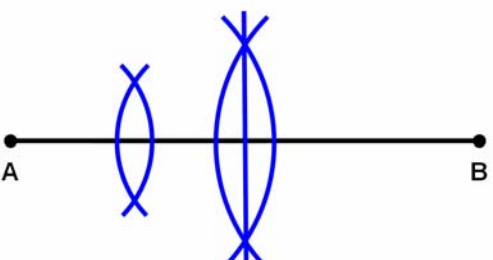
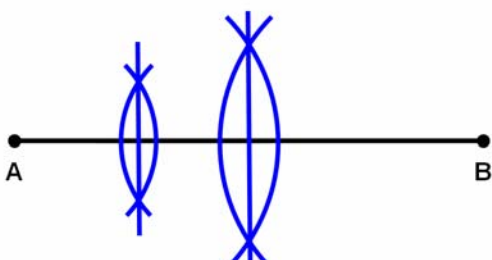
問題六計分標準

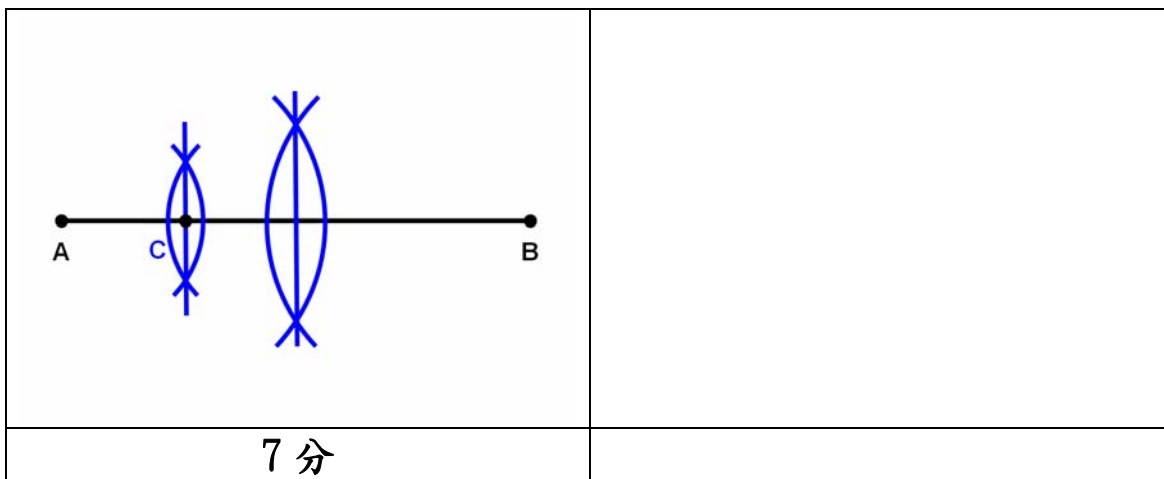
	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分

7 分	8 分
9 分	10 分

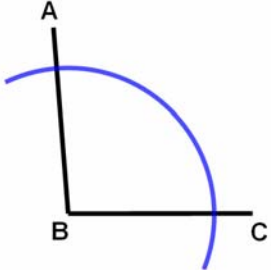
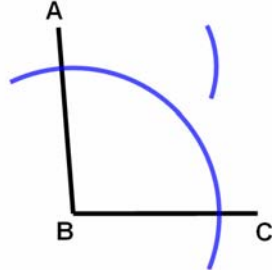
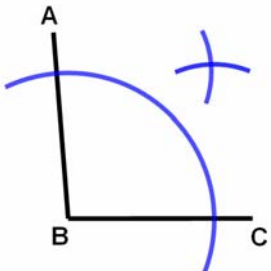
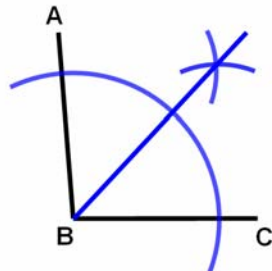
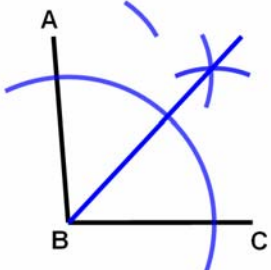
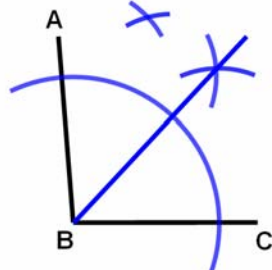


問題七計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分



問題八計分標準

	
1 分	2 分
	
3 分	4 分
	
5 分	6 分

7 分	8 分

