

國立交通大學

理學院碩士在職專班網路學習組

碩士論文

操作型試題樣板的設計與實作

~以九年一貫數學領域國小階段為例

The Design and Implementation of Operation-Style Item Template
for Test Items Creation



研究生：鄧明芳

指導教授：陳登吉 教授

中華民國九十六年七月

操 作 型 試 題 樣 板 的 設 計 與 實 作

The Design and Implementation of Operation-Style Item Template
for Test Items Creation

研 究 生：鄧明芳 Student：Ming-Fang Teng

指 導 教 授：陳登吉 Advisor：Deng-Jyi Chen

國 立 交 通 大 學
理 學 院 網 路 學 習 學 程
碩 士 論 文

A Thesis
Submitted to Degree Program of E-Learning
College of Science
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in
Degree Program of E-Learning
June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中 華 民 國 九 十 六 年 七 月

操作型試題樣板的設計與實作

～以九年一貫數學領域國小階段為例

學生：鄧明芳

指導教授：陳登吉 博士

國立交通大學
理學院碩士在職專班網路學習組

摘要

評量是檢驗教學效果和學生學習成效的過程，教師應視教學現場的需要，選擇適切的評量方式。有鑑於實測、幾何和統計與機率等單元的特性，常需以操作方式檢驗學生學習的成效。

檢視目前線上網路評量，常以單純的題型，如：是非題、選擇題和問答題等，輔以多媒體素材呈現。對於操作型評量，現有線上網路評量的測驗題型恐怕無法滿足需求。再者，編製操作型評量的試題有其難度，一般老師很難製作出來。

本論文就是要開發此類操作型試題樣板，方便老師快速的建立操作型試題。透過操作型試題樣板，試題編製者只要置換其中的素材及設定相關屬性，即可完成操作型的試題。因此降低了編製操作型試題所需的資訊能力門檻，使得一般老師也能利用所提出的操作型試題樣板來編輯操作型題目。

The Design and Implementation of Operation-Style Item Template for Test Items Creation

Student : Ming-Fang Teng

Advisor : Dr. Deng-Jyi Chen

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

Abstract

Assessment testing is a method to know if a student meets the learning objective in learning process. We often request a student to do something what he has learned.

Existing online assessment systems support test question types, such as true/false, choice and essay. For the Operation-Style Item, most of current systems do not support it yet. Furthermore, the creation of an Operation-Style Item question is a very difficult task for most of teachers since it requires some programming activities.

This thesis aims for developing various types of template for teachers to create Operation-Style Test Item. Through Operation-Style Item Template, teachers can easily create Operation-Style Items. Various types of Operation-Style Item Template in 6 different subjects (namely, length, angle, time, area, volume and chart) are designed and then used to create Operation-Style Test Items to demonstrate the feasibility and applicability of the Operation-Style Item Template.

誌謝

本論文承蒙恩師陳登吉教授的諄諄教誨與循循善誘，陳教授不僅在學術上知識的探索給予耐心的引導，讓我得以逐步的進入研究的領域；在學者研究學問的風範上，帶給我深刻的印象，尤其對於學生無怨無悔的付出，更讓我耳濡目染得到前所未有的啟發，本論文得以順利完成，在此要向恩師致上十二萬分的敬意與謝意。

此外，感謝所有曾經指導我、幫助過我的師長，尤其是臺中教育大學孔崇旭老師的指導。在這兩年中，孔老師每週五都會在台中教育大學透過線上會議方式指導論文研究，提供在教育研究方法及平台技術上的指導協助，由於孔老師的嚴格把關，讓我們論文研究及程式能力都有莫大的進步。

另外，對於同窗好友李清峰老師和傅仁志老師表達謝意，也向同時間一起進行研究並不斷鼓勵打氣的實驗室好友簡國安老師、顏佐宇老師和鄭學隆老師表達相同的謝意，還有實驗室的學弟妹，對於大家的協助，本人謹以文字表達出最深切的感謝與致意。

許多在背後默默支持，與不時提醒自己加油努力的賢內助春玉、家人與學校同事們，尤其是張煥泉主任和陳智康老師，有你們無怨無悔的付出，才有今天的我，在此，對於許許多多的貴人，謹以這篇論文獻給你們。

目錄

摘要	I
ABSTRACT	II
誌謝	III
目錄	IV
表目錄	VII
圖目錄	VIII
一、緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 操作型試題製作問題探討	2
1.3 研究目的	2
1.4 研究範圍及限制	2
二、相關研究和文獻	3
2.1 網路測驗題型	3
2.2 數學知識及數學教學知識	4
2.2.1 數學知識	4
2.2.2 數學教學知識	8
2.3 布魯姆認知領域教育目標分類修訂版	11
2.3.1 知識向度	11
2.3.2 認知歷程向度	11
三、操作型試題樣板需求分析	13
3.1 操作型試題樣板	14
3.1.1 操作型試題樣板架構	14
3.1.2 操作型試題樣板開發流程	14
3.1.3 操作型試題編輯流程	15
3.2 九年一貫數學能力指標分析	16
3.3 小結	21
四、操作型試題樣板設計與實作	23
4.1 操作型試題樣板基本類別繼承圖	23
4.2 長度操作型試題樣板	25
4.3 角度操作型試題樣板	26
4.4 時間操作型試題樣板	27

4.5	面積操作型試題樣板.....	28
4.6	體積操作型試題樣板.....	29
4.7	統計圖表操作型試題樣板.....	30
4.8	小結.....	31
五、	操作型試題樣板功能展示.....	33
5.1	操作型試題編輯界面簡介.....	33
5.2	長度操作型試題樣板.....	35
5.2.1	試題編輯.....	36
5.2.2	直線長度的測量.....	38
5.2.3	畫出指定長度的線段.....	40
5.3	角度操作型試題樣板.....	41
5.3.1	試題編輯.....	41
5.3.2	角度的測量.....	42
5.3.3	畫出指定角量的角.....	44
5.4	時間操作型試題樣板.....	45
5.4.1	試題編輯.....	45
5.4.2	撥出指定時刻.....	46
5.4.3	撥出正確的時刻 (時刻+時間=時間).....	47
5.4.4	撥算經過的時間 (時刻-時間=時刻).....	48
5.4.5	撥算經過的時間 (時刻-時刻=時間).....	49
5.5	面積操作型試題樣板.....	50
5.5.1	試題編輯.....	50
5.5.2	點數圖形的面積大小.....	51
5.5.3	製作指定面積大小的圖形.....	53
5.6	體積操作型試題樣板.....	54
5.6.1	試題編輯.....	54
5.6.2	點算給定形體有多少個小正方體數.....	55
5.6.3	算出給定形體體積的大小(每個小正方體都是1立方公分).....	56
5.7	統計圖表操作型試題樣板.....	57
5.7.1	試題編輯.....	57
5.7.2	繪製長條圖.....	59
5.8	操作型試題樣板舉例.....	60
5.8.1	長度操作型試題樣板的例子.....	60
5.8.2	角度操作型試題樣板的例子.....	61
5.9	小結.....	62
六、	結論及未來發展.....	63
6.1	結論.....	63

6.2 未來發展.....	63
參考文獻或資料.....	65



表目錄

表 1 「量與實測」之能力指標分年細目表(包含長度、角度、時間、面積、體積)[1].....	16
表 2 「幾何」之能力指標分年細目表(和量與實測有關者)[1].....	17
表 3 「統計圖表」之能力指標分年細目表[1].....	18
表 4 能力指標分年細目檢視結果.....	18
表 5 能力指標分年細目檢視結果具操作性質者.....	19
表 6 編輯器工具列說明.....	34



圖目錄

圖 1 要求學生使用量角器實測角度	1
圖 2 操作型試題樣板編輯系統架構	13
圖 3 操作型試題樣板架構	14
圖 4 操作型試題樣板的開發流程	15
圖 5 操作型試題的編輯流程	16
圖 6 操作型試題樣板需求元件	20
圖 7 操作型試題樣板操作方式	20
圖 8 操作型試題樣板核心類別關係圖	23
圖 9 操作型試題樣板需求元件	24
圖 10 長度操作型試題樣板類別繼承關係	25
圖 11 長度操作型試題樣板類別繼承關係	25
圖 12 角度操作型試題樣板類別繼承關係	26
圖 13 長度操作型試題樣板類別繼承關係	26
圖 14 時間操作型試題樣板類別繼承關係	27
圖 15 長度操作型試題樣板類別繼承關係	27
圖 16 面積操作型試題樣板類別繼承關係	28
圖 17 長度操作型試題樣板類別繼承關係	28
圖 18 體積操作型試題樣板類別繼承關係	29
圖 19 長度操作型試題樣板類別繼承關係	29
圖 20 統計圖表操作型試題樣板類別繼承關係	30
圖 21 長度操作型試題樣板類別繼承關係	30
圖 22 長度操作型試題樣板類別繼承關係	31
圖 23 操作型試題編輯流程	33
圖 24 操作型試題編輯流程	34
圖 25 操作型試題編輯界面操作流程	35
圖 26 更換背景	36
圖 27 更換文字內容	37
圖 28 新增場景元件—線段	37
圖 29 新場景元件—直尺	37
圖 30 儲存試題	38
圖 31 預覽試題—長度操作型試題	38
圖 32 測量線段的長度	39
圖 33 測量線段的長度作法	39
圖 34 畫出指定長度的線段	40
圖 35 畫出指定長度的線段作法	40

圖 36	新增場景元件—量角器	41
圖 37	新增場景元件—角	42
圖 38	預覽試題—角度操作型試題	42
圖 39	角度的測量	43
圖 40	角度的測量作法	43
圖 41	畫出指定角量的角	44
圖 42	畫出指定角量的角作法	44
圖 43	作出指定大小的角	45
圖 44	預覽試題—時間操作型試題	46
圖 45	撥出指定時刻	46
圖 46	撥出指定時刻作法	47
圖 47	撥出正確的時刻 (時刻 + 時間 = 時間)	47
圖 48	撥出正確的時刻作法 (時刻 + 時間 = 時間)	48
圖 49	撥算經過時間 (時刻 - 時間 = 時刻)	48
圖 50	撥算經過時間作法 (時刻 - 時間 = 時刻)	49
圖 51	撥算經過時間 (時刻 - 時刻 = 時間)	49
圖 52	撥算經過時間作法 (時刻 - 時刻 = 時間)	50
圖 53	場景元件—平方公分板	51
圖 54	預覽試題—面積操作型試題	51
圖 55	點數圖形的面積大小	52
圖 56	點數圖形的面積大小作法	52
圖 57	製作指定面積大小的圖形	53
圖 58	製作指定面積大小的圖形作法	53
圖 59	場景元件—正方體	54
圖 60	預覽試題—體積操作型試題	55
圖 61	點算給定形體有多少個小正方體數	55
圖 62	點算給定形體有多少個小正方體數作法	56
圖 63	算出給定形體體積的大小	56
圖 64	算出給定形體體積的大小作法	57
圖 65	場景元件—長條圖	58
圖 66	預覽試題—長條圖操作型試題	58
圖 67	繪製長條圖	59
圖 68	繪製長條圖作法	59
圖 69	實物長度的測量	60
圖 70	三角形的周長測量	60
圖 71	地圖距離的測量	61
圖 72	角度的測量	61
圖 73	角度和的測量	62



一、緒論

1.1 研究動機

在教育部國民中小學九年一貫課程綱要中數學學習領域之實施要點[1]提到，評量是檢驗教學效果和學生學習成效的過程，老師應該透過各種評量方式，來改善自己的教學。評量有很多方式，例如：紙筆測驗、實測、操作、討論、口頭回答、作業或分組報告等。老師應就教學現場的需要，選擇適切的評量方式。

另外，有鑑於統計圖表、幾何和實測等單元之特性，實際教學上常透過製作或操作的過程來檢驗學生學習成效。如圖 1，要求學生使用量角器實測角度。學生必須操作量角器，將量角器的中心點與角的頂點相疊合後，再將量角器刻度 0 的基準線對齊角的一邊，再讀出另一邊所在位置的角度量。因此，此類具有操作性質的評量稱之為操作型評量，此類試題稱為操作型試題。

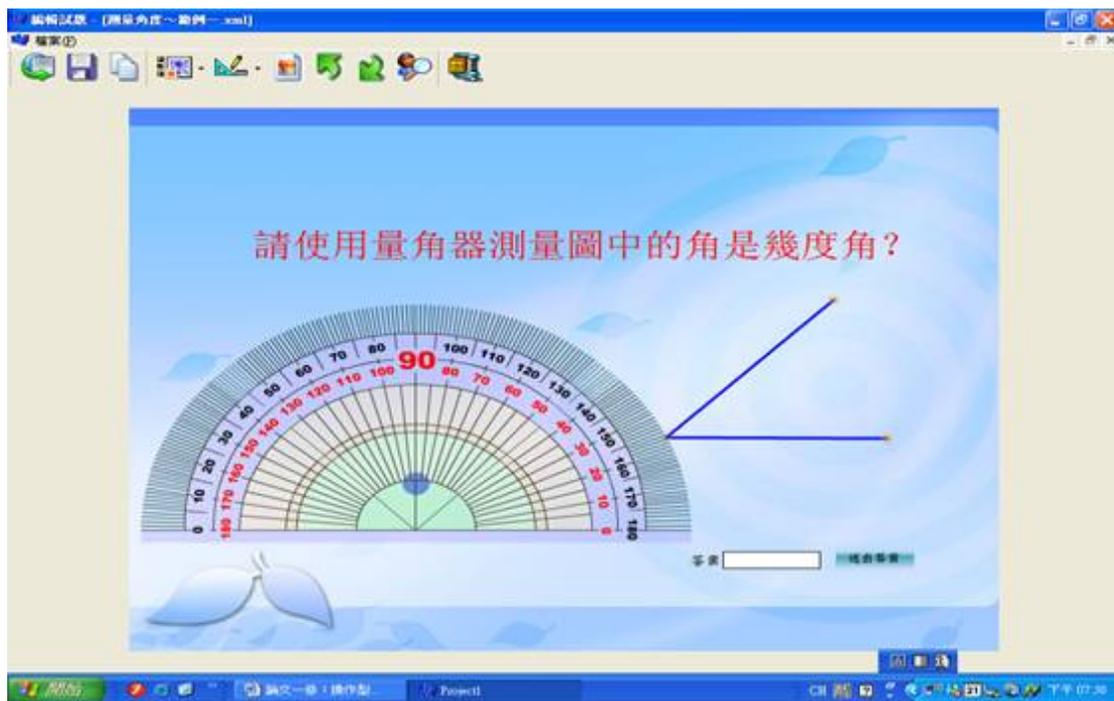


圖 1 要求學生使用量角器實測角度

檢視目前線上網路評量，較常以單純之題型，配上多媒體素材的方式呈現。如：選擇題、是非題、問答題等等，往往只加上一些多媒體的素材而成所謂之網路評量。

現有線上網路評量的測驗題型恐怕無法滿足操作型評量的需求。再者，編製操作型評量試題的過程和技術有其難度，一般老師未必製作得出來。

1.2 操作型試題製作問題探討

目前操作型試題在編製上碰到最大的問題，就是編製者需要自行構思操作型試題的編排呈現方式與互動操作功能，因此要找尋到能讓使用者快速依據既有樣式編製操作型試題的輔助編輯工具，實屬不易。

就操作型試題的編製者而言，要編製出可以施測的操作型試題，可藉由程式語言技術來編製出操作型試題，並達成任何操作型試題編製者所預期達到的效果，絲毫不會受限於輔助編輯工具的功能，而且對於操作型試題內部也可透過編修程式碼增加使用上的彈性。但是，大部分的操作型試題編製者都是非專業的程式設計師—如老師，要想發展出操作型試題就必須花費大量時間來學習程式語言，例如：C++，Java，那怕是容易上手的 Flash ActionScript 語言亦是。但在投入時間學習程式語言後，卻未必能達到操作型試題編製者預期的效果，故以撰寫程式語言來開發操作型試題的方式難度較大。

因此，本研究就是要開發此類操作型試題樣板來方便老師們製作這類操作型試題。

1.3 研究目的

基於上述的研究動機和操作型試題製作問題探討，研究者選定一個領域來分析—以九年一貫數學域國小階段為例，我們的研究目的就是：

- 1 實作出操作型試題樣板
- 2 藉由樣板，讓試題編製者可以快速產生操作型試題
- 3 降低試題編製者編輯試題的資訊能力門檻

1.4 研究範圍及限制

本研究依據教育部國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域之能力指標的分年細目當作研究範圍。

再針對該分年細目中的長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表做操作型試題樣板的設計與實作。

受限於內容的因素，本研究僅就能力指標分年細目適於操作型試題者予以實作。

二、 相關研究和文獻

本研究之目的在探討操作型試題樣板的設計與實作—以九年一貫數學領域國小階段為例，因此，在本章將分別探討網路測驗題型的規格、本研究所牽涉的數學知識及數學教學知識，以及布魯姆認知領域教育目標分類修訂版等面向來探討相關研究和文獻。

2.1 網路測驗題型

由於現代社會網路普及，加上資訊科技進步快速，不管在行政、工業、商業、或教育界等等，各行各業都趕著搭上這波網路革命的列車，也因此在教育現場倡導資訊融入教學或是應用資訊科技進行評量，已是非常普遍的現象。基於本研究的研究目的：如何進行網路測驗融入到國小數學操作型試題的實作？首先探討的是網路測驗題型的相關規範。

由於現有網路學習平台各具不同的特色，所開發出的平台其支援的測驗題型也不全然相同，研究[2]指出：各種不同網路學習平台，因缺少相關共通的規格，因此在流通的歷程恐會造成一些問題，例如：彼此間無法交換測驗試題，這將造成設計者和使用者使用上許多不便。是故，為了解決試題無法交換的問題，IMS 提出 QTI (Question and Test Interoperability) 規格，這個規範也是目前被廣泛採用的網路測驗規格。接下來，將探討 IMS QTI 的相關規格、規範、及內容。

IMS 的報告中指出 QTI 規格內容主要可分成下列二個部份：[2]

1. ASI Model (Assessment Test, Section, Item Information Model) 此部分，旨在描述各種不同的(1)試題題型(2)試題內容(3)試卷組成方式(4)選題方式和(5)試題樣板等規格，以便在相容的規範下，進行不同平台間的轉換和交流。
2. Result Reporting 此規格主要在試題製作完成後，如何輸出使用者其測驗表現結果的描述規格，俾便結果之呈現。

QTI 規格下可以支援的題型：依 ASI Model 提到的基本類型 (baseType) 和答覆型態 (Response) 組合並整理出 QTI 可以支援的題型，有：(1)是非題(2)多選題(3)填充題(4)簡答題(5)配合題等。[2]

另外，在最近國外學者針對電腦輔助測驗的回顧 (Review) 研究報告[3]裡提到，測驗題型的侷限性是一直存在的課題。因為，網路學習標準的建置下，雖然可以支援許多的測驗題型，如：是非題、單選題、複選題...等。如此的規範下，是否滿足大部份使用者的需求呢？有待進一步研究。

鑑於，網路測驗題型規範的發展，許多應用程式的開發，使得新的測驗題型

紛紛出爐，但是特殊需求下，不同的應用領域，為了滿足其需要，亦有新穎的產出和開發，例如：要求受試者在空照圖中找尋特殊目標區域[4]和漢字書寫筆順測驗[5]。

綜合上述，基於網路測驗題型的規範，以及特殊需求的開發，本研究的研究範疇：開發操作型試題，可說是一種新嘗試。期待所開發出來的題型能夠滿足評量的需求，特別針對九年一貫課程下國小數學學習領域能力指標中，具有操作需求的評量範圍。

本研究選擇九年一貫數學領域國小階段，在長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表等六個學習主題來探討操作型試題。以下就上述六個學習主題的相關數學知識與數學教學知識作一介紹。

2.2 數學知識及數學教學知識

本研究選擇的設計題材係屬九年一貫數學領域國小階段中之六個學習主題。在本節將分別探討長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表等學習主題在國小階段中之重要數學知識和數學教學知識。因研究者服務之學校，各年級學生所使用之數學教科書版本大部份為南一版和康軒版，因此，以下提到之相關數學知識及數學教學知識，分別引述自該版本不同冊次之教學指引。

2.2.1 數學知識

● 長度[6] [9]

1. 長度具有可測性：一個可測屬性是指一物件可被量化的特性。例如：直線段有長度，平面區域有面積，物體有重量等屬性。
2. 測量的重要性：測量是學習數學課程中的一重要部分，它提供連結其他數學學習及應用的機會，例如：數的運算、幾何、統計等概念。它是學校數學兩個主要領域—數與幾何的橋樑。而長度是多種測量(長度、面積、體積、時間、角度……)中適合學生最早學習的量。
3. 長度的類別：長度是一維空間的度量。通常在量度二維空間中量度直線邊長時，稱呼長度數值較大的為長，不比其值大或者在「側邊」的為寬。所以寬度其實也是長度量度的一種，故此在三維空間中量度「垂直長度」的高都是。
4. 長度與線段：長度也是線段所具有的屬性，線段來自視覺與觸覺的經驗。在生活當中，許多人工的物品大多具有筆直的邊緣，例如：課本的邊、墊板、教室課桌椅的邊長等。在教學時候，可以運用線段將課本的邊緣描繪在紙上，表示課本的長度。

● 角度[7][8][9]

1. 角的意義：以數學定義和實務經驗的觀點來思考，我們可將角視為「一對有共同頂點的射線圍成的區域」及角視為「一射線繞其端點旋轉一個程度」等方面分析角的概念。
2. 角的測量：角的度量是一種動態的操作，它並不是像直角座標系之行和列的矩陣方式，用一對一的對應原理來處理。南一版三下第六冊數學教學指引中有提到，根據皮亞傑(J.Piaget)的研究，8歲以前的兒童大多以角的邊長來觀察角的大小，直到8歲以後，才能察覺角的兩邊張開的程度。此時兩角張開差異較大的角，由視覺便可直觀判定。
3. 角的類別：從實際經驗及數學上的定義，「角」的定義可分為三方面來說明：

- (1)角是一雙訂出兩個方向間的差量之射線。
- (2)角是自同一端點射出的兩射線圍出的一個平面區域。
- (3)角是一射線繞其端點旋轉一個程度的量。

因此，理想化的角概念，可簡單說成是自一點朝兩個不同的方向延伸出兩條射線的結構，角的邊是射線而不是線段，此兩射線是製成角的張開活動的限制邊界。不論代表此射線的線段長短如何，均可完成同樣的限制活動。

4. 角的度量方式：所有量角度的方法都以細分圓為基礎，有兩種常用單位，它們分別根據度及弧長來量

- (1)度：將圓周分割為360等分，三百六十分之一弧所對的中心角或藉由量角器的小刻度所形成的角，1小刻度稱為1度。
- (2)徑：在一圓內，弧長等於半徑所對之圓心角，稱為徑。

5. 量角器的使用：用量角器量角度時，大部分的習慣是以角的頂點和量角器的中心疊合，角的一邊與量角器刻度0的線相疊，再讀出另一邊的位置的角度量。一般量角器具備雙向的報讀系統，此乃兩角互補的關係。

● 時間[9][10][11]

1. 時間的特性：時間是無法直接憑視覺去辨認，因為它是看不到、摸不著，只好藉由有形的鐘錶來表達；時間更難以體認，因為它常受心理影響。如同樣的十分鐘，在忙碌或娛樂的時候，就覺得時間很短；在空閒、等人或做不願意的事時，就覺得時間很長。
2. 鐘面上的指針：鐘面上的指針有長針、短針之分，且兩針迴轉的速度也

不同。

3. 時刻和時間：所謂「時刻」是指某一事件發生的時候，時光流動中的1個點，「時間」則是指某一事件經過了多久，亦即兩時刻之間的一段距離（長度）。在日常生活的用語中，並未嚴格區分時刻和時間之差別而被混用，其實，兩者是有不同的意義。如：電視節目從上午6時開始播放到上午7時結束，一共播放1小時。從以上的描述中，上午6時和上午7時稱為「時刻」，1小時則稱為「時間」。然而，時刻和時間與人類生活有密不可分的關係，兒童也是受時間的制約過著一天的生活。但是，對於用眼睛看不見，用手摸不著的時刻和時間，兒童是很難把握其概念。
4. 時間量感：「時間」是生活上最常用的量，必須讓兒童經歷足夠的真實事件，才能培養時間的量感，如1秒、1分、1小時。不能只看鐘面現象，還要配合時刻變化及時間量感。
5. 時間的線段圖：圓形鐘所呈現的鐘面數字及小格刻度（等距和累進）的結構是數線結構，但僅從鐘面現象瞭解鐘面的刻度，並未介紹鐘面上的數線結構。為配合兩個時刻之間經過多少時間，藉時間的線段圖來表徵兩個時刻之間經過多少的時間量。
6. 時間化聚：時間的化聚有時和分、分和秒、日和時等內容。進行化聚之前要先理解時和分、分和秒、日和時等單位之間的關係，利用單位之間的關係來進行單位的整數化聚。如：1時15分可化為75分等。

● 面積[8][9]

1. 面積的屬性：長度代表一維的量，如果一維向左右前後延伸所形成的範圍則稱為「面積」，為二維的量，亦即是對某一特定區域被覆蓋範圍的大小。
2. 面積覆蓋：覆蓋活動包含了二個條件：
 - (1)面積是有周界的，故覆蓋物不能超過給定的邊界
 - (2)面積是從一維到二維掃瞄的結果，故覆蓋物不能重疊(需要完整覆蓋不能有間隙)。
3. 面積的認識：兒童從視覺觀察與與操作中認識面積，知道面積大小的比較方法，並進而瞭解面積的數值化。
4. 面積的性質
 - (1)保留性質：不因為方向或位置的改變而影響面積的大小，或切割成部分後其部分的總合並不會變大或變小
 - (2)可測量性質：基本面積可以由二維單位量的覆蓋，拼湊比較或者將其切割成較小份量的活動，因而可點數出其單位的個數，以進行測量。
5. 面積的單位：平方公分、平方公尺、平方公里

將每邊長 1 公分的正方形面積稱為 1 平方公分，每邊長 1 公尺的正方形面積稱為 1 平方公尺。

● 體積[8][10]

1. 體積的屬性：「體積」為三維的量，指的是物件佔有空間的大小，可以透過堆積活動，複製一個全等的物件，以描述原物件的體積。
2. 體積的合成：體積方面知道能利用小正方體、長方體堆疊出較大的正方體、長方體與日常生活之簡單形體，經驗體積的合成與數值化。
3. 形體的組成要素：長方體和正方體的組成要素可分為面、邊和頂點三方面探討。
4. 體積的性質
 - (1)保留性質：不因為方向或位置的改變而影響體積的大小，或切割成部分後其部分的總合並不會變大或變小。
 - (2)可測量性質：體積可以由三維單位量堆積而成，體積概念透過點數、拼湊、比較等活動以進行測量。

● 統計圖表[11]

1. 圖表的特性：圖表是一種表徵，將具體透過圖像或符號等，搭起傳遞者與接收者溝通的橋樑。圖表從外在表徵來看，是一連串簡化與標準化的過程，透過學習與模仿來形成新的認知。
2. 統計圖表的特性：統計圖表是利用具體的外在表徵，如圖形、表格等，將事實存在現象的內涵做有系統、有規則的陳述，便利讀者能取其中所含的訊息，進而判斷資料內的關係。
3. 讀圖、填圖與作圖：統計圖的學習需注意讀圖、填圖與作圖的瞭解層次，由於圖表是一種圖像表徵，「讀圖」較易理解，透過視覺即能對圖形所表示的現象獲得深刻而明確的概念，並從圖上比較各項目間的相互關係。「填圖」則需較高層次的理解，填圖者必須先分析原始資料的屬性，再組織與呈現。「作圖」為最高層次，包括全圖的結構、內容的分類及全部資料的呈現。
4. 統計圖的省略符號：當統計資料的數值過大時，受限於刻度無法全部呈現，可利用「省略符號」來表示從多少到多少的數。
5. 長條圖：長條圖的組成要素有下列各項；
 - (1)標題：能清楚且簡單的表達該長條圖的主要內容
 - (2)縱軸與橫軸：不管橫軸或是縱軸，都會在數字的最右邊或最上面標示出橫軸或縱軸數字的單位。
 - (3)資料：長條圖上所要呈現的資料。
 - (4)刻度：如資料量大則刻度間隔代表的量應該變大，以便適度控制圖的大小。刻度上的數值應以容易讀、看為原則。

6. 長條圖的讀法規則：
 - (1) 看標題：如：誰的獎卡多？看了標題就約略知道是在比較獎卡的多少。
 - (2) 看項目：如：有哪些人？
 - (3) 看刻度：如：從 0 起到多少？
 - (4) 看數值：從數值看出長條的長短與座標的哪一個刻度對齊，知道是誰的獎卡多。

2.2.2 數學教學知識

● 長度[6]

1. 測量的教學：測量是對一物件的某一屬性給予一個數值。在量與實測的教學上，了解一個可測屬性是以熟悉使用此測量屬性的單位與過程，是量與實測教學的重點。
2. 量感與估測教學：長度的量感與估測是學生學習長度概念的重要部分。須提供低、中年級學生依據某種基準估計長度的機會。這時，精確值並不是要求的重點，學生應體會某些長度的情境。
3. 直尺的實測教學：直尺是一般人用來測量長度的常用工具，然而，學生對於尺的特性與刻度間的關係，並非清楚了解。教導如何操作直尺測量長度時，
 - (1) 層次一：將線段的起點要對齊 0，且直尺要和線段對齊，再讀出線段終點在直尺上的數字作為此線段的長。
 - (2) 層次二：學童了解直尺刻度之意義後，即可不以 0 為測量之起點，算出起點和終點之間隔距離，說出正確答數。

● 角度[8][9]

1. 角的察覺：讓兒童以舊經驗為基礎，先從一些平面圖形中觀察，分辨出有角與沒有角的圖形，再進一步觀察周遭環境，以期達成「能察覺在生活情境或形體中的角」之能力指標 (S-1-5)
2. 角的引入：首先，讓學童察覺生活情境或形體中的角，獲得對角的感覺、觀察與描述，進而能對角的大小作比較，再則，透過實際量角器的操作，對角度有更深刻的認識。
3. 角的應用：「角」乃為多邊形與多面體之構成要素之一，其角度的大小左右了這些形體的形狀。
4. 量角器的使用教學：
 - (1) 首先，讓學童觀察量角器，並說出量角器上有什麼？
 - (2) 其次，再透過討論察覺到量角器上的刻度線，形成不同張開程度的角形，再比對角的張開程度與量角器上刻度數值的聯結。

(3)接著，利用三角板的直角與量角器比對，可能會產生角的兩個邊分別和量角器上某兩個刻度線疊合，而不一定要用角的一邊和量角器的刻度0度線疊合之情況，如果一邊對準20度線，另一邊對準110度線而描述成這組角是刻度20的線到刻度110的線那麼大，再引導其嘗試將角的一邊對準刻度0的線來觀察另一邊的落腳的位置，說出直角為90度。

(4)進而操作量角器來探討刻度0到刻度10所形成的角是幾度，至刻度170到刻度180所形成的角又是幾度，而其間有幾個小刻度，每個小刻度是幾度，來了解量角器上每一小刻度為1度。

5. 量角器的實測和估測：能以量角器做為刻度尺，利用量角器實測圖形中的角有幾度，經多次的實測後也能估測角度，再透過量角器的實測來培養角度的量感，並能報讀角的大小。

● 時間[9][10]

1. 時間報讀教學：由於時間結構的複雜及時間量感的難以掌握，因此教學時只要兒童利用「比對刻度」報讀時刻即可。應避免兒童對時刻（刻度）和時間（區間）的混淆，可利用時鐘上長、短針的轉動現象，配合事件的發生來說明時刻的意義。
2. 時刻和時間量的關係：學習某一時刻經過多少時間量會到哪一個時刻，或兩個時刻之間經過多少時間量，是以點算鐘面上的刻度，因此需以兒童生活經驗為主，在解題活動中釐清時刻和時間的概念。如：以電視時刻表以1小時為單位，表徵時刻和時間量數線結構，讓兒童瞭解時刻和時間量的關係。求時刻和時間的學習活動，有兩時刻之間的時間和求某時刻的幾分前或幾分後的時刻等內容。
3. 時間教學與生活連結：教學時，宜配合生活情境布題，然後引導兒童利用點算鐘面的刻度或畫在線段圖上的整點刻度解決問題，而不可要求兒童列式計算解答。對於時刻和時間的生活用語和數學用語，在教學過程中應同時並用。因為數學本來就需要與生活產生連結，不需為了突顯數學用語，而刻意去迴避生活用語。例如：幾時幾分和幾點幾分、1時和1小時、1分和1分鐘、1秒和1秒鐘、1日和1天、上午和早上、中午和正午、下午和晚上，這些說法都是相通的。

● 面積[8][9][10]

1. 單位面積的點數：讓兒童用點算、描繪、比較等操作，察覺形體中具有多少個單位面積，進而，瞭解該形體的面積就是該測量之數字大小。
2. 面積保留概念：兒童要具備「切割或移動後，面積不改變的保留概念」，讓兒童以同大小且同一個數的小正方形拼出同形狀的圖形，以及檢驗、比較由相同個數小正方形拼出不同形狀圖形，經驗等積不同形性質與面

積的保留性質，奠定面積的間接比較先備經驗。

3. 面積的單位：以平方(公分)單位為測量的單位，透過 1 平方公分，引導兒童對面積概念的認識，亦可透過透明的平方公分板，覆蓋在實物上，以方便面積的實測。
4. 面積的估測與實測：教師可以運用許多現成的教具，如影印紙、色紙、課本的封面等，先請兒童估測該面積的大小，再進行實地的測量。

● 體積[8][10]

1. 單位體積的點數：讓兒童用點算、描繪、比較等操作，察覺形體中具有多少個單位體積，進而，瞭解該形體的或體積就是該測量之數字大小。
2. 體積的認識：
 - (1) 利用塗好顏色的面，貼成正或長方體，討論出面和面接的線，稱為「邊」，邊和邊相接的點，稱為「頂點」
 - (2) 兒童利用點算、描繪、比較等操作，察覺正方體有 6 個一樣大的的正方形的面，然後仿照比較正方形面之方法比較長方體的面，察覺有 3 組全等長方形，或者有 2 格正方形和 4 個長方形的面。
3. 體積的合成：利用積木的堆積形體，進一步加強體積的合成概念。讓兒童用一樣多的正方體積木堆出不同形狀的形體，建立間接比較的先備經驗。

● 統計圖表[10][11]

1. 統計教學的四個步驟：
 - (1) 蒐集資料：較學者提供所熟悉的情境作為資料蒐集的範圍，透過直接的觀察，經由描述、溝通、檢測及確認等過程，引導學習者經驗群體的範圍及部分整體的內在關係。
 - (2) 整理與分析資料：透過觀察、調查、實驗或記錄而得的資料，稱為原始資料。應將原始資料加以分類、歸納、整理或重組，形成經濟有效的資訊。
 - (3) 表徵資料：資料的表徵方式是一種溝通的工具，呈現的方式關係到訊息是否暢通，呈現的型態，會因學習的認知差異而有顯著的不同。
 - (4) 解釋資料：群體的內容物，在透過數學分類、比較、找出資料類型或計算等方式後，其所代表的訊息透過資料的分析，可以讓人了解資料的分布情形。
2. 長條圖的畫法：
 - (1) 寫標題：把問題用簡單的語詞來概括要旨，如：各種花片有幾個？
 - (2) 寫項目：如：寫出紅、黃、藍、綠的項目。
 - (3) 寫刻度：刻度的間隔距離，視數值而定。

(4)寫數值：長條圖的數字位置。

2.3 布魯姆認知領域教育目標分類修訂版

自從西元 1956 年布魯姆的認知領域教育目標分類法問世以來，已經在課程、教學和評量產生深遠的影響。繼而在西元 2001 年有了布魯姆認知領域教育目標分類修訂版。

布魯姆認知領域教育目標分類法修訂版，將教育目標分成二個向度：知識向度 (knowledge dimension) 和認知歷程向度 (cognitive process dimension)。其中，知識向度協助老師區分教什麼；而認知歷程向度則是促進學生保留和遷移所學到的知識。[12]

以下分別就知識向度和認知歷程向度做一介紹。

2.3.1 知識向度

布魯姆認知領域教育目標分類修訂版將知識分成事實、概念、程序和後設認知等四種知識。以下就這四種知識扼要介紹。[13]

1. 事實：指學生應了解的術語，或是可以進行問題解決的基本要素。
 - (1)術語的知識。
 - (2)特定細節和元素的知識。
2. 概念：指基本要素與較大的結構共同發揮功能的互動關係。
 - (1)分類和類別的知識。
 - (2)原理和通則的知識。
 - (3)理論／模式／結構的知識。
3. 程序：指知道如何做某事的知識；通常是一系列或有步驟的流程，以及決定何時運用不同程序的規準。
 - (1)特定學科的技能 and 演算知識。
 - (2)特定學科的技術和方法知識。
 - (3)運用規準的知識。
4. 後設認知：指一般認知以及自我知識的認知和覺察；含認知知識、監控、控制、調整認知。
 - (1)策略知識。
 - (2)認知任務知識(包括脈絡和情境的知識)。
 - (3)自我知識。

2.3.2 認知歷程向度

布魯姆認知領域教育目標分類修訂版將認知歷程分為記憶、了解、應用、分析、評鑑和創造等六個歷程。接下來分別就這六個歷程做扼要介紹。[13]

1. 記憶：從長期記憶中提取相關知識。

- (1)再認。
- (2)回憶。
2. 了解：從教學訊息中創造意義或建立所學新知識與舊經驗的連結。
 - (1)詮釋。
 - (2)舉例。
 - (3)分類。
 - (4)摘要。
 - (5)推論。
 - (6)比較。
 - (7)解釋。
3. 應用：牽涉使用程序來執行作業或解決問題。
 - (1)執行。
 - (2)實行。
4. 分析：牽涉分解材料成局部，指出局部之間與對整體結構的關聯。
 - (1)辨別。
 - (2)組織。
 - (3)歸因。
5. 評鑑：根據規準與標準作判斷。
 - (1)檢查。
 - (2)評論。
6. 創造：涉及將各個元素組裝在一起，形成一個完整且具功能的整體。
 - (1)產生。
 - (2)計畫。
 - (3)製作。



在接下來的章節中，我們將進一步探討操作型試題樣板的需求分析以及實作設計。由於本研究的目標是希望開發出九年一貫數學領域國小階段的操作型試題樣板讓老師可以快速編製操作型試題，因此在系統需求分析上，都將與九年一貫數學領域能力指標環環相扣、緊密相關，我們將參考上述的相關數學知識及數學教學知識，設計長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表等六個操作型試題樣板提供操作型試題編製者使用。

三、 操作型試題樣板需求分析

在進行系統需求分析之前，我們先定義操作型試題，根據林璟豐在「全球資訊網測驗題型之研究」[14]中，針對了操作題及模擬題進行基本的定義，在本研究中我們整合上述操作題和模擬題，作為本研究中的操作型試題的範疇，我們定義操作型試題為：「以互動性進行情境之模擬與操作，使用滑鼠來進行作答的試題」。

為了解決操作型試題編製上的困難，我們研究團隊提出了操作型試題系統模組圖，架構如圖 2 所示。

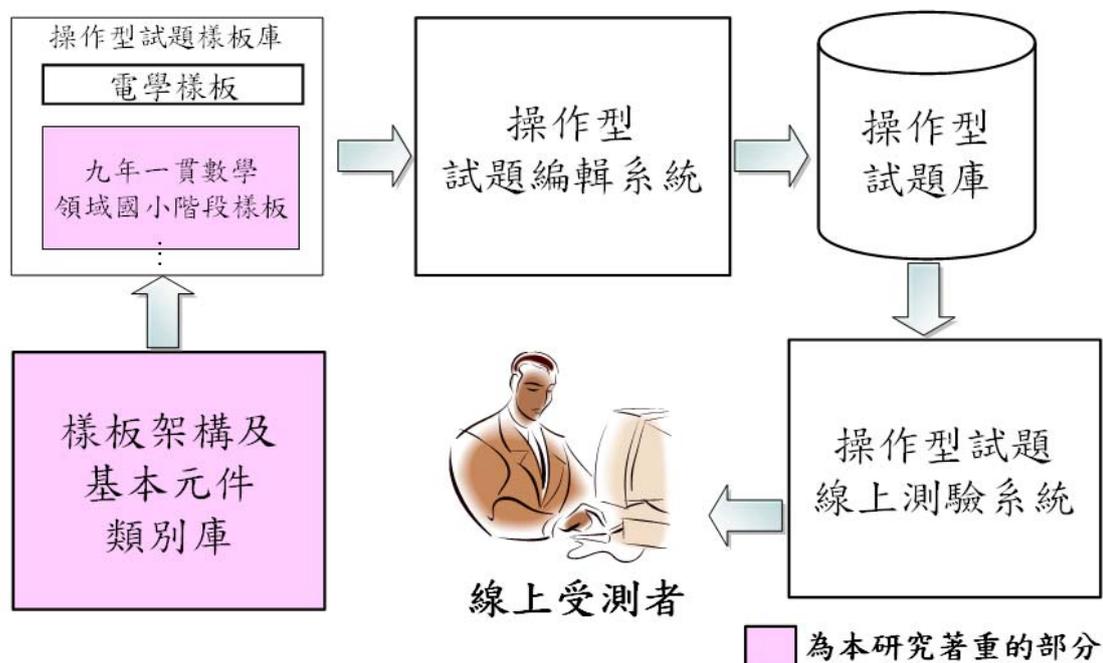


圖 2 操作型試題系統模組圖及本研究重點

本研究的重點是以這操作型試題編輯系統為基礎，應用於九年一貫數學領域國小階段，來設計和實作操作型試題樣板，以充實和豐富操作型試題之元件類別庫和樣板庫，如圖所示之紅色圈部份。至於有關這操作型試題編輯系統是由研究團隊的另一個成員李清峰同學設計與實作，詳見其論文「支援操作型試題樣板之系統環境設計與實作」[15]。

因此，以下先說明與本研究有關的操作型試題樣板的架構、操作型試題樣板的開發流程和由操作型試題產生操作型試題的編輯流程，最後再針對「九年一貫數學能力指標分年細目」進行分析，得出操作型試題樣板的功能需求。

3.1 操作型試題樣板

3.1.1 操作型試題樣板架構

操作型試題樣板的架構包括三個部份，如圖 3 所示：

- Flash 樣板檔
每一種操作型樣板都會有相對應的一個 Flash 樣板檔，負責每個操作型試題樣板的邏輯處理流程。
- XML 樣板描述檔
每一種操作型試題樣板也對應一個 XML 樣板描述檔，負責每個操作型試題樣板的資料結構，包括元件的擺放位置、大小及相關屬性設定值以及對應的 Flash 樣板檔等。
- 多媒體素材
每個操作型試題樣板或多或少都會使用到不同的媒材來輔助試題的呈現，如：圖片、動畫、聲音或影片等。

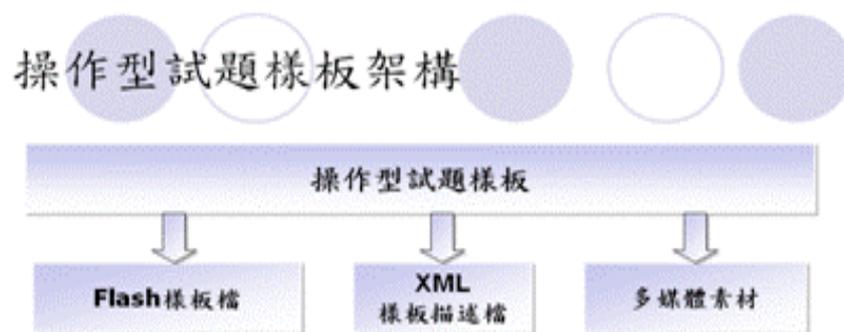


圖 3 操作型試題樣板架構

接著，我們將介紹操作型試題樣板的開發流程。

3.1.2 操作型試題樣板開發流程

圖 4 是操作型試題樣板的開發流程。

首先，操作型試題樣板設計者依所要開發的操作型試題樣板作需求分析，分析完成後得到操作型試題的樣板種類、樣板需求元件和互動操作方式，再設計上述操作型試題樣板之架構，在基本元件庫選擇所要繼承的元件，著手撰寫程式擴充以達到需求分析結果要求的功能，測試無誤後，輸出成操作型試題樣板，並儲存於操作型試題樣板庫。

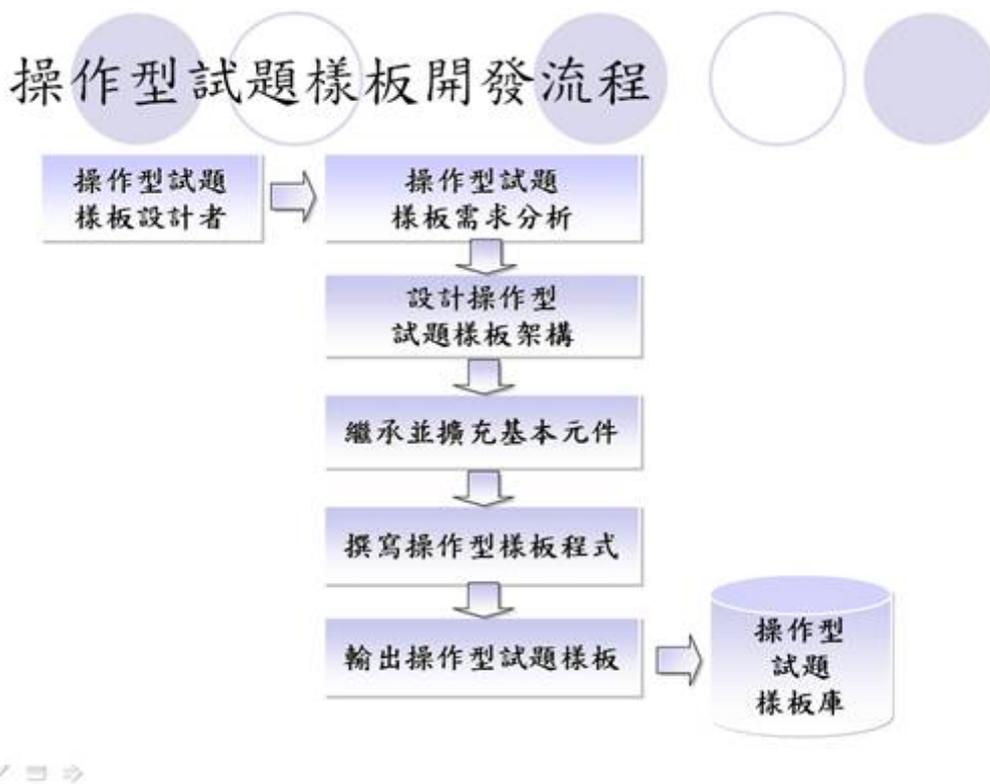


圖 4 操作型試題樣板的開發流程

談完了操作型試題樣板的架構和其開發流程，接著，我們將介紹如何由操作型試題樣板產生操作型試題的流程。

3.1.3 操作型試題編輯流程

圖 5 是利用操作型試題樣板編製出操作型試題的編輯流程。

操作型試題編製者從操作型試題樣板庫內，選擇所要編製的操作型試題樣板，然後依照需要選擇想要更換的素材，如：文字、聲音、圖片等，素材更換完成後，設定操作型試題的答案及試題屬性，最後儲存成操作型試題置於操作型試題庫內。

在本節中，我們已說明操作型試題樣板的架構、開發流程，以及操作型試題編輯流程。接下來，我們將針對「九年一貫數學能力指標分年細目」進行分析，得出操作型試題樣板的功能需求。

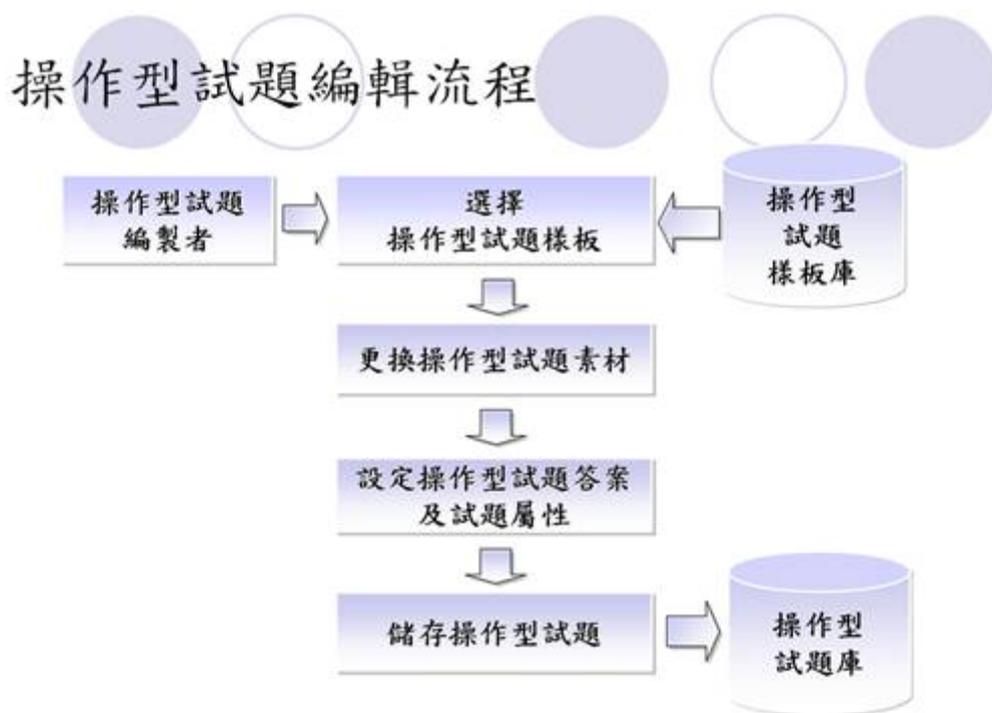


圖 5 操作型試題的編輯流程

3.2 九年一貫數學能力指標分析

依據 2.3 小節布魯姆認知領域教育目標分類修訂版，將九年一貫數學領域能力指標中有關量與實測、幾何和統計與機率的分年細目表列（如表 1、表 2 和表 3 所示），並逐一檢視其句型結構和詞彙意義，依動詞、名詞兩部份加以分解，其中「動詞」通常陳述學習過程中認知歷程的表現，而「名詞」則為學習結果中的知識內涵[13]。

表 1 「量與實測」之能力指標分年細目表(包含長度、角度、時間、面積、體積) [1]

1-n-09	能認識長度，並作直接比較。
1-n-10	能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較物體的長短。
2-n-13	能理解用不同個別單位測量同一長度時，其數值不同，並能說明原因。
2-n-14	能認識長度單位「公分」、「公尺」及其關係，並能作相關的實測、估測與同單位的計算。
3-n-12	能認識長度單位「毫米」，及「公尺」、「公分」、「毫米」間的關係，並作實測與相關計算。
3-n-17	能認識角，並比較角的大小。

4-n-14	能認識角度單位「度」，並使用量角器實測角度或畫出指定的角。
1-n-08	能認識常用時間用語，並報讀日期與鐘面上整點、半點的時刻。
2-n-11	能認識鐘面上的時刻是幾點幾分。
2-n-12	能認識「年」、「月」、「星期」、「日」，並知道「某月有幾日」、「一星期有七天」。
2-n-17	能認識面積，並作直接比較。
3-n-18	能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。
4-n-16	能理解長方形和正方形的面積公式與周長公式。
5-n-16	能運用切割重組，理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式。
6-n-11	能以適當的正方形單位，對曲線圍成的平面區域估算其面積。
6-n-12	能理解圓面積與圓周長的公式，並計算簡單扇形面積。
4-n-17	能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同體積的大小，並認識體積單位「立方公分」。
5-n-18	能理解長方體和正方體的體積公式。
5-n-19	能理解容量、容積和體積間的關係。
6-n-13	能理解簡單直立柱體的體積為底面積與高的乘積。

表 2 「幾何」之能力指標分年細目表（和量與實測有關者）[1]

2-s-01	能認識周遭物體上的角、直線與平面（含簡單立體形體）。
2-s-03	能使用直尺畫出指定長度的線段。
2-s-04	能畫出兩點間的線段，並測量其長度。
2-s-05	能認識面積，並作直接比較。
3-s-02	能認識周長，並實測周長。
3-s-04	能認識角，並比較角的大小。
3-s-05	能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。
4-s-04	能認識角度單位「度」，使用量角器實測角度或畫出指定的角。
4-s-09	能理解長方形和正方形的面積公式與周長公式。
5-s-05	能運用切割重組，理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式。
5-s-07	能理解長方體和正方體的體積公式。

6-s-02	能認識平面圖形放大、縮小對長度、角度與面積的影響，並認識比例尺。
6-s-03	能以適當的正方形單位，對曲線圍成的平面區域估算其面積。
6-s-04	能理解圓面積與圓周長的公式，並計算簡單扇形面積。
6-s-05	能認識直圓錐、直圓柱與直角柱。
6-s-06	能理解簡單直立柱體的體積為底面積與高的乘積。

表 3 「統計圖表」之能力指標分年細目表[1]

1-d-01	能對生活中的事件或活動做初步的分類與紀錄。
1-d-02	能將紀錄以統計表呈現並說明。
3-d-01	能報讀生活中常見的直接對應（一維）表格。
3-d-02	能報讀生活中常見的交叉對應（二維）表格。
4-d-01	能報讀生活中資料的統計圖，如長條圖、折線圖與圓形圖等。
4-d-02	能報讀較複雜的長條圖。
5-d-01	能整理生活中的資料，並製成長條圖。
5-d-02	能報讀生活中有序資料的統計圖。
5-d-03	能整理有序資料，並繪製成折線圖。
6-d-01	能整理生活中的資料，並製成圓形圖。

上面能力指標分年細目列表經檢視後，得到如表 4 的檢視結果：

表 4 能力指標分年細目檢視結果

動詞	對應有此動詞的數學能力指標分年細目
認識	1-n-09, 2-n-14, 3-n-12, 3-n-17, 4-n-14, 1-n-08, 2-n-11, 2-n-12, 2-n-17, 3-n-18, 4-n-17, 2-s-01, 2-s-05, 3-s-02, 3-s-04, 3-s-05, 4-s-04, 6-s-02, 6-s-05。
比較	1-n-09, 1-n-10, 3-n-17, 2-n-17, 3-n-18, 4-n-17, 2-s-05, 3-s-04, 3-s-05。
實測	1-n-10, 2-n-14, 3-n-12, 4-n-14, 3-n-18, 4-n-17, 3-s-02, 3-s-05, 4-s-04。
理解	2-n-13, 4-n-16, 5-n-16, 6-n-12, 5-n-18, 5-n-19, 6-n-13, 4-s-09, 5-s-05, 5-s-07, 6-s-04, 6-s-06。
測量	2-n-13, 2-s-04。
估測	2-n-14。
說明	2-n-13, 1-d-02。

估算	6-n-11, 6-s-03。
計算	2-n-14, 3-n-12, 6-n-12, 6-s-04。
畫出	4-n-14, 2-s-03, 2-s-04, 4-s-04。
報讀	1-n-08, 3-d-01, 3-d-02, 4-d-01, 4-d-02, 5-d-02。
知道	2-n-12。
切割	5-n-16, 5-s-05。
重組	5-n-16, 5-s-05。
分類	1-d-01。
記錄	1-d-01。
製成	5-d-01, 6-d-01。
繪製	5-d-03。
整理	5-d-01, 5-d-03, 6-d-01。
使用	2-s-03。
利用	1-n-10, 3-n-18。
呈現	1-d-02。

再從上述動詞整理具操作性質者，如表 5 所示：

表 5 能力指標分年細目檢視結果具操作性質者

動詞	對應有此動詞的數學能力指標分年細目
實測	1-n-10, 2-n-14, 3-n-12, 4-n-14, 3-n-18, 4-n-17, 3-s-02, 3-s-05, 4-s-04。
測量	2-n-13, 2-s-04。
畫出	4-n-14, 2-s-03, 2-s-04, 4-s-04。
繪製	5-d-03。
製成	5-d-01, 6-d-01。

從分析結果得知，具操作性質的動詞大多分布在中低年級基本概念形成的階段，更是以後數學概念延伸應用的基礎；若是基本概念不穩固，將影響後續的學習成效。因此，研究者的目的希望利用操作型試題來檢測出學生的真正能力。另外，在高年級的數學學習上，大部份的數學概念都已經進入形式化，較少透過操作來檢測學生學習成效。

從這些具有操作性質的能力指標來看，可以得到各個操作型試題樣板需求的相關元件，如圖 6 所示。其操作方式受限於電腦人機界面的因素，使用拖拉 (Drag)、放開 (Drop)、點按 (Click)、平移 (Move)、旋轉 (Rotation) 和鍵盤輸入等動作來達成操作的目的，如圖 7 所示。

操作型試題樣板需求分析

樣板名稱	九年一貫數學領域能力指標分年細目	需求元件
長度	1-n-10 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較物體的長短。 2-n-14 能認識長度單位「公分」、「公尺」及其關係，並能作相關的實測、估測與同單位的計算。 2-s-03 能使用直尺畫出指定長度的線段。 2-s-04 能畫出兩點間的線段，並測量其長度。	直尺 線段
角度	3-n-17 能認識角，並比較角的大小。 3-s-04 能認識角，並比較角的大小。 4-n-14 能認識角度單位「度」，並使用量角器實測角度或畫出指定的角。 4-s-04 能認識角度單位「度」，並使用量角器實測角度或畫出指定的角。	量角器 角
時間	1-n-08 能認識常用時間用語，並報讀日期與鐘面上整點、半點的時刻。 2-n-11 能認識鐘面上的時刻是幾點幾分。	時鐘鐘面
面積	2-n-17 能認識面積，並作直接比較。 2-s-05 能認識面積，並作直接比較。 3-n-18 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。 3-s-05 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。	平方公分板
體積	4-n-17 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同體積的大小，並認識體積單位「立方公分」。	正方體
統計圖表	1-d-01 能對生活中的事件或活動做初步的分類與紀錄。 1-d-02 能將紀錄以統計表呈現並說明。 3-d-01 能報讀生活中常見的直條對應 (一維) 表格。 3-d-02 能報讀生活中常見的交叉對應 (二維) 表格。 4-d-01 能報讀生活中資料的統計圖，如長條圖、折線圖與圓形圖等。 4-d-02 能報讀較複雜的長條圖。 5-d-01 能整理生活中的資料，並製成長條圖。 5-d-02 能報讀生活中有序資料的統計圖。 5-d-03 能整理有序資料，並繪製折線圖。 6-d-01 能整理生活中的資料，並製成圓形圖。	長條圖

圖 6 操作型試題樣板需求元件

操作型試題樣板的操作方式

樣板名稱	操作型試題樣板的操作方式
長度	拖拉 + 放開 + 平移 + 旋轉
角度	拖拉 + 放開 + 平移 + 旋轉
時間	拖拉 + 放開 + 旋轉
面積	點按
體積	點按 + 拖拉 + 放開
統計圖表	點按 + 拖拉 + 鍵盤輸入

拖拉 (Drag)、放開 (Drop)、平移 (Move)、點按 (Click)、旋轉 (Rotation)

圖 7 操作型試題樣板操作方式

3.3 小結

在本章節中，我們已分析出長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表六個操作型試題樣板的功能需求。

首先，在長度教學概念[16]中，我們發現有以下重點：長度概念的由來、直線、直線段的長短、直線段長的描述、曲線長的描述、普遍單位、數線、比例尺等概念之教學，本研究擬就直線長度的測量和畫出指定長度的線段等兩個基本概念來實作操作型試題樣板。

其次，在角度教學概念[17]中，我們發現有以下重點：量的確認與複製、角量的直接比較、角量的間接比較、角量的合成、量角器的教學、實測與估測、角度的四則計算等概念之教學，本研究擬就角度的測量和畫出指定角量的角等兩個基本概念來實作操作型試題樣板。

接著，在時間教學概念[18]中，我們發現有以下重點：比對刻度觀點（例如：以二針所指刻度，直接報讀幾時幾分）、建立相對量感（例如：9時到10時的刻度變化，配合生活事件，認識1時的量感）、建立等相對量感（例如：經歷相同事件，都是從9時到10時，用小時計算是1小時，用分鐘計算是60分鐘，進而引發二階單位間1小時等於60分鐘的關係）、時間的計算與應用（例如：時間量的加、減、乘、除法問題，二時刻與時間量的問題）等概念之教學，本研究擬就撥出指定時刻、撥出正確的時刻和撥算經過的時間等三個基本概念來實作操作型試題樣板。

再者，在面積教學概念[19]中，我們發現有以下重點：平面區域（面積）的認識、面積的大小比較、面積的測量等概念之教學，本研究擬就點數圖形面積大小和製作指定面積大小的圖形等兩個基本概念來實作操作型試題樣板。

然後，在體積教學概念[17]中，我們發現有以下重點：體積的確認、體積的直接比較及複製、個別單位比較、複合圖形的體積、體積公式、單位化聚等概念之教學，本研究擬就點數多少個1立方公分和點算體積的大小等兩個基本概念來實作操作型試題樣板。

最後，在統計與機率教學概念[20]中，我們發現統計圖表有以下重點：收集資料、整理與分析資料、表徵資料、解釋資料等概念之教學，本研究擬就長條圖基本概念來實作操作型試題樣板。

我們將依照本章節所分析出的操作型試題樣板功能需求，將各個操作型試題樣板實作出來，在下個章節中，將進一步解釋各個操作型試題樣板的設計與實作方法。



四、操作型試題樣板設計與實作

在上一章節中，我們對九年一貫數學領域國小階段的量與實測、幾何、統計與機率的能力指標分年細目進行需求分析，得到六個操作型試題樣板：長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表。

在本章節中將說明如何設計與實作操作型試題樣板。4.1 小節說明操作型試題樣板的基本類別繼承圖，4.2 小節說明「長度」操作型試題樣板，4.3 小節說明「角度」操作型試題樣板，4.4 小節說明「時間」操作型試題樣板，4.5 小節說明「面積」操作型試題樣板，4.6 小節說明「體積」操作型試題樣板，4.7 小節說明「統計圖表」操作型試題樣板。

4.1 操作型試題樣板基本類別繼承圖

在 3.1.1 小節已經知道，每個操作型試題樣板都對應一個 FLASH 樣板檔，所以在操作型試題樣板實作上，我們是採用 Macromedia FLASH 8 Professional 版本當作開發工具，並使用內建的 ActionScript 2.0 物件導向語言來設計製作出操作型試題樣板。

利用 ActionScript 編製操作型試題樣板所使用到的核心類別之間的關係，如圖 8 所示。



圖 8 操作型試題樣板核心類別關係圖

在 Flash 裡，最底層的類別就是 MovieClip，其他使用者自行設計擴充的類別都要繼承自 MovieClip 類別，再撰寫 ActionScript 程式碼來擴充。

整個操作型試題樣板核心類別是以 Stagemanager 場景管理為中心，負責基本元件的動態產生或刪除，其中基本元件包括：文字、圖片、動畫、聲音和影片。因應每個新增的操作型試題樣板有需求的新元件，Stagemanager 場景管理也要被繼承並予以擴充，以便對新的元件動態產生或刪除。

場景管理 Stagemanager 搭配 XML 解譯器來對操作型試題的 XML 樣板描述檔做解析，以便將樣板所使用到的元件做好初始化、屬性設定和擺放在固定位置上；同樣地也可將編輯好的操作型試題透過 XML 解譯器把場景上的所有元件轉換為 XML 格式，儲存在操作型試題對應的 XML 樣板描述檔。另外，場景管理 Stagemanager 也可透過 ScaleTool 對場景裡的元件進行元件縮放。

BasicMC 基本元件類別則定義在這個操作型試題樣板下的元件的最基本功能及屬性，透過物件繼承的方式，衍生出不同的各式元件，方便管理、維護及後續使用者自訂元件的開發，以節省反覆開發的人力、物力成本。

目前操作型試題樣板系統已經自 BasicMC 類別衍生五個常用的元件類別：TextMC 文字元件、PictureMC 圖片元件、AnimationMC 動畫元件、SoundMC 聲音元件和 Video 影片元件，供使用者直接選用或繼承延伸開發。

使用者依據操作型試題樣板需求分析的結果，依所需元件的特性自 BasicMC 類別或者 TextMC 類別、PictureMC 類別、Animation 類別、SoundMC 類別、Video 類別繼承，再撰寫 ActionScript 程式碼擴充功能達成需求結果。

由上面的敘述可以知道：每當設計一個新的操作型試題樣板，這兩個部份是一定要繼承並擴充功能：Stagemanager 場景管理類別和 BasicMC 基本元件（或衍生元件）。

以下，我們再將操作型試題樣板需求元件列出，如圖 9 所示。接下來，我們就針對六個操作型試題樣板的實作來逐一說明。

操作型試題樣板需求分析

樣板名稱	九年一貫數學領域能力指標分年細目	需求元件
長度	1-n-10 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較物體的長短。 2-n-14 能認識長度單位「公分」、「公尺」及其關係，並能作相關的實測、估測與開單位的計算。 2-n-03 能使用直尺量出指定長度的線段。 2-n-04 能畫出兩點間的線段，並測量其長度。	直尺 線段
角度	3-n-17 能認識角，並比較角的大小。 3-n-04 能認識角，並比較角的大小。 4-n-14 能認識角度單位「度」，並使用量角器實測角度或畫出指定的角。 4-n-04 能認識角度單位「度」，並使用量角器實測角度或畫出指定的角。	量角器 角
時間	1-n-08 能認識常用時間用語，並報讀日期與種面上整點、半點的時間。 2-n-11 能認識種面上的時間是幾點幾分。	時鐘鐘面
面積	2-n-17 能認識面積，並作直接比較。 2-n-05 能認識面積，並作直接比較。 3-n-18 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。 3-n-05 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同面積的大小，並認識面積單位「平方公分」。	平方公分板
體積	4-n-17 能利用間接比較或以個別單位實測的方法比較不同體積的大小，並認識體積單位「立方公分」。	正方體
統計圖表	1-g-01 能對生活中的事件或活動做初步的分類與紀錄。 1-g-02 能將紀錄以統計表呈現並說明。 3-g-01 能根據生活中常見的直接對應（一維）表格。 3-g-02 能根據生活中常見的交叉對應（二維）表格。 4-g-01 能根據生活中資料的設計圖、折衷線圖、折線圖與圓形圖等。 4-g-02 能解釋的複雜的折衷圖。 5-g-01 能整理生活中的資料，並製成長條圖。 5-g-02 能根據生活中序資料的統計圖。 5-g-03 能整理有序資料，並繪製成折線圖。 8-g-01 能整理生活中的資料，並製成圓形圖。	長條圖

圖 9 操作型試題樣板需求元件

4.2 長度操作型試題樣板

- 樣板需求元件：直尺、線段
- 類別繼承關係：如圖 10 所示。
 - 線段元件 (CLineMC)：繼承自 BasicMC 類別，再加上兩個控制端點，控制端點可經滑鼠拖拉以動態改變線段的長度。在編輯狀態下，拖拉控制點時會顯示這條線段的長度（單位：毫米）。
 - 直尺元件 (CRuler_MC)：繼承自 BasicMC 類別，直尺刻度上的一公分與真實一公分乃一比一對應，另外加一個控制鈕以便使用者將直尺作旋轉動作。
 - 場景管理 (CStagemanager)：繼承自 Stagemanager 類別，增加支援樣板需求元件：線段元件和直尺元件的動態產生與刪除。

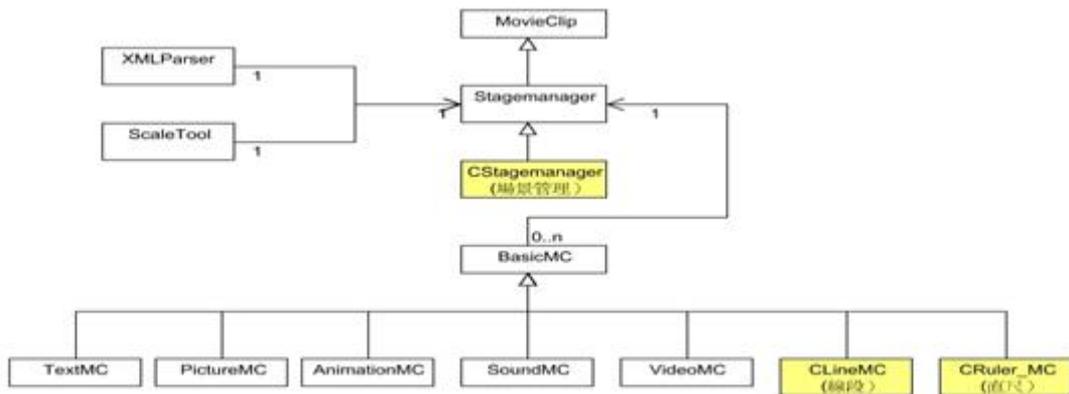


圖 10 長度操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面

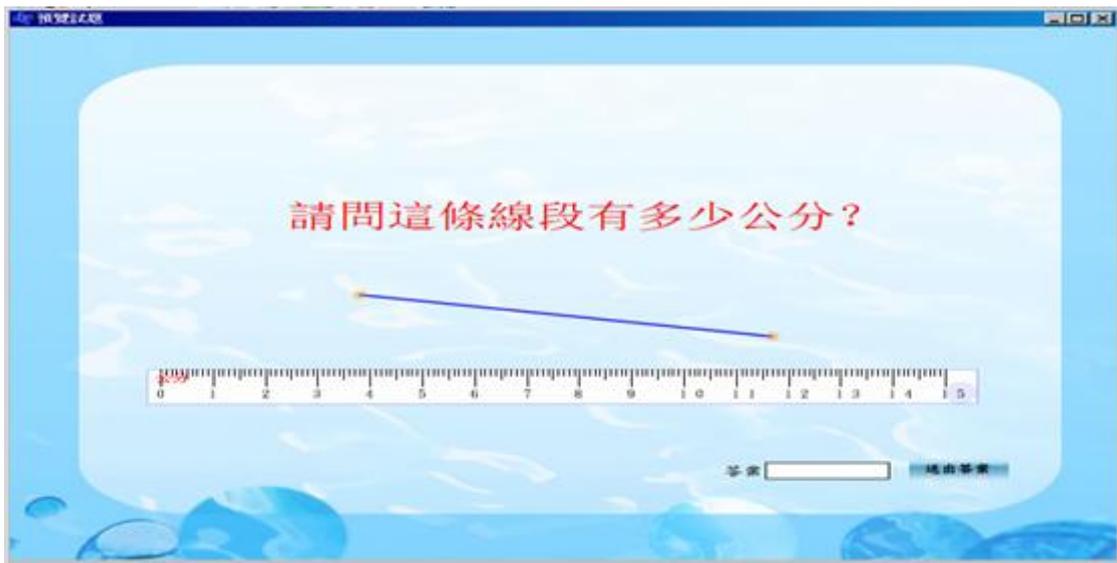


圖 11 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.3 角度操作型試題樣板

- 樣板需求元件：量角器、角
- 類別繼承關係：如圖 12 所示。
 - 量角器元件 (CProtractorMC)：繼承自 AnimationMC 類別，加上一個控制端點可讓使用者對量角器作旋轉動作。可以使用快捷選單來改變量角器的形式。
 - 角元件 (CAngleMC)：繼承自 BasicMC 類別，再加三個控制端點以便更改夾角的大小和角邊的長度。在試題編輯狀態下，拖拉控制端點會顯示出角邊長（單位：毫米）和夾角的角度大小（單位：度）。
 - 場景管理 (CStagemanager)：繼承自 Stagemanager 類別，再增加支援樣板需求元件：量角器元件和角元件的動態產生與刪除。

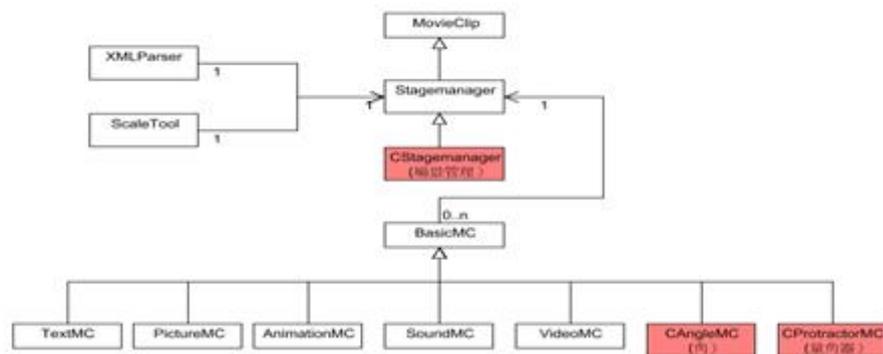


圖 12 角度操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面

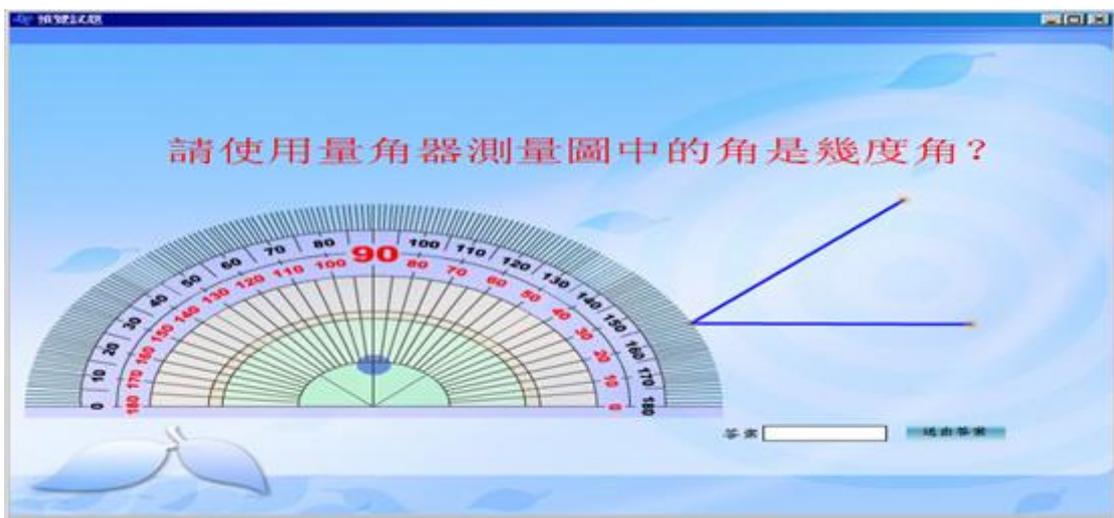


圖 13 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.4 時間操作型試題樣板

- 樣板需求元件：時鐘鐘面
- 類別繼承關係：如圖 14所示。
 - 時鐘鐘面元件 (CClockMC)：繼承自 PictureMC 類別，再加上時針、分針。可使用滑鼠拖拉分針帶動時針，以動態改變鐘面的時刻。
 - 場景管理 (CStageManager)：繼承自 Stagemanager 類別，再增加支援樣板需求元件：時鐘鐘面的動態產生與刪除。

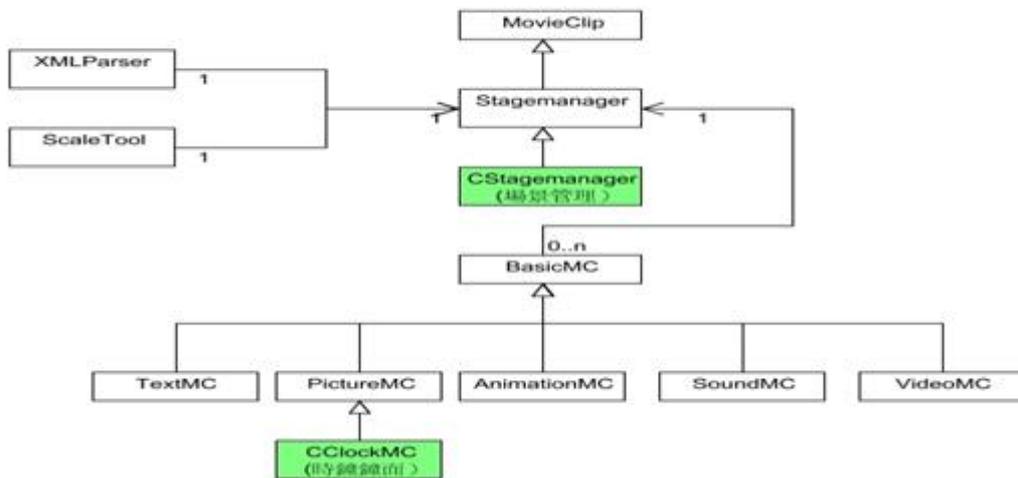


圖 14 時間操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面

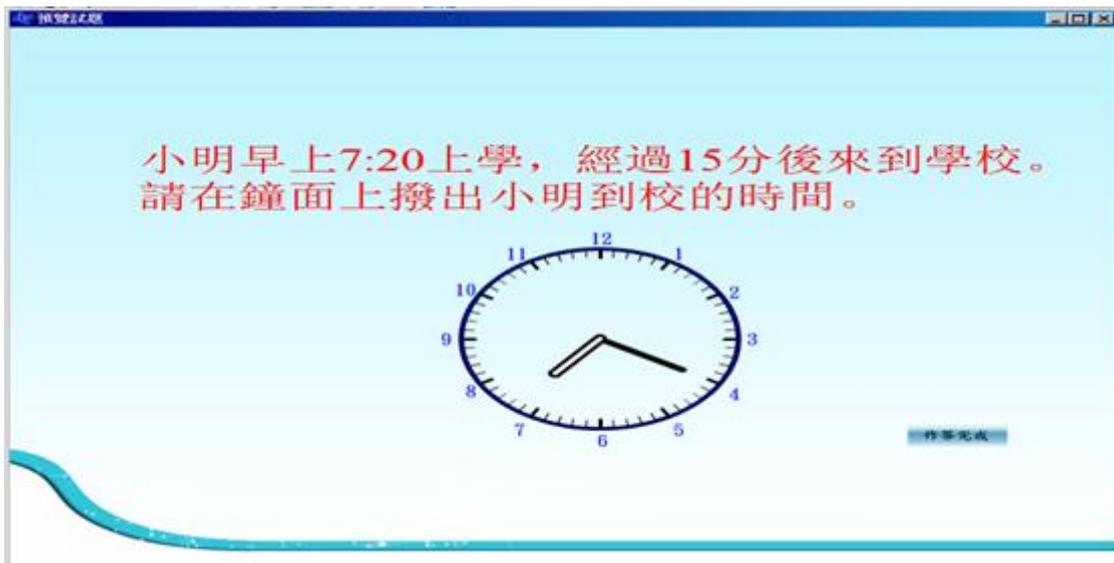


圖 15 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.5 面積操作型試題樣板

- 樣板需求元件：平方公分板
- 類別繼承關係：如圖 16所示。
 - 平方公分板元件 (CHBoardMC)：繼承自 BasicMC 類別，可動態改變平方公分板大小。平方公分板內的小方格可使用滑鼠點按,以顏色變淡來告知該小方格已作答過。
 - 場景管理 (CStagemanager)：繼承自 Stagemanager 類別，再增加支援樣板需求元件：平方公分板元件。

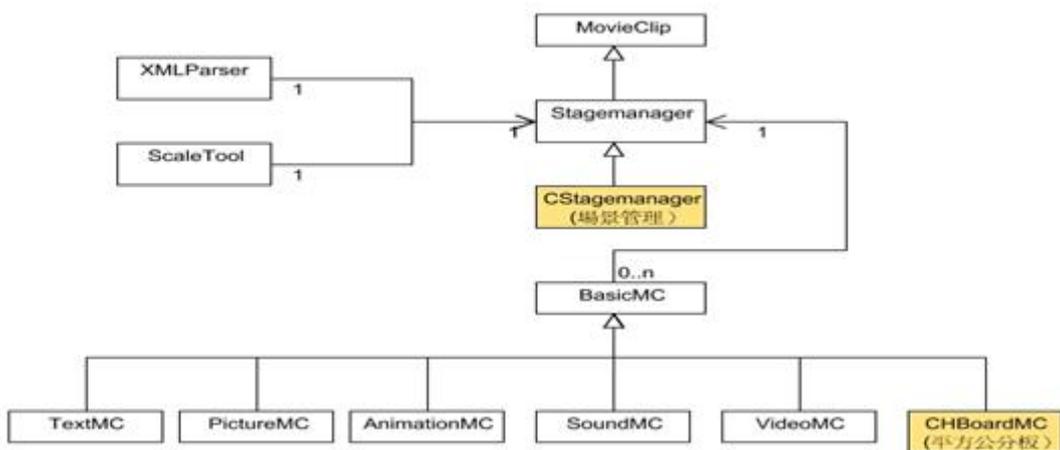


圖 16 面積操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面

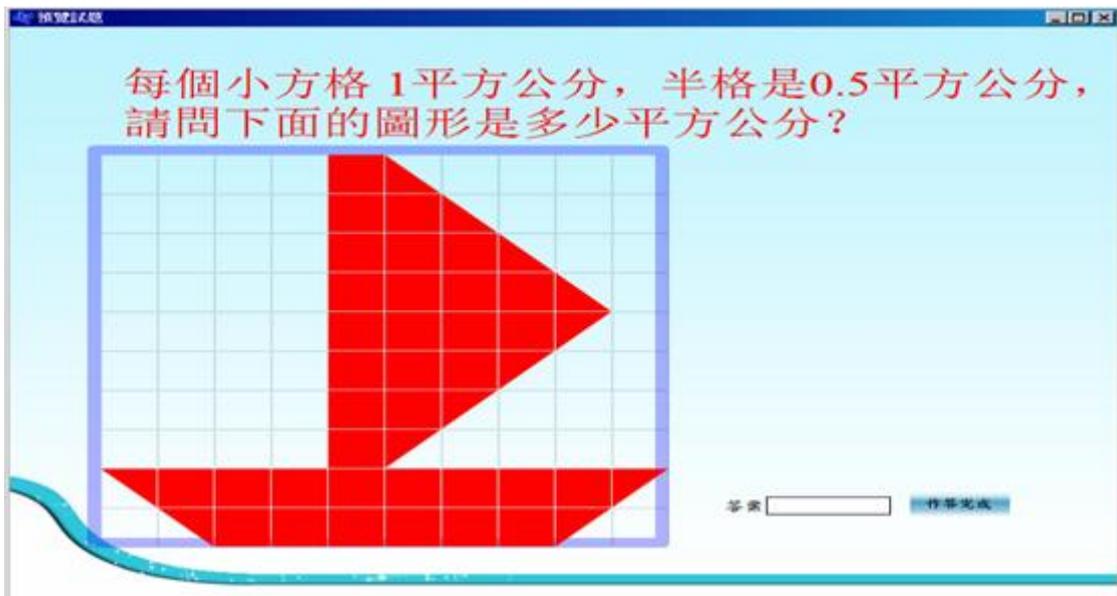


圖 17 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.6 體積操作型試題樣板

- 樣板需求元件：正方體
- 類別繼承關係：如圖 18 所示。
 - 正方體元件 (CCubeMC)：繼承自 BasicMC 類別，支援複製功能。可使用滑鼠點按拖拉，在測驗狀態時會以變色來告知該正方體已作答過。
 - 場景管理 (CStagemanager)：繼承自 Stagemanager 類別，再增加支援樣板需求元件：正方體元件。

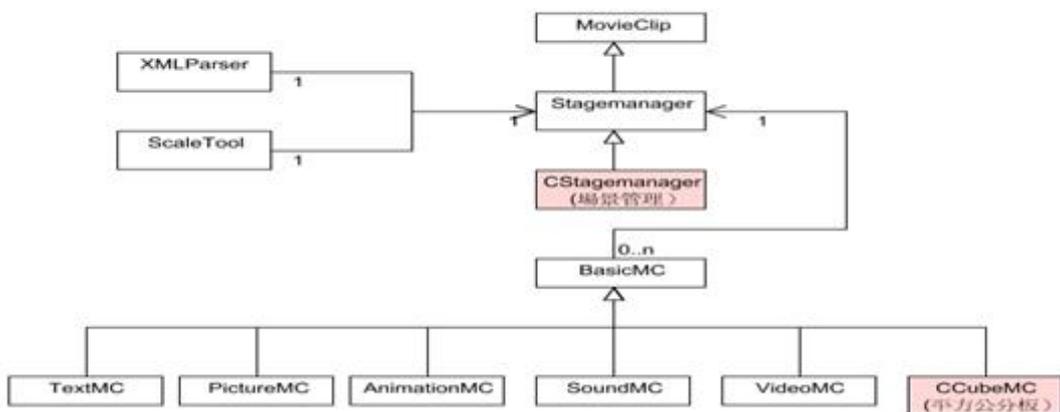


圖 18 體積操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面

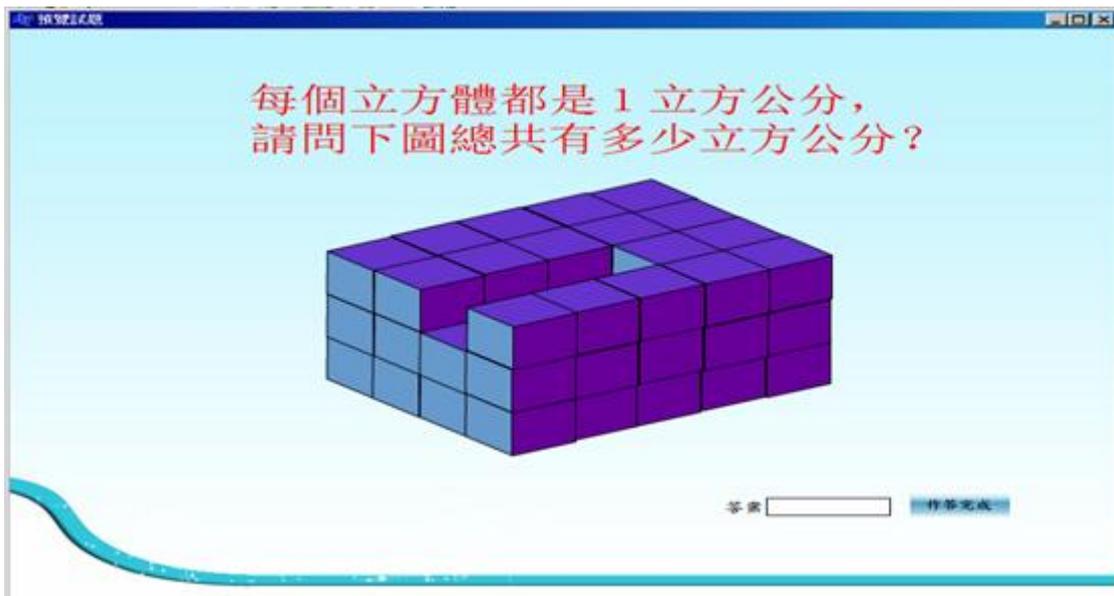


圖 19 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.7 統計圖表操作型試題樣板

- 樣板需求元件：長條圖
- 類別繼承關係：如圖 20 所示。
 - 長條圖元件 (CbarChartMC)：繼承自 BasicMC 類別，可動態設定橫軸和縱軸的顯示，另外長條圖使用滑鼠拖拉方式進行長條圖的繪製。
 - 場景管理 (CStagemanager)：繼承自 Stagemanager 類別，再增加支援樣板需求元件：長條圖元件。

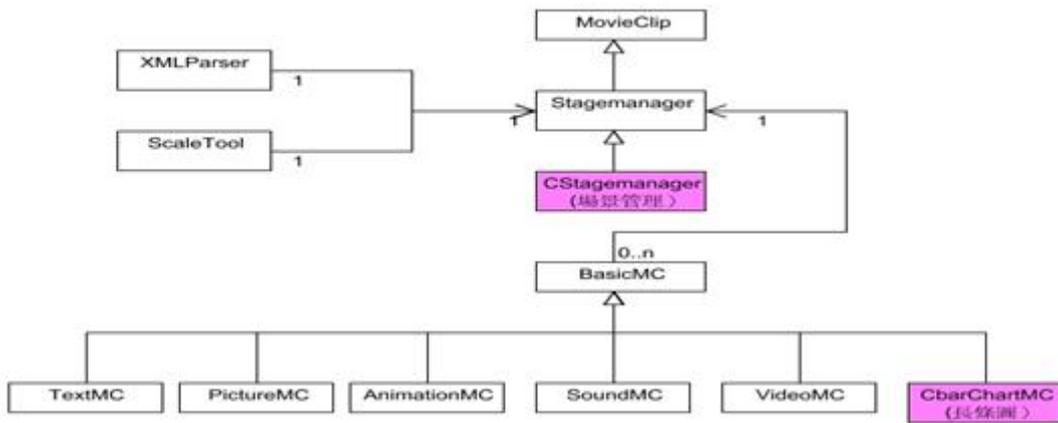


圖 20 統計圖表操作型試題樣板類別繼承關係

- 樣板畫面



圖 21 長度操作型試題樣板類別繼承關係

4.8 小結

在本章節中，我們已實作出長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表六個操作型試題樣板。如圖 22 所示。

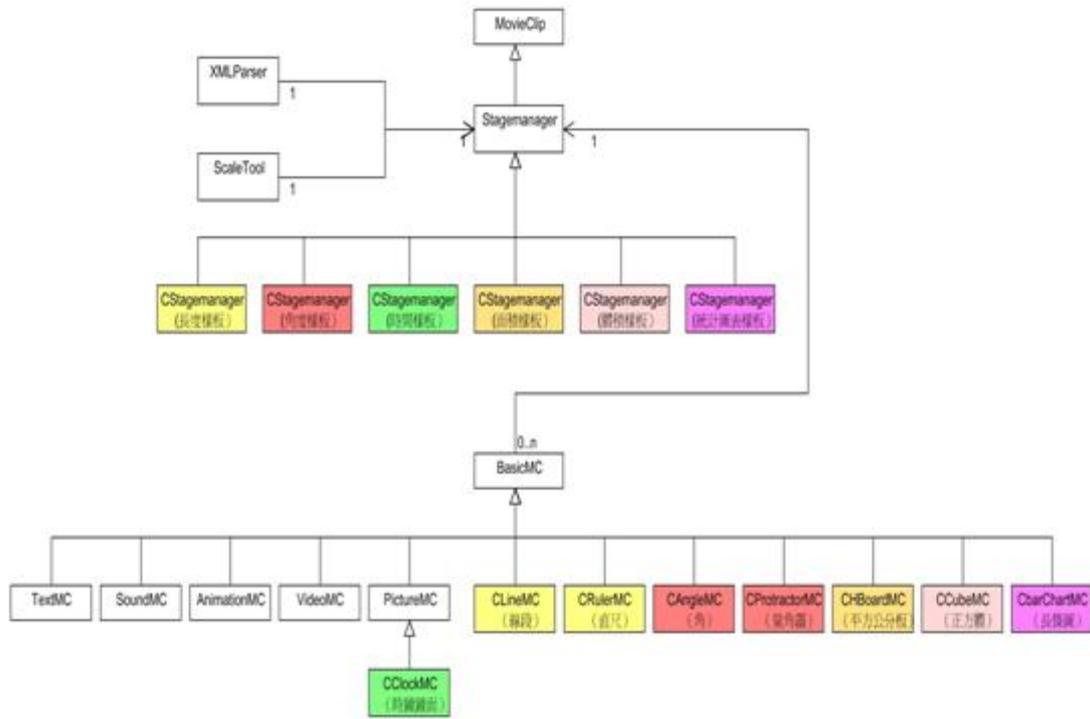


圖 22 長度操作型試題樣板類別繼承關係

我們將在下個章節中，針對六個操作型試題樣板，逐一作樣板功能的展示。



五、 操作型試題樣板功能展示

在本章節中將展示如何利用操作型試題樣板編製出操作型試題。5.1 小節為操作型試題編輯器編輯界面簡介，5.2 小節為「長度」操作型試題樣板功能展示，5.3 小節為「角度」操作型試題樣板功能展示，5.4 小節為「時間」操作型試題樣板功能展示，5.5 小節為「面積」操作型試題樣板功能展示，5.6 小節為「體積」操作型試題樣板功能展示，5.7 小節為「統計圖表」操作型試題樣板功能展示，5.8 小節為操作型試題樣板舉例。

5.1 操作型試題編輯界面簡介

在 3.1.3 小節已說明由操作型試題樣板編製出操作型試題的流程，如下圖 23 所示：

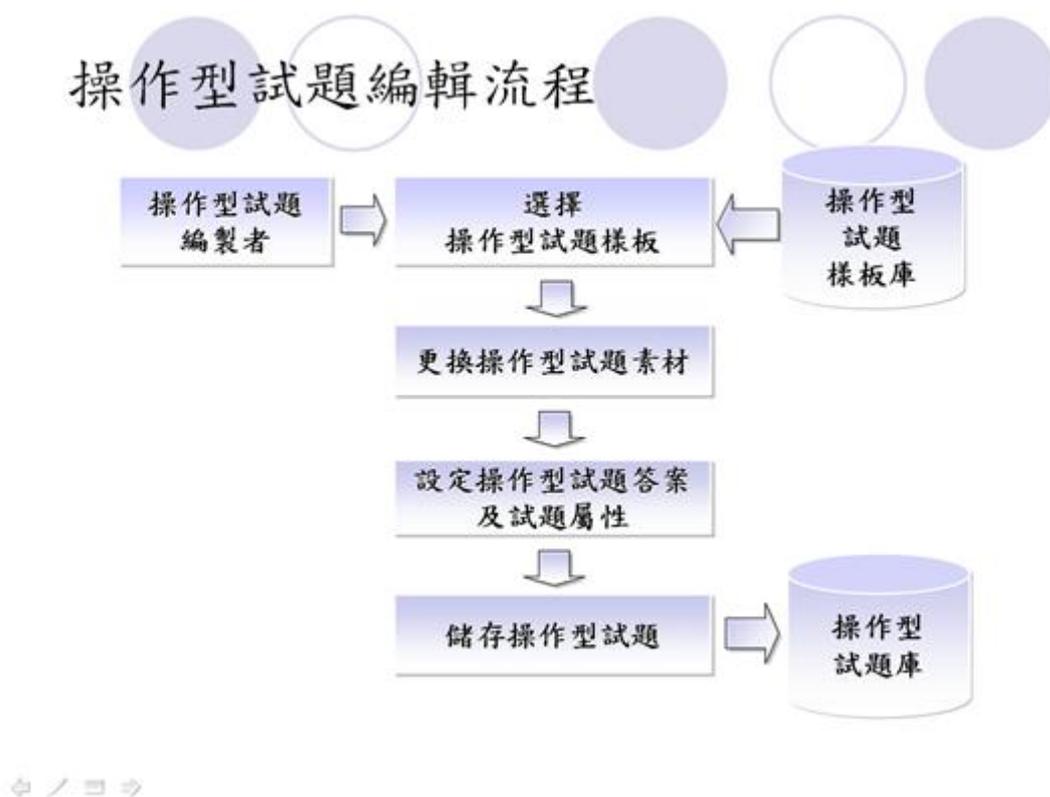


圖 23 操作型試題編輯流程

接下來，就操作型試題編輯器的編輯界面做一簡要說明，如圖 24 所示。整個操作型試題編輯器分成兩部分：工具列和編輯區。

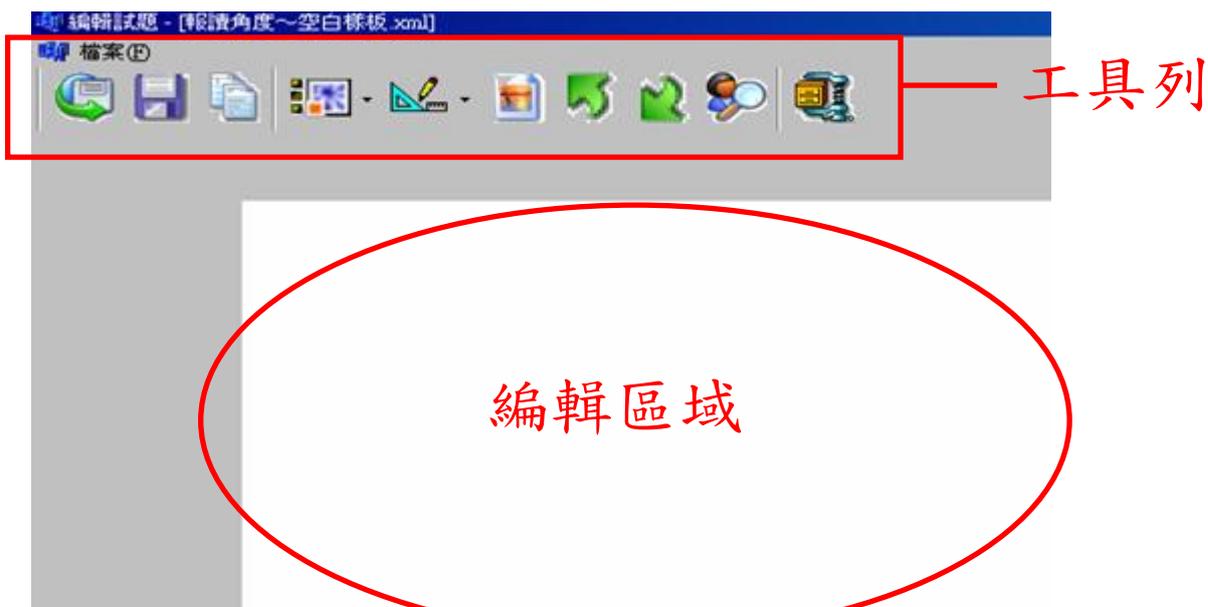


圖 24 操作型試題編輯流程

編輯器工具列的各項功能敘述如下，如表 6 所示：

表 6 編輯器工具列說明

	「開啟樣板」按鈕	以對話盒方式讓使用者選擇所要編輯的樣板
	「儲存樣板」鈕	儲存目前使用者於編輯區域內的試題
	「重新編輯」鈕	將編輯區域內的所有元件清除
	「新增元件」鈕	基本元件：文字、圖片、聲音、動畫、影像
	「場景元件」鈕	因應各樣板的需求元件不同而動態更換
	「更換背景」鈕	改變場景的背景圖
	「上(下)移一層」鈕	改變場景上元件的景深 (Depth)
	「預覽試題」鈕	預覽場景上正在編輯的試題

而編輯區域，也就是場景部分，則是我們在編輯操作型試題時各項編輯工作發生的區域。

接著，我們將操作型試題編輯流程，對照操作型試題編輯器界面實際操作步驟來解說試題編輯的流程，如圖 25 所示。

首先，按下「開啟樣板」鈕，出現對話盒，使用者選擇好樣板檔後按下「確定」後，操作型試題樣板便被載入至編輯區內，開始進行試題編製工作。編製過程中，可以「更換背景」或「新增元件」、「場景元件」增加元件，也可以針對元件及素材做置換或變更元件景深。

最後，設定好元件屬性和試題答案，即可將編輯好的操作型試題儲存在操作型試題庫內，完成操作型試題的編輯。也可以利用「預覽試題」功能來對操作型試題做預覽動作。



圖 25 操作型試題編輯界面操作流程

接下來，針對長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表六個操作型試題樣板逐一作功能展示說明。

5.2 長度操作型試題樣板

本研究針對「長度操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 直線長度的測量
(例：利用所給的直尺測量直線有多少公分？)
- 畫出指定長度的線段
(例：拖拉直線兩端並配合直尺，畫出 5 公分的直線)。

5.2.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟如圖 26所示。按「更換背景」鈕，出現對話盒供使用者選擇背景，確定後即完成背景圖的更換。



圖 26 更換背景

2. 更換文字內容：步驟如圖 27所示。按「新增元件」鈕，選擇「文字元件」，文字元件以預設內容出現在編輯區（場景）內。此時可以按滑鼠右鍵來變更文字內容。在對話盒上方編修文字內容後，還可以選擇字體大小，確定後場景上的文字元件立即更新文字內容和字體大小。若是要刪除文字元件，只需按滑鼠右鍵，在快捷列選擇「刪除物件」即可將文字元件刪去。
3. 新增場景元件：本樣板具有兩個場景元件，線段和直尺。
 - (1) 線段元件：如圖 28所示，使用者可以使用滑鼠直接拖拉移動線段，也可以拖拉線段兩端控制點改變線段的長度，此時若在編輯狀態下會動態顯示線段的長度（單位：毫米）。

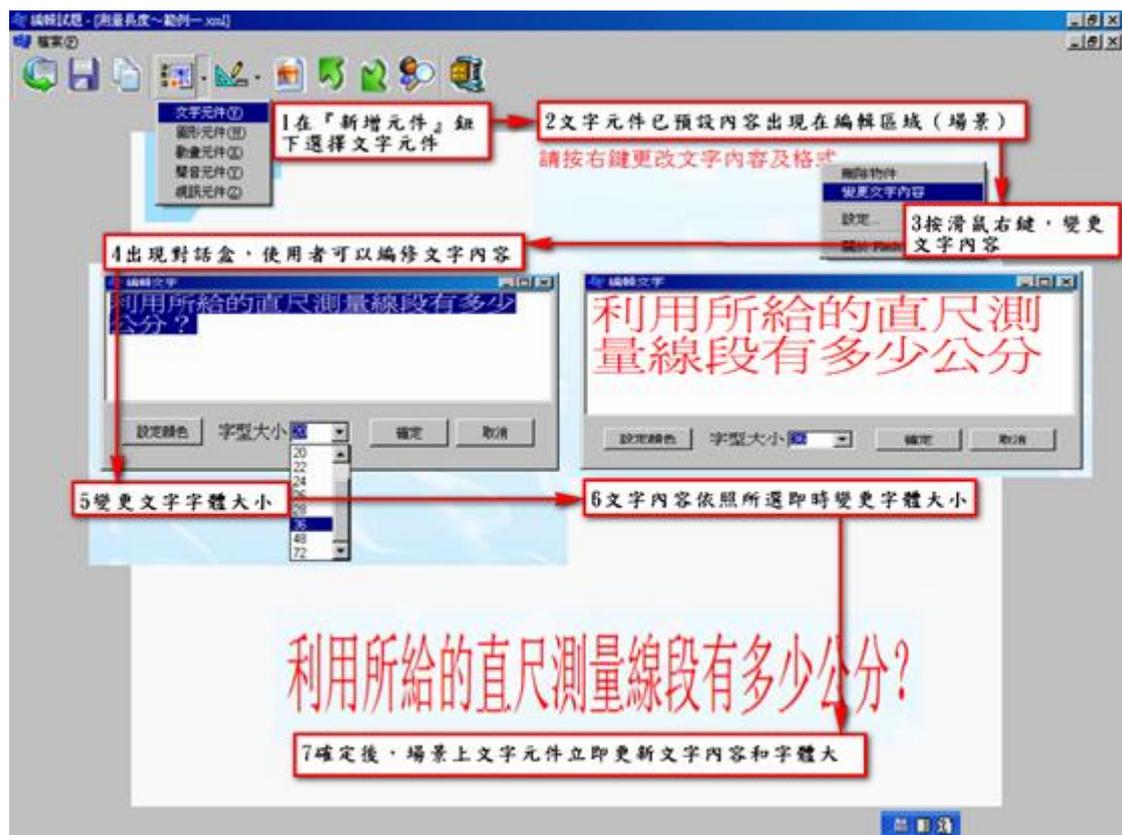


圖 27 更換文字內容

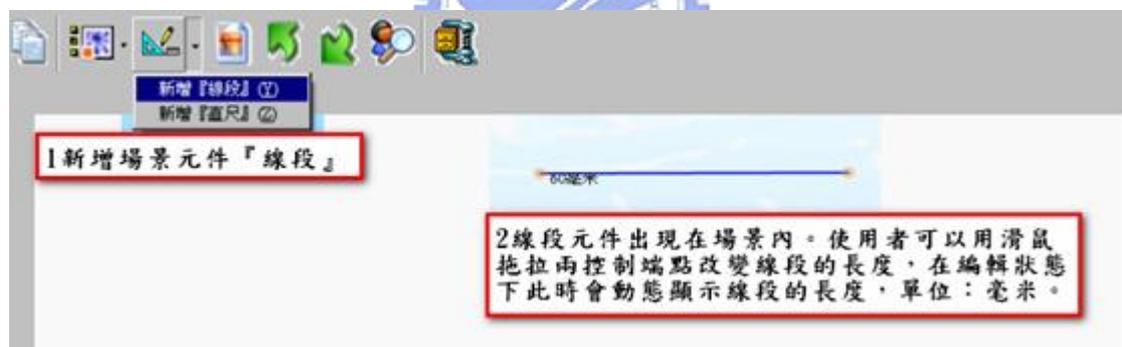


圖 28 新增場景元件—線段

(2)直尺元件：如圖 29所示，預設直尺為 15 公分長。使用者可直接拖拉平移直尺，也可透過直尺右側藍色鈕將直尺動態旋轉適當角度以利測量。

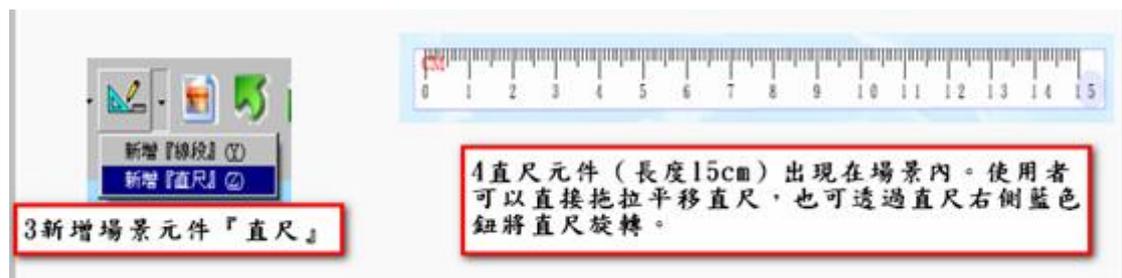


圖 29 新場景元件—直尺

- 儲存試題：如圖 30所示，按下儲存鈕時，出現對話盒供使用者選擇存放的目錄路徑及檔案名稱，確定後完成儲存動作並同步更新編輯器視窗的抬頭文字內容為剛完成儲存動作的檔案名稱。

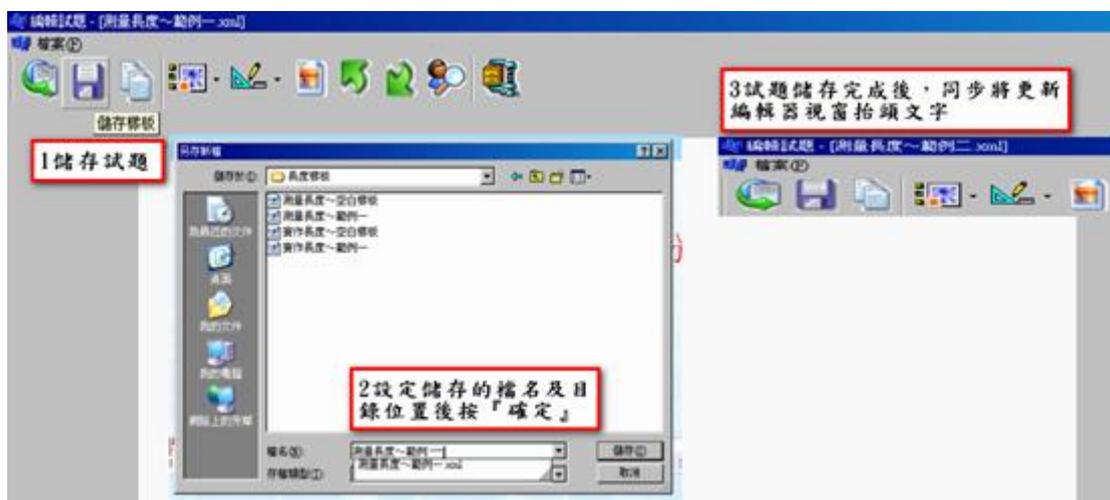


圖 30 儲存試題

- 預覽試題：如圖 31所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題內容。

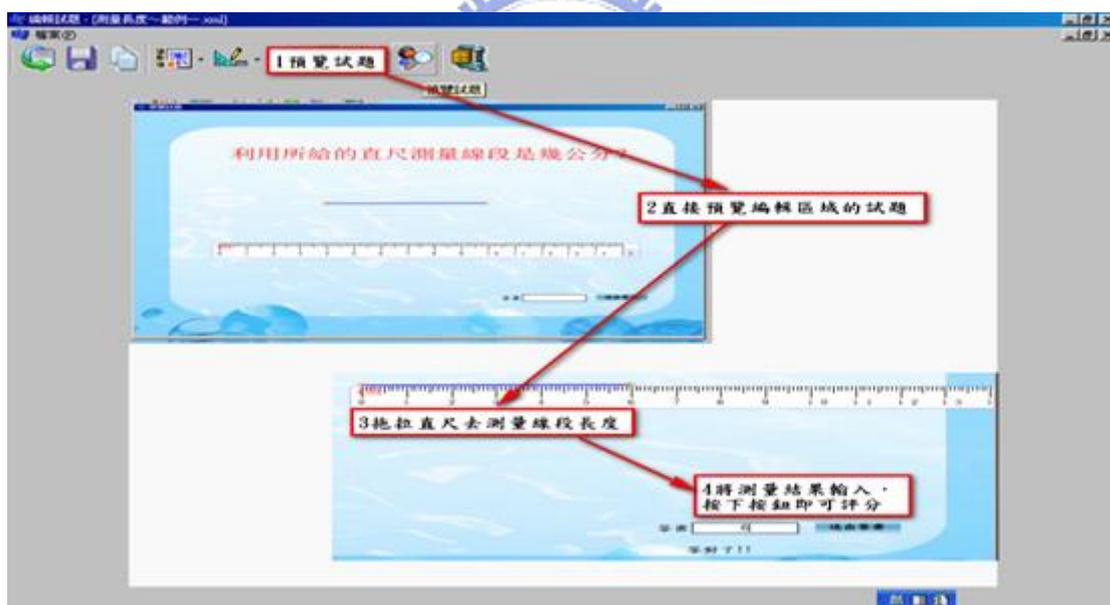


圖 31 預覽試題－長度操作型試題

5.2.2 直線長度的測量

本操作型試題設計的背景為：當學生學過公分尺長度報讀以及公分尺刻度結構的教學之後所應用之實作評量，目的在於檢驗學生是否對刻度尺的認識和直線長度的測量有深刻的瞭解，應用方式如下圖 32所示。



圖 32 測量線段的長度

- 學生作法：
 - 步驟一、學生利用所給的直尺拖拉至直線旁並旋轉，讓直尺和直線相平行。
 - 步驟二、此時學生可由直線的一個端點在刻度 0，另個端點在刻度 6，知道直線的長度為 6 公分，結果如圖 33 所示。
- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「送出答案」鈕。若答案正確會出現“答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。



圖 33 測量線段的長度作法

5.2.3 畫出指定長度的線段

當學生學會報讀長度，了解公分尺的結構後，為了進一步檢驗學生是否具實作(畫出指定長度)的能力，研究者設計以下的操作型試題，以供利用，操作示例如下圖 34所示。

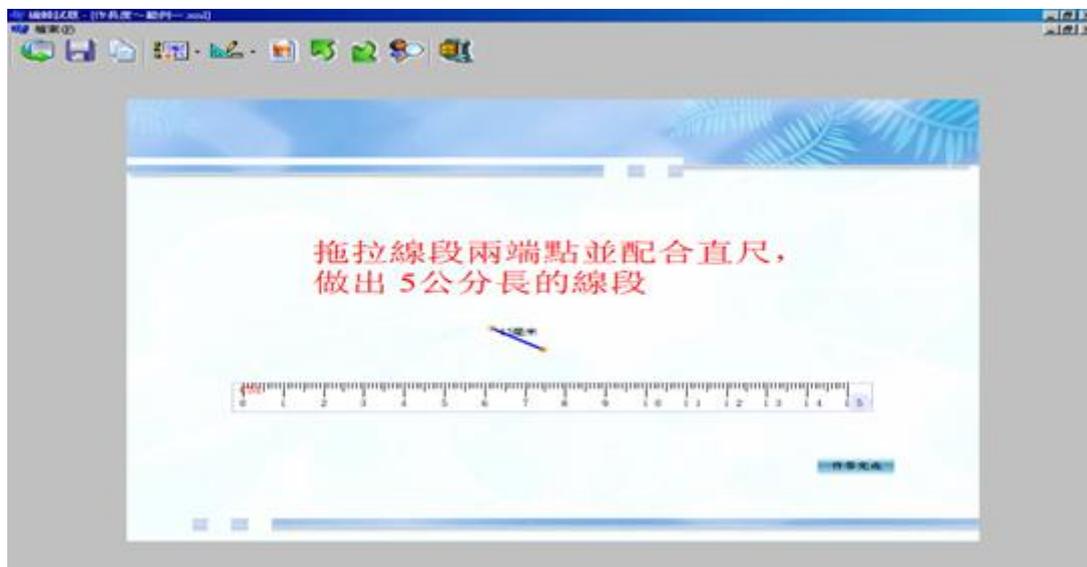


圖 34 畫出指定長度的線段

- 學生作法：學生可以拖拉橘色點到直尺刻度 0 處，再將另一個點拖拉到刻度 5 處，即作答完成，如圖 35 所示。此題因受限於人機界面，故以拖拉方式來替代畫線。
- 檢視答案：學生按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

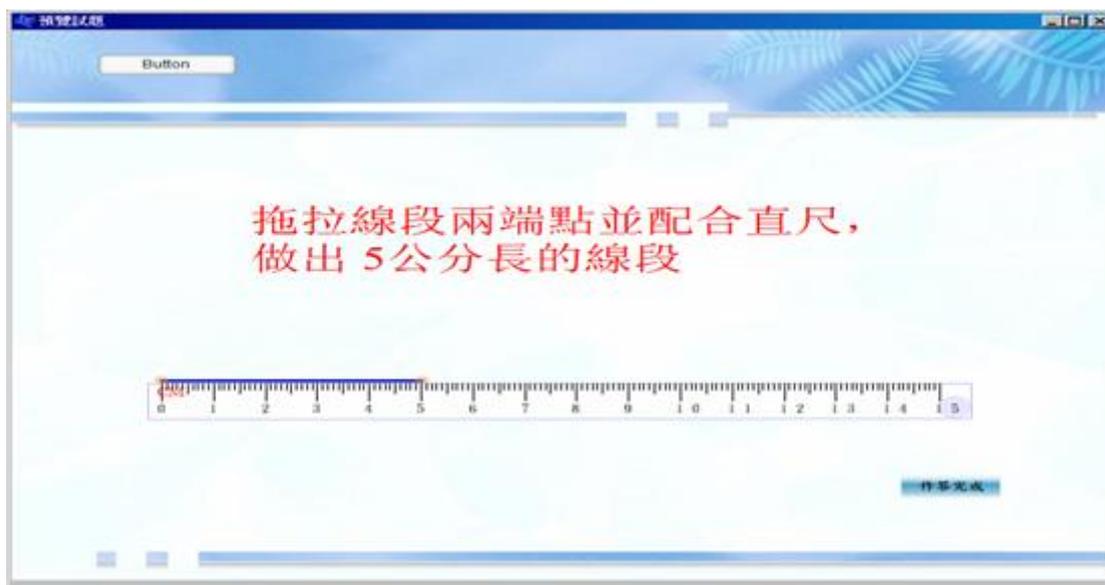


圖 35 畫出指定長度的線段作法

5.3 角度操作型試題樣板

本研究針對「角度操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 角度的測量
(例：請拖拉量角器測量圖中的角是幾度？)
- 畫出指定角量的角
(例：請拖拉角的橘色點並配合量角器，畫出45度的角)。

5.3.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
2. 更換文字內容：步驟同 5.2.1 小節之更換文字內容。
3. 新增場景元件：本樣板具有兩個場景元件，量角器和角。
 - (1)量角器元件：如圖 36所示，使用者可以使用滑鼠直接拖拉移動量角器，也可以在量角器上按滑鼠右鍵出現快捷列，選擇「變更動畫」功能後，在對話盒內選擇好替換元件後按「確定」，場景上量角器立即更新。

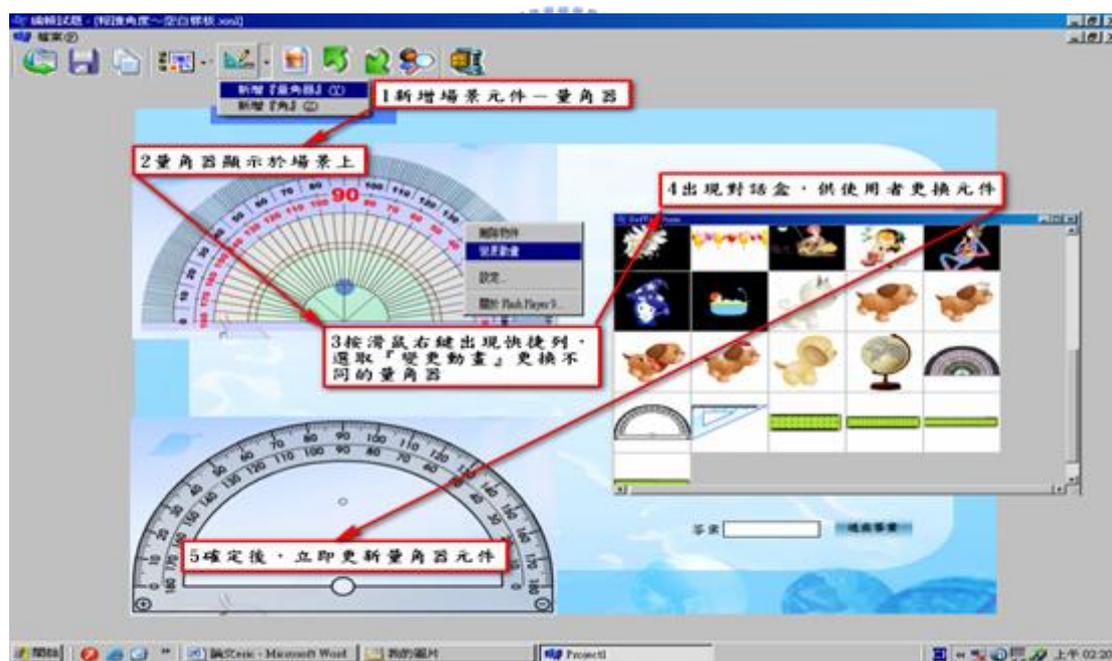


圖 36 新增場景元件—量角器

- (2)角元件：如圖 37所示，使用者可以使用滑鼠直接拖拉移動角，也可以拖拉角的三個控制點改變角的邊長度及夾角大小，此時若在編輯狀態下會動態顯示角的邊長度（單位：毫米）和夾角值（單位：度）。

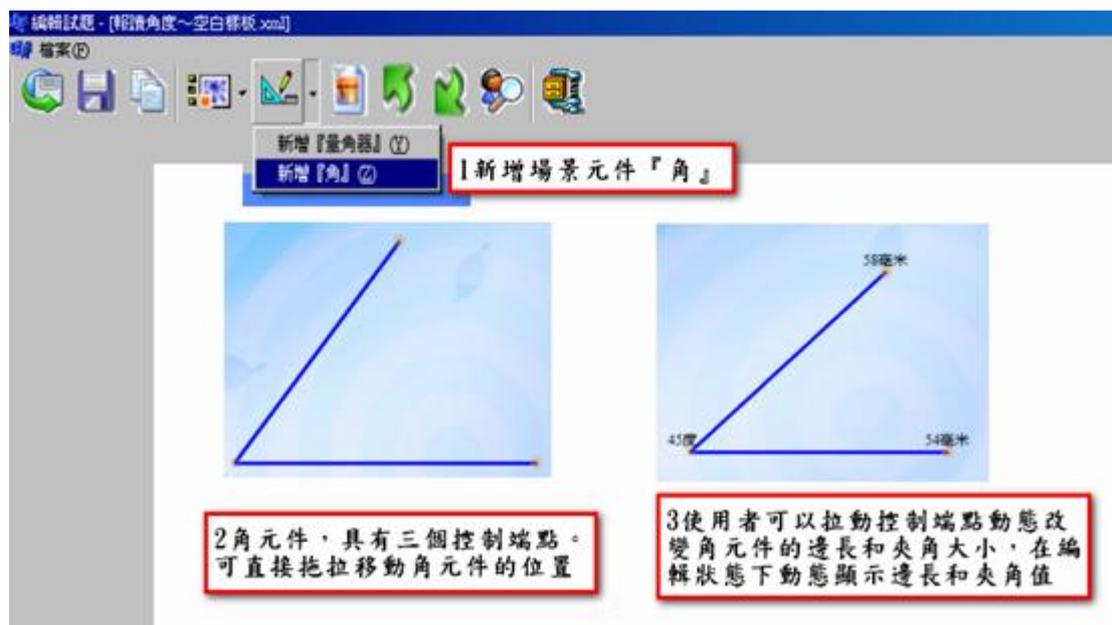


圖 37 新增場景元件一角

4. 儲存試題：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
5. 預覽試題：如圖 38 所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題內容。學生可以拖拉或旋轉量角器測得角的大小。

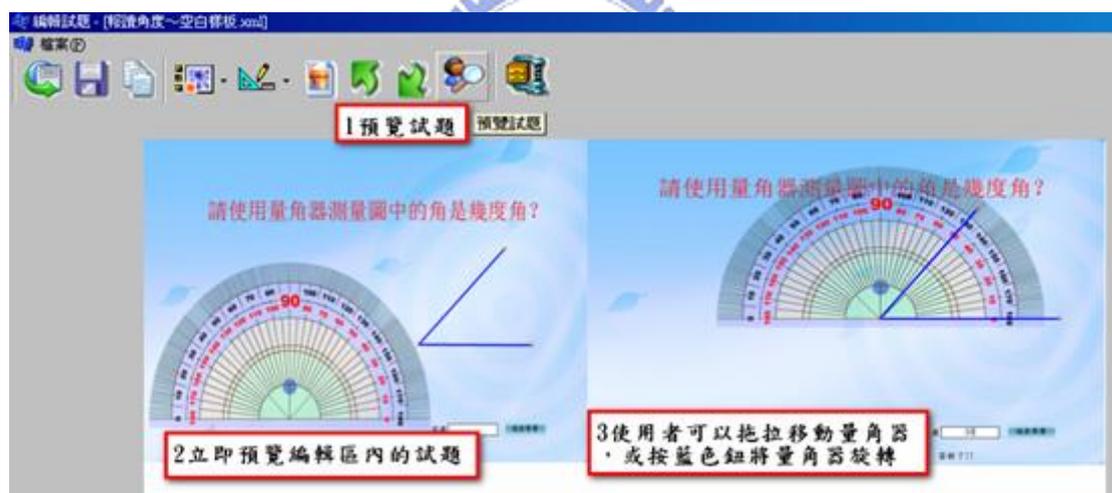


圖 38 預覽試題—角度操作型試題

5.3.2 角度的測量

本操作型試題設計的背景為：當學生學過利用量角器報讀角度以及量角器刻度結構的教學之後所應用之實作評量，目的在於檢驗學生是否對量角器的認識和角量的測量有深刻的瞭解，應用方式如下圖 39 所示

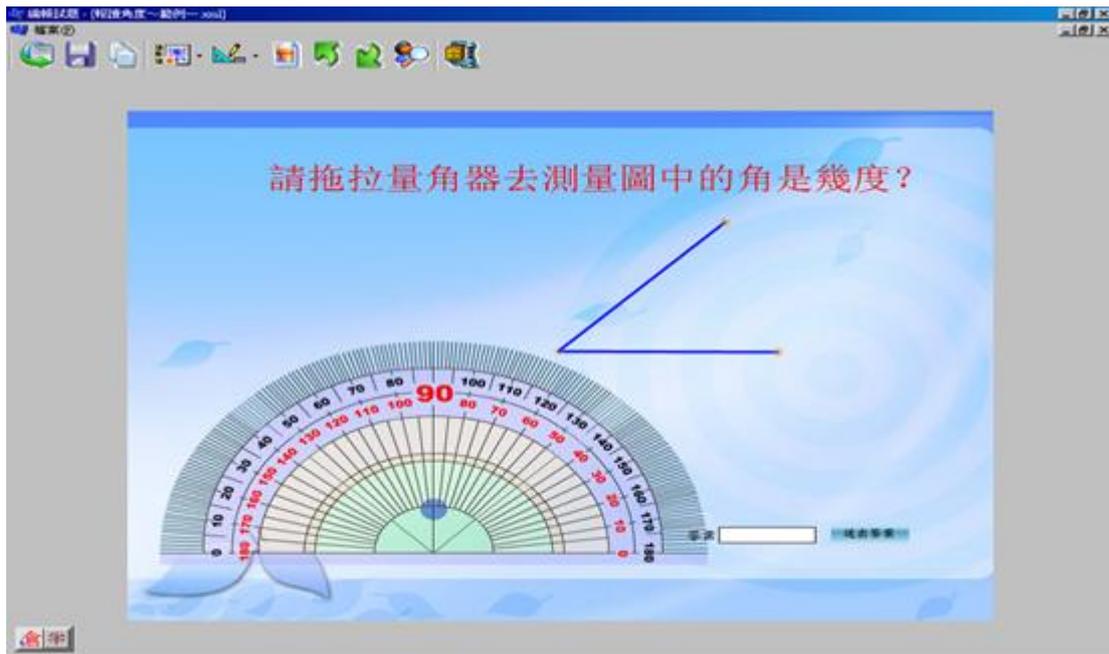


圖 39 角度的測量

- 學生作法：
 - 步驟一、學生拖拉量角器使得量角器中心點與角的頂點重疊，
 - 步驟二、量角器 0 度線對齊角的一邊，
 - 步驟三、再看角的另一邊在幾度即可得知角度值，如圖 40 所示。
- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「送出答案」鈕。若答案正確會出現“答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

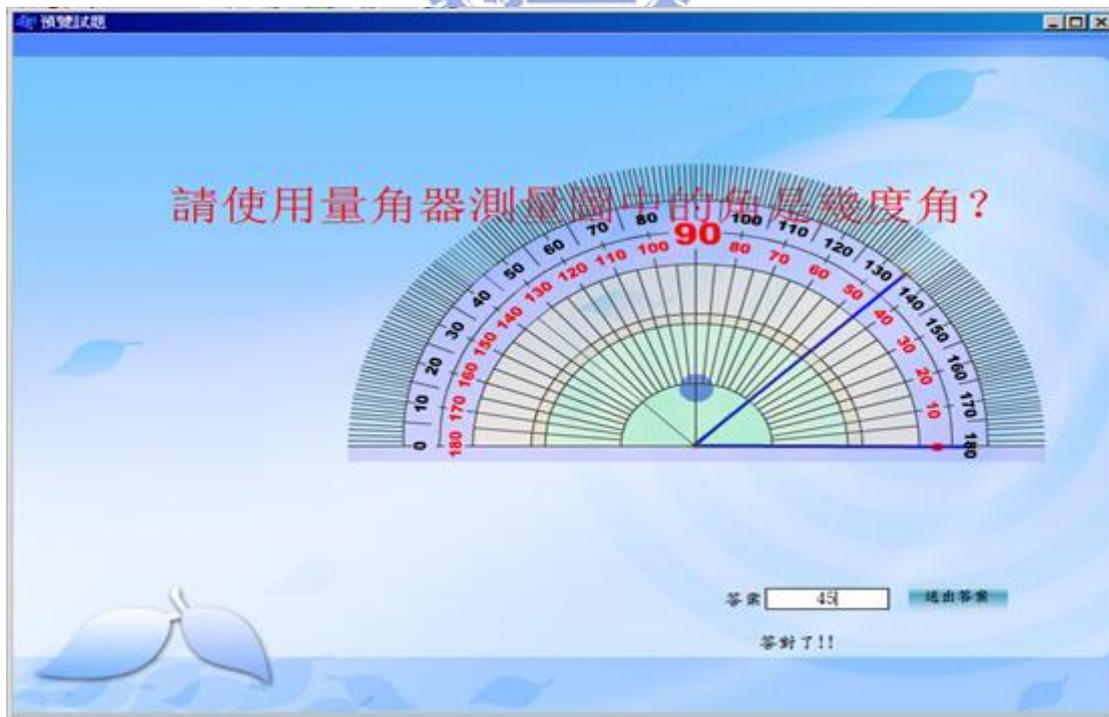


圖 40 角度的測量作法

5.3.3 畫出指定角量的角

當學生學會報讀角度，了解量角器刻度的結構後，為了進一步檢驗學生是否具實作(畫出指定角量的角)的能力，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示例如下圖 41所示。

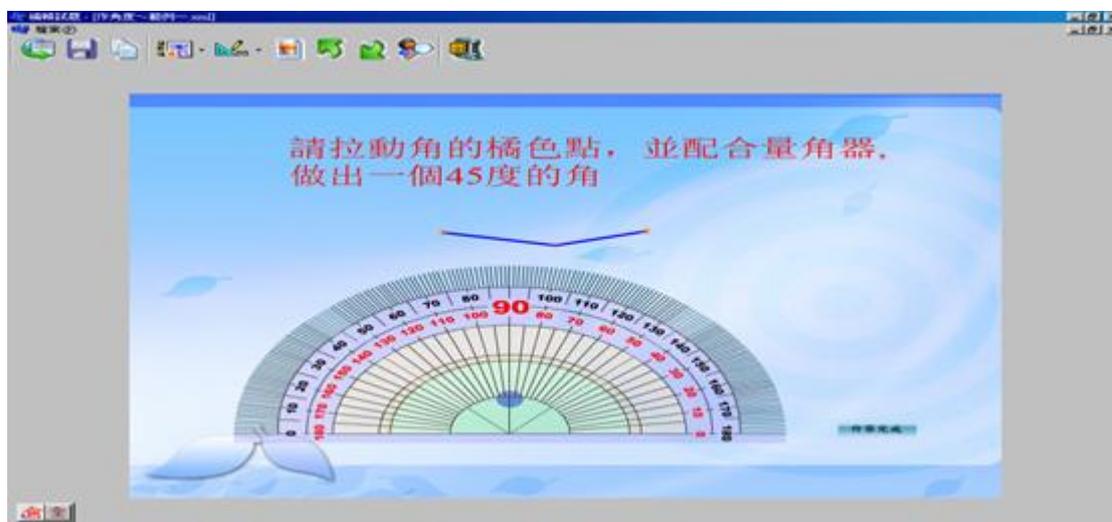


圖 41 畫出指定角量的角

- 學生作法：
 - 步驟一、學生拖拉頂點至量角器的中心點處後，
 - 步驟二、將其中一個端點拖拉使得該邊與刻度0疊合，
 - 步驟三、再將另個端點拖拉至刻度45即作答完成，如圖 42所示。附註：因受限於人機界面，故以拖拉方式取代畫出角動作。
- 檢視答案：學生作答按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

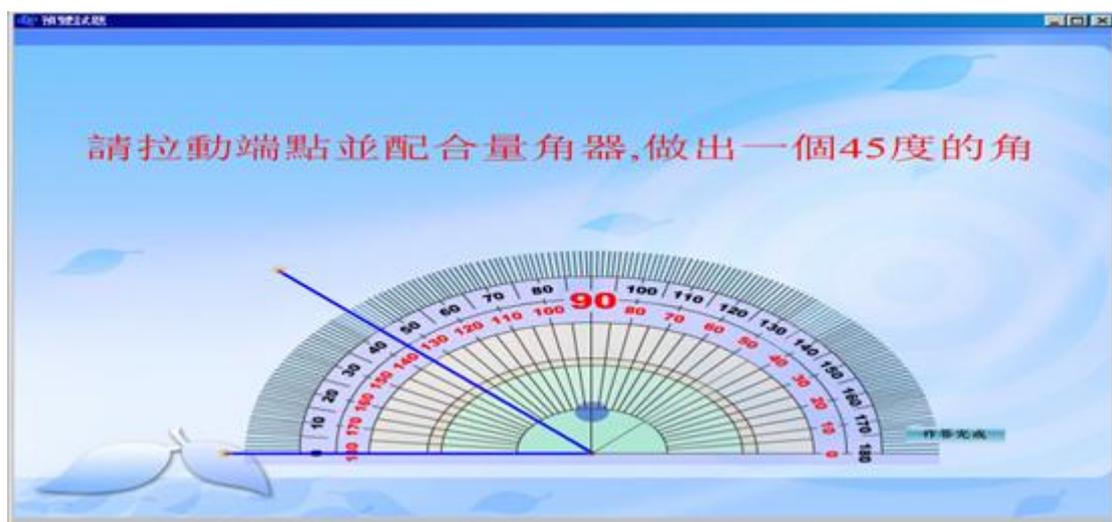


圖 42 畫出指定角量的角作法

5.4 時間操作型試題樣板

本研究針對「時間操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 撥出指定時刻
(例：請在鐘面上撥出表示 3 點 40 分的時刻)
- 撥出正確的時刻
(例：小明早上 7：20 上學，經過 15 分後來到學校，請在鐘面上撥出小明到校的時間)
- 撥算經過的時間
(例：搭乘高鐵從台北到高雄要花 2 小時，軒軒早上 10：20 抵達高雄，請問他在台北是搭什麼時刻開出的列車)。

5.4.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
2. 更換文字內容：步驟同 5.2.1 小節之更換文字內容。
3. 新增場景元件：本樣板具有一個場景元件，時鐘鐘面。
(1)時鐘鐘面元件：如圖 43所示，使用者可以使用滑鼠直接拖拉移動時鐘，也可以拖拉分針帶動時針的轉動。另外還可以設定鐘面的時刻，以對話盒方式供使用者輸入時間。

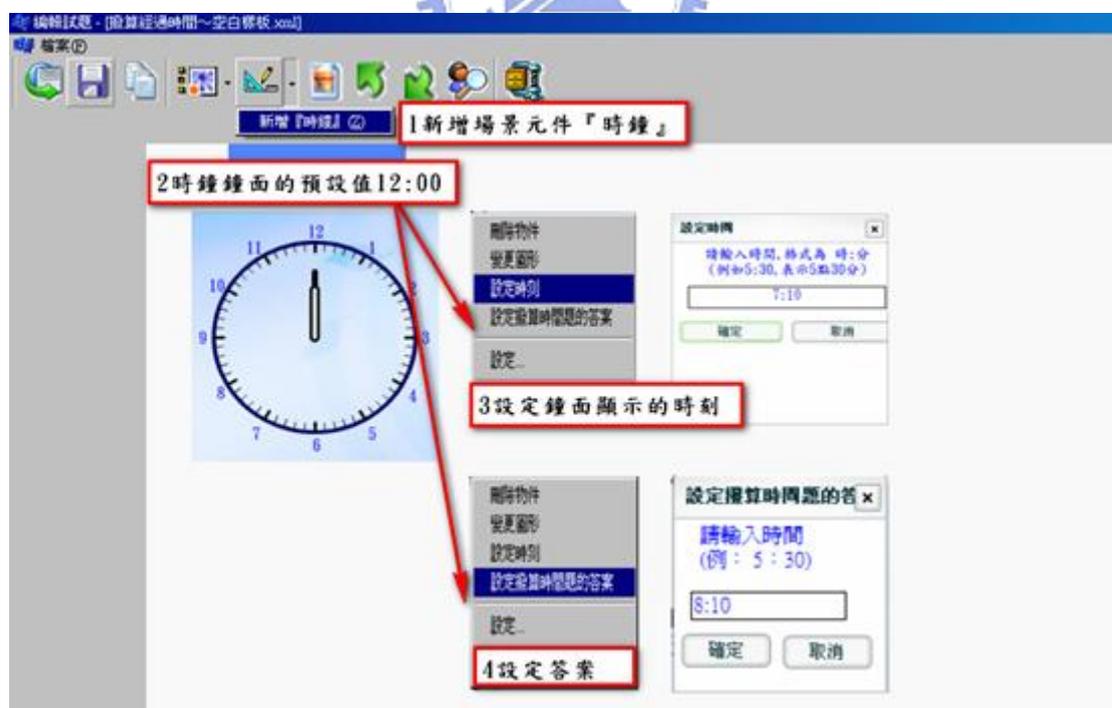


圖 43 作出指定大小的角

4. 儲存試題：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
5. 預覽試題：如圖 44所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題

內容。使用者可拖拉分針帶動時針順時針或逆時針轉動作答。



圖 44 預覽試題—時間操作型試題

5.4.2 撥出指定時刻

本操作型試題設計的背景為：當學生學過報讀時間以及鐘面刻度結構的教學之後所應用之實作評量，目的在於檢驗學生是否對時鐘鐘面的報讀和鐘面刻度結構有深刻的瞭解，應用方式如下圖 45 所示。



圖 45 撥出指定時刻

- 學生作法：學生利用滑鼠拖拉分針並轉動以便帶動時針，直到時針、分針到達正確位置即作答完成，如圖 46 所示。
- 檢視答案：學生作答按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答

對了”訊息，反之錯誤則出現“[時]錯誤”或“[分]錯誤”或者“[時][分]錯誤”訊息。



圖 46 撥出指定時刻作法

5.4.3 撥出正確的時刻（時刻 + 時間 = 時間）

當學生學會報讀時間，了解時鐘鐘面的結構後，為了進一步檢驗學生是否具備作(時刻 + 時間)的能力，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示例如下圖 47 所示。

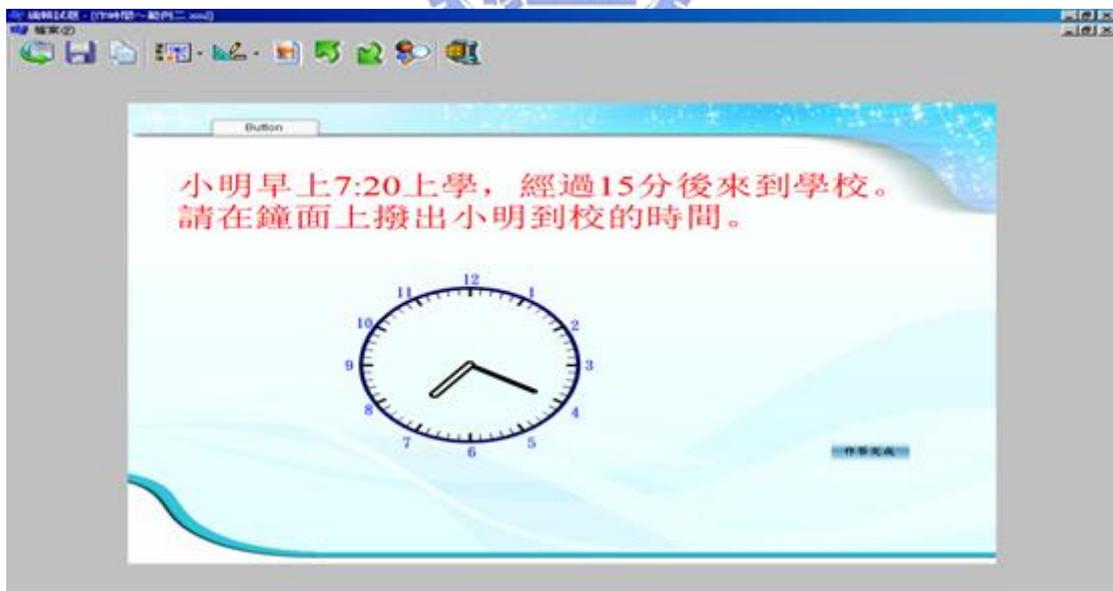


圖 47 撥出正確的時刻（時刻 + 時間 = 時間）

- 學生作法：學生利用滑鼠拖拉分針並轉動以便帶動時針，直到時針、分針到達正確位置即作答完成，如圖 48 所示。
- 檢視答案：學生作答按「作業完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“[時]錯誤”或“[分]錯誤”或者“[時][分]錯誤”

訊息。

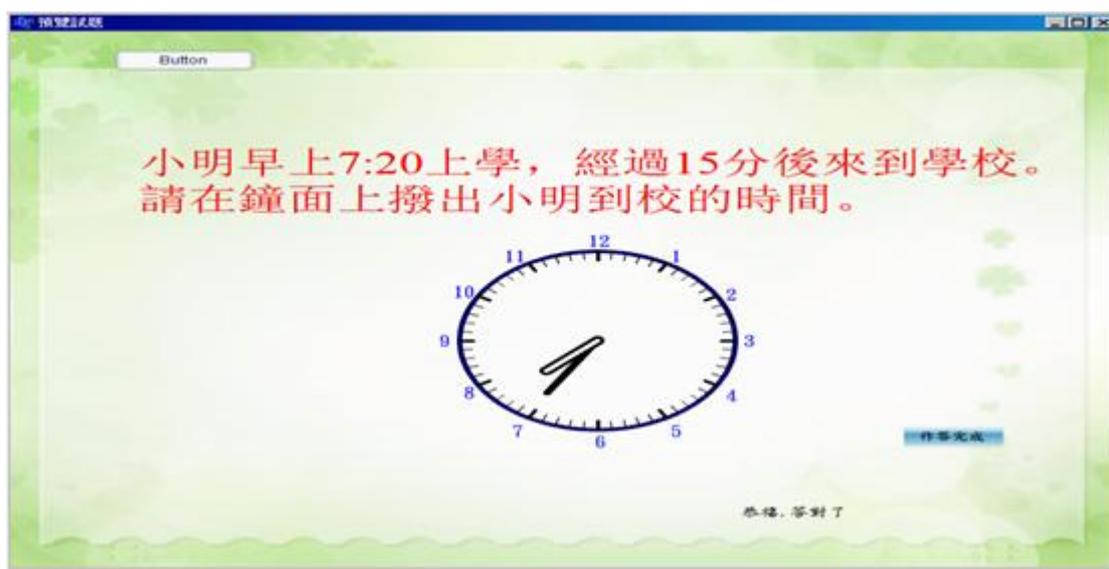


圖 48 撥出正確的時刻作法（時刻+時間=時間）

5.4.4 撥算經過的時間（時刻-時間=時刻）

當學生學會報讀時間，了解時鐘鐘面的結構後，為了進一步檢驗學生是否具實作(時刻-時間)的能力，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示列如下圖 49所示。



圖 49 撥算經過時間（時刻-時間=時刻）

- 學生作法：學生利用滑鼠拖拉分針倒轉以便帶動時針，邊轉邊計算，直到轉完兩圈（兩小時），時針、分針到達正確位置即作答完成，如圖 50所示。
- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

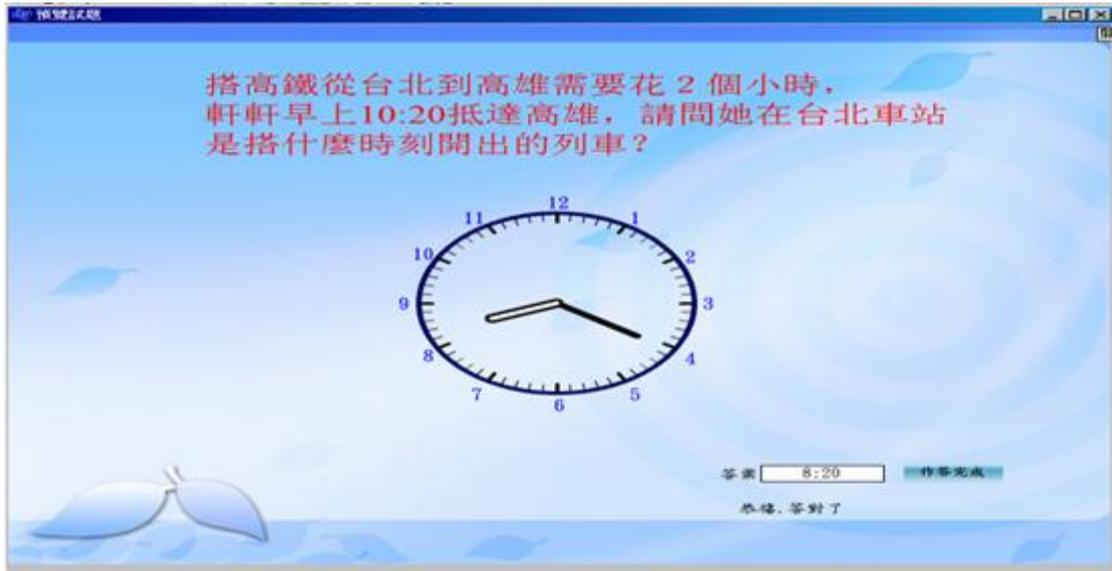


圖 50 撥算經過時間作法 (時刻 - 時間 = 時刻)

5.4.5 撥算經過的時間 (時刻 - 時刻 = 時間)

當學生學會報讀時間，了解時鐘鐘面的結構後，為了進一步檢驗學生是否具備作(時刻 - 時間)的能力，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示列如下圖 51 所示。



圖 51 撥算經過時間 (時刻 - 時刻 = 時間)

- 學生作法：學生利用滑鼠拖拉分針並轉動以便帶動時針，邊轉動邊計算（一圈為一小時），直到時針、分針到達正確位置後，小時數（總圈數）加上分即為答案，如圖 52 所示。
- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。



圖 52 撥算經過時間作法 (時刻－時刻＝時間)

5.5 面積操作型試題樣板

本研究針對「面積操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 點算給定圖形面積大小(每個小方格為 1 平方公分，半格為 0.5 平方公分)
(例：每個小方格 1 平方公分，請問下圖的圖形是多少平方公分?)
- 製作指定面積大小的圖形 (每個小方格為 1 平方公分，半格為 0.5 平方公分)
(例：每個小方格是 1 平方公分，利用滑鼠直接點按小方格，作出 12 平方公分的圖形)

5.5.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
2. 更換文字內容：步驟同 5.2.1 小節之更換文字內容。
3. 新增場景元件：本樣板具有一個場景元件，平方公分板。
 - (1)平方公分板元件：如圖 53所示，使用者可以使用滑鼠直接拖拉平方公分板，也可以點按平方公分板內每個小方格，點選過的小方格顏色會變淡。

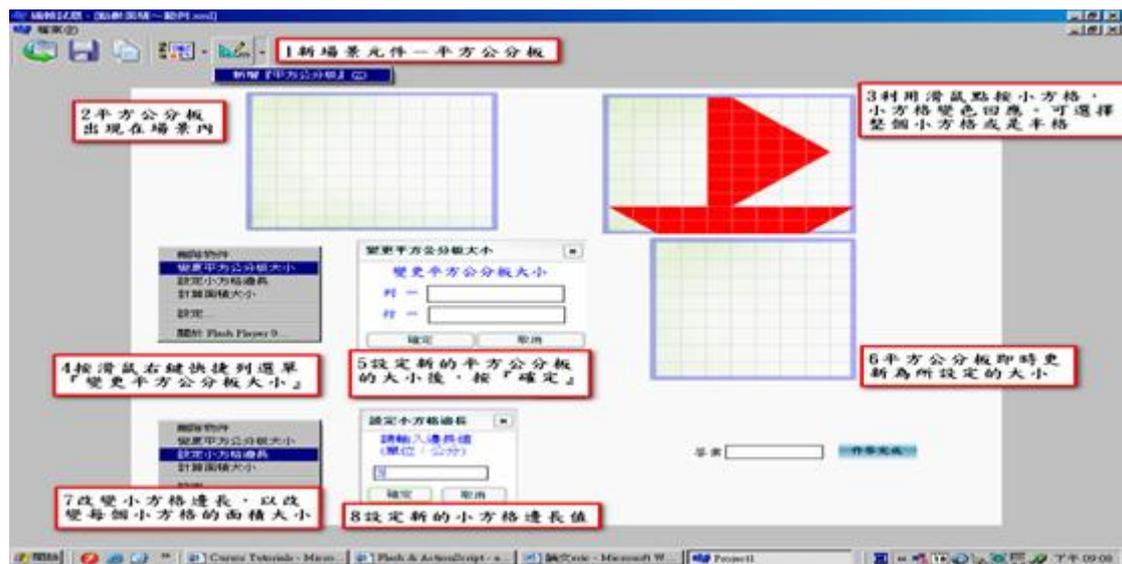


圖 53 場景元件—平方公分板

4. 儲存試題：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
5. 預覽試題：如圖 54 所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題內容。使用者可用滑鼠點數小方格，點數過的小方格顏色會變淡。



圖 54 預覽試題—面積操作型試題

5.5.2 點數圖形的面積大小

當學生學過以個別單位(個)和普遍單位(平方公分)描述面積大小後，通常下一個教學進程是等積異形的面積問題，在本模組開發的理念中，希望學生透過點數給定圖形具有多少整格和多少半格的過程，一方面加強其面積大小的概念，另一方面，培養其相同面積大小可能是不同的形狀，亦就是等積異形的前置概念。應用方式如下圖 55 所示。

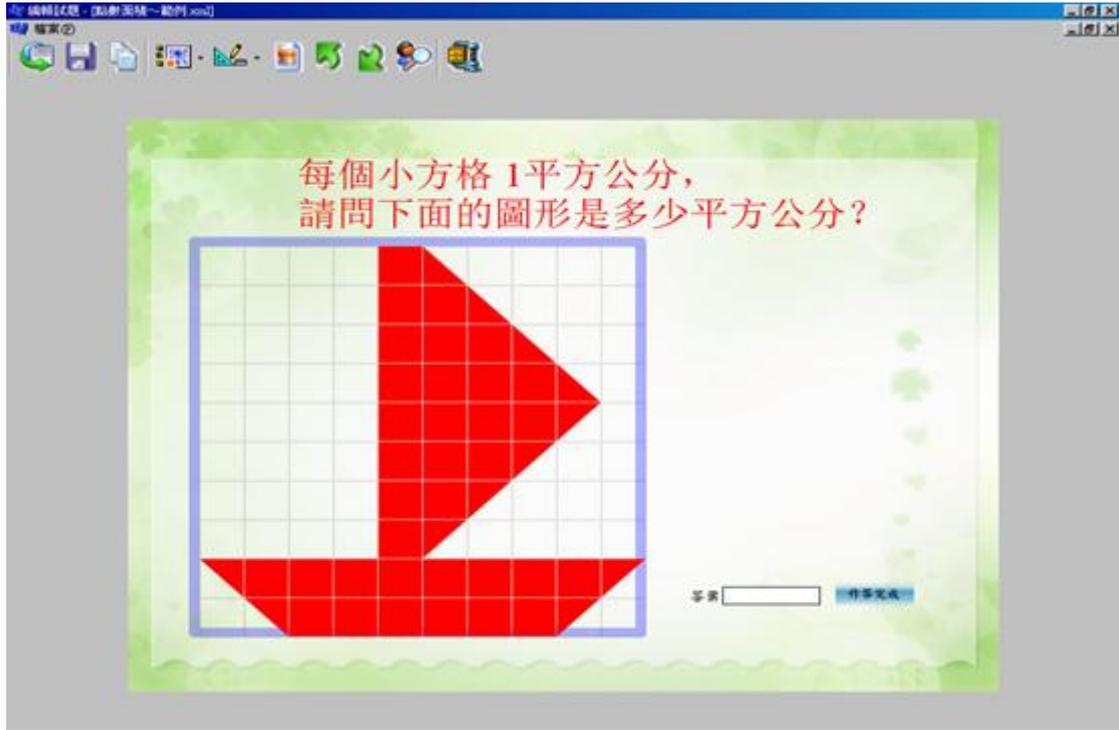


圖 55 點數圖形的面積大小

- 學生作法：學生利用滑鼠點按方式，先點數整格數量再加上半格數量後，加總即得答案，如圖 56 所示。點按過的部分會變淡，以資區別點數與否。
- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

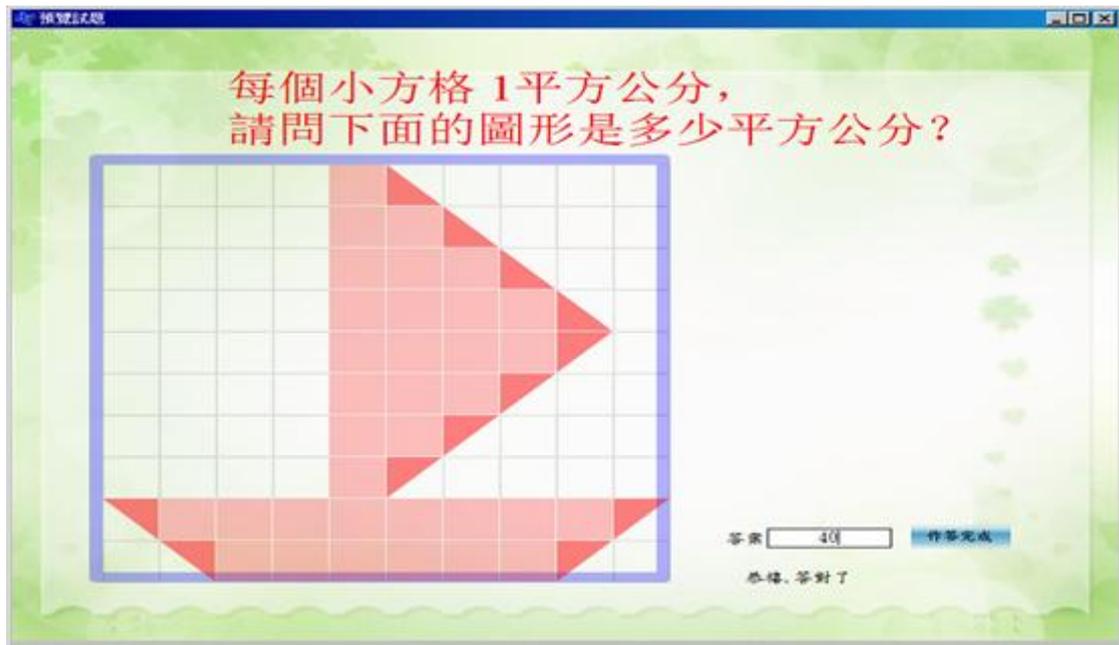


圖 56 點數圖形的面積大小作法

5.5.3 製作指定面積大小的圖形

當學生學過面積大小的描述方法，以及具備等積異形之初步概念後，研究者，更進一步設計讓學生製作指定面積大小圖形的操作型試題模組，在此模組下，學生可連結藝術與人文的設計課程，製作出給定面積大小後，各式各樣的等積異形之圖形，藉以開發學生之創造力和美感。應用方式如下圖 57 所示。

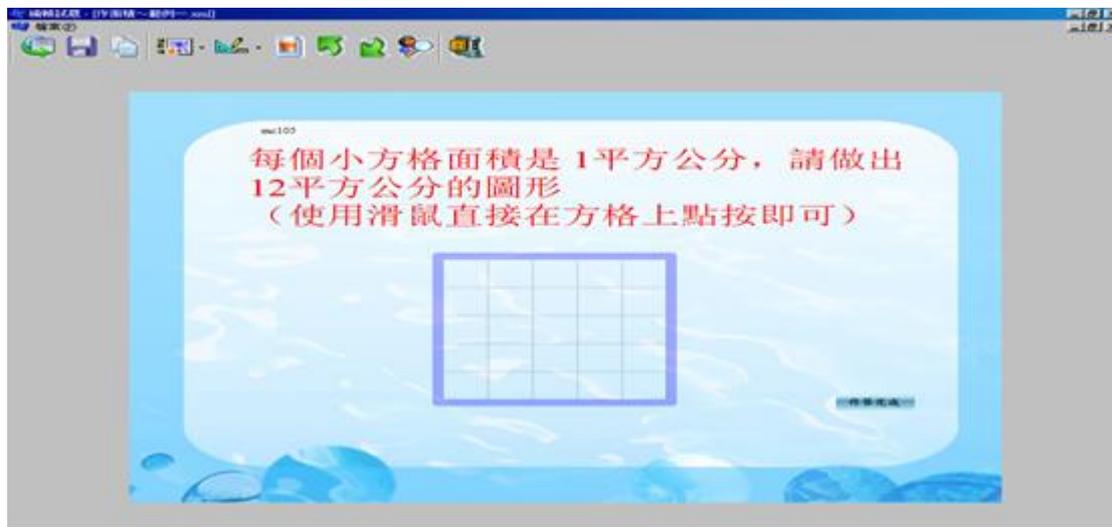


圖 57 製作指定面積大小的圖形

- 學生作法：學生直接在方格上點按出符合要求的圖形即可。作答過的小方格會變紅色，若按錯只需再點按一次即可取消剛才的點按動作。如圖 58 所示。
- 檢視答案：學生作答完畢，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

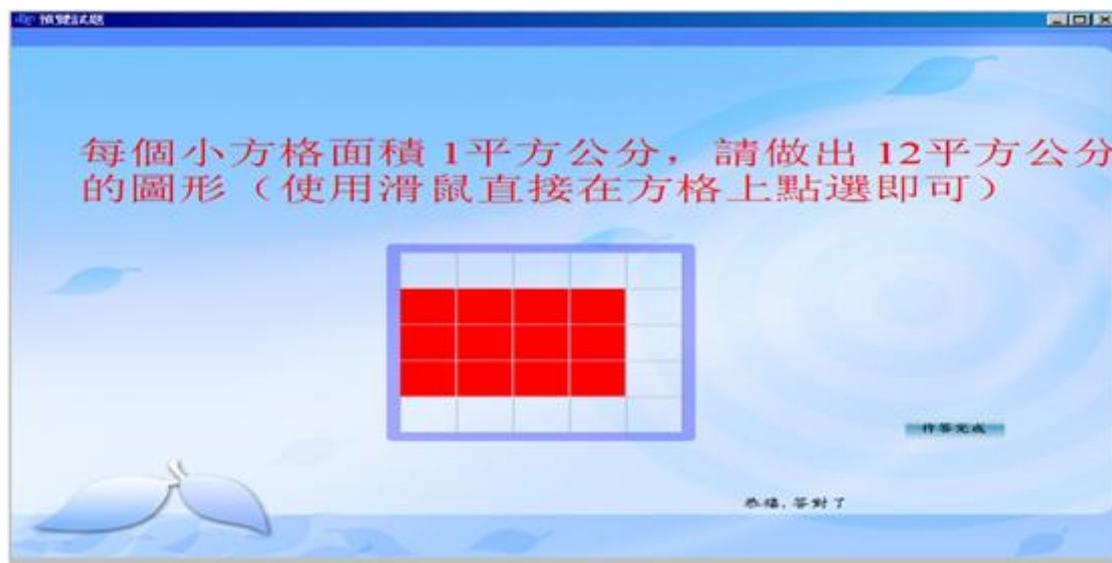


圖 58 製作指定面積大小的圖形作法

5.6 體積操作型試題樣板

本研究針對「體積操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 點算給定形體有多少個小正方體數
(例：請問下圖有多少個正方體?)
- 算出給定形體體積的大小(每個小正方體都是1立方公分)
(例：每個正方體都是1立方公分，請問下圖總共有幾立方公分?)

5.6.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
2. 更換文字內容：步驟同 5.2.1 小節之更換文字內容。
3. 新增場景元件：本樣板具有一個場景元件，正方體。

(1) 正方體元件：如圖 59 所示，使用者可以拖拉正方體，若在測驗狀態下點選過的正方體顏色會變橘色，以資區別。



圖 59 場景元件—正方體

4. 儲存試題：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
5. 預覽試題：如圖 60 所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題內容。使用者用滑鼠點數，點數過的正方體顏色會變橘色。



圖 60 預覽試題－體積操作型試題

5.6.2 點算給定形體有多少個小正方體數

本操作型試題設計的背景為：當學生學過以個別單位描述形體體積的大小後，研究者首先設計較為單純的形體，讓學生一一點數形體中的小正方體數目，一方面要加強學生的空間概念，另外，也希望學生發展其點數策略，故在題目中，暫時不出現單位的問題，形體亦較為單純。應用方式如下圖 61 所示。

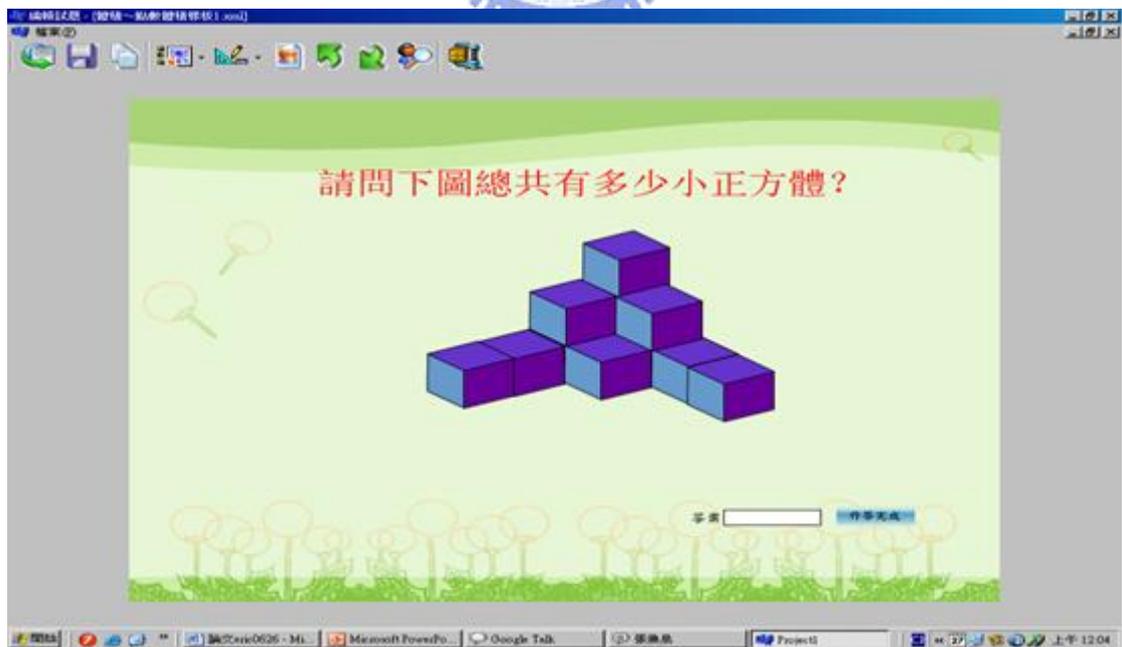


圖 61 點算給定形體有多少個小正方體數

- 學生作法：學生直接在正方體上拖拉點算個數作答。作答過的正方體

顏色變色，以資區別。如圖 62 所示。

- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

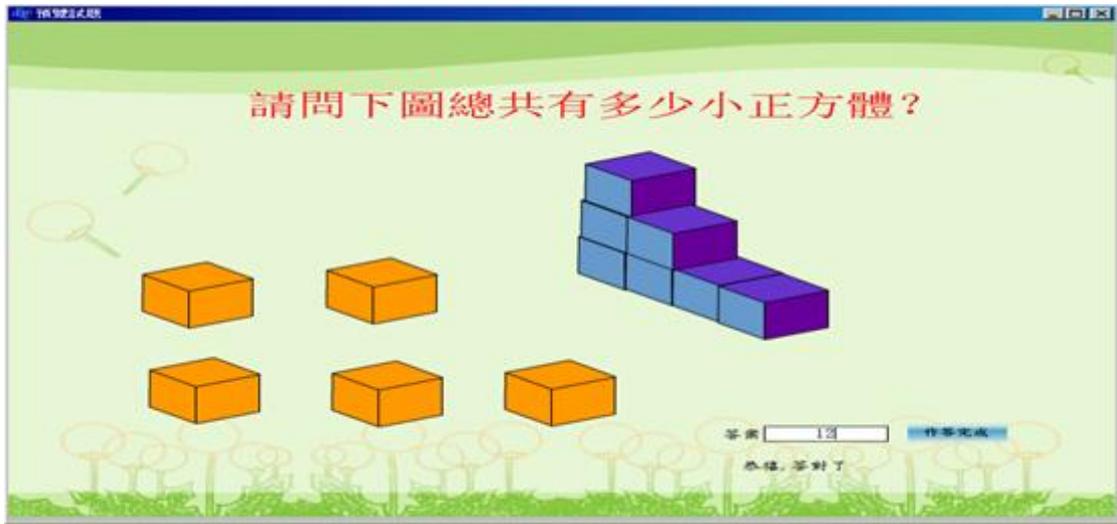


圖 62 點算給定形體有多少個小正方體數作法

5.6.3 算出給定形體體積的大小(每個小正方體都是 1 立方公分)

當學生會以點數的方式算出簡單形體的個別單位後，進一步將形體複雜化，並將數量描述的方式由個別單位(個)進階到普遍單位(立方公分)，而且透過初步點算能力的培養，發展到具有策略的算出(可以一排排、一層層的數)，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示例如下圖 63 所示。

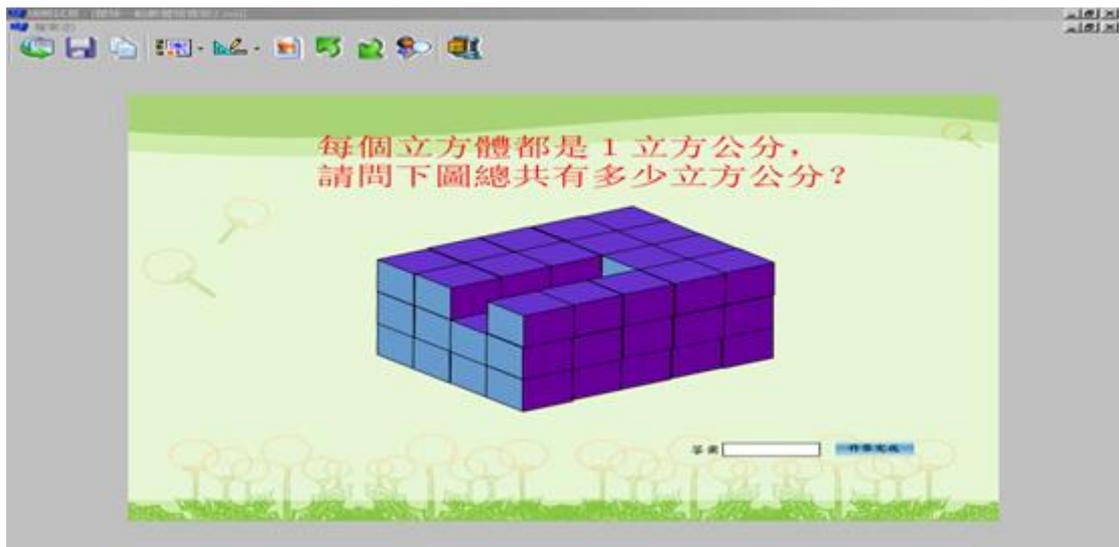


圖 63 算出給定形體體積的大小

- 學生作法：學生直接在正方體上拖拉點算個數作答。作答過的正方體顏色變

色，以資區別。如圖 64 所示。

- 檢視答案：學生將答案填入答案欄後，按「作答完成」鈕。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

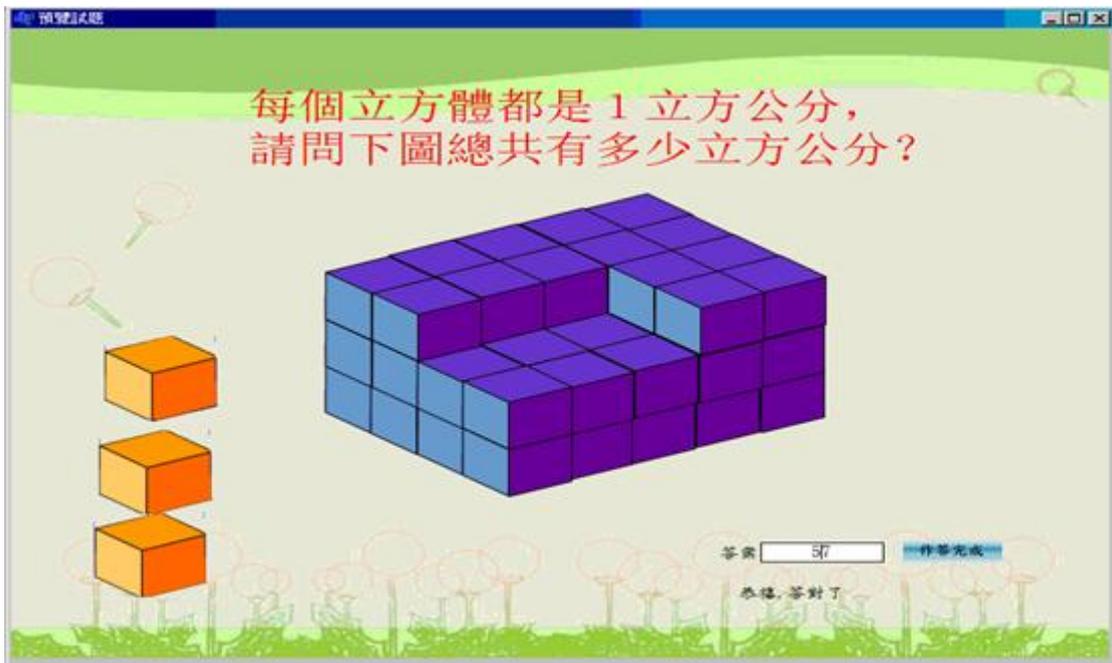


圖 64 算出給定形體體積的大小作法

5.7 統計圖表操作型試題樣板

本研究針對「統計圖表操作型試題樣板」所開發出的題型有：

- 繪製長條圖

(例：以下是小明家上半年的收入統計表，請你以長條圖表示之。單位：千元)

5.7.1 試題編輯

1. 更換背景圖：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
2. 更換文字內容：步驟同 5.2.1 小節之更換文字內容。
3. 新增場景元件：本樣板具有一個場景元件，長條圖。
 - (1) 長條圖元件：如圖 65 所示，使用者可利用滑鼠右鍵快捷列設定長條圖的 x 軸和 y 軸及標題文字。長條部份則使用拖拉方式來達成。
4. 儲存試題：步驟同 5.2.1 小節之更換背景圖。
5. 預覽試題：如圖 66 所示，預覽功能將直接預覽編輯區內所顯示的試題內容。使用者依統計表資料完成長條圖作答。

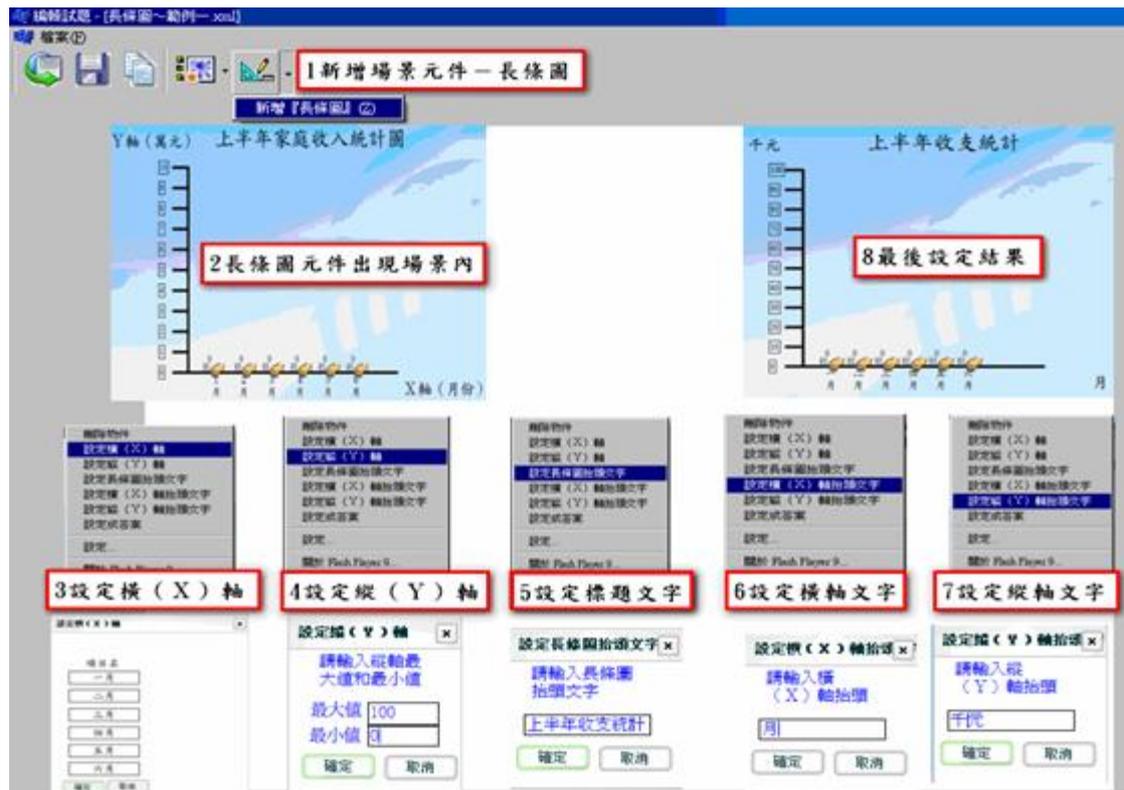


圖 65 場景元件—長條圖

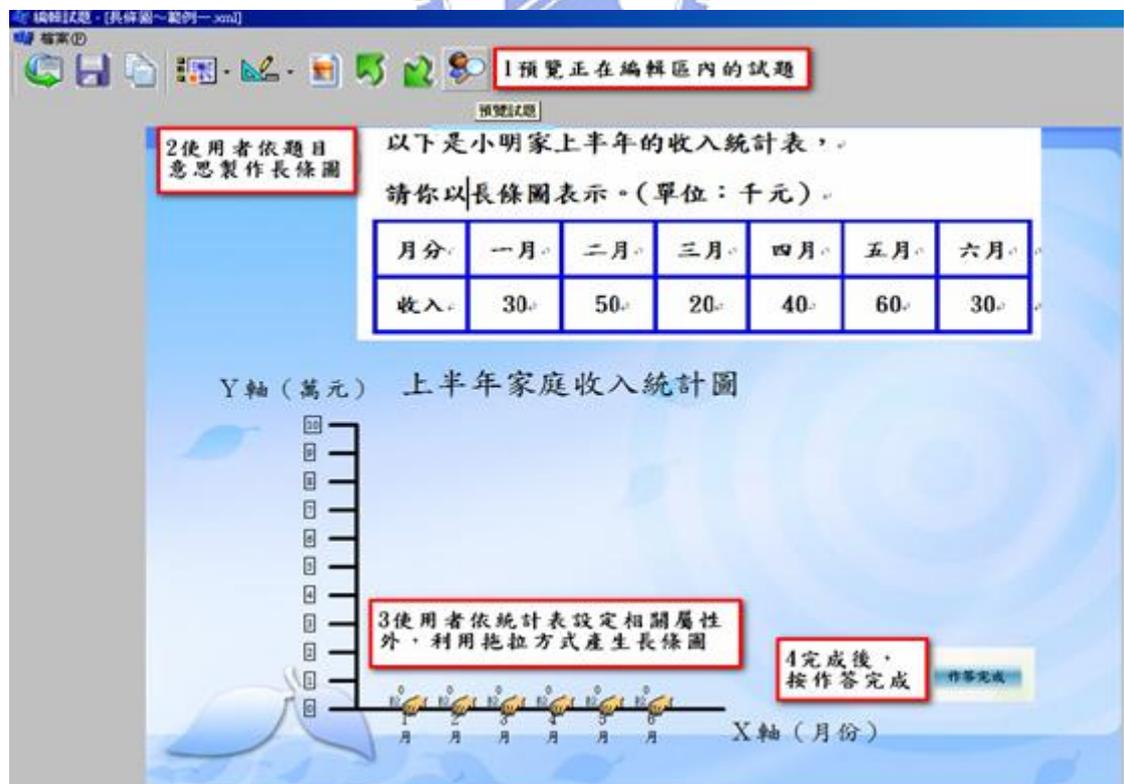


圖 66 預覽試題—長條圖操作型試題

5.7.2 繪製長條圖

當學生學過如何將資料分類、進行畫記和報讀長條圖後，為了進一步檢驗學生是否能根據給定資料的統計表繪製出長條圖的能力，研究者設計以下的操作型試題模組，以供利用，操作示例如下圖 67 所示。

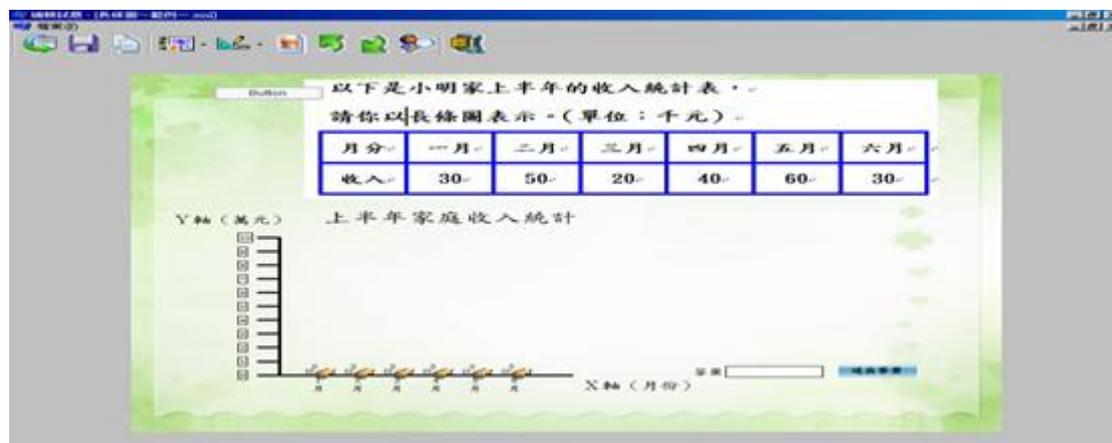


圖 67 繪製長條圖

- 學生作法：
 1. 學生參考統計表，將長條圖縱軸設定刻度最大 100 最小 0，
 2. 再來設定橫軸資料項名稱為一月、二月、三月、四月、五月和六月。
 3. 接著設定標題文字、縱軸文字和橫軸文字，
 4. 最後依統計表內數字將長條圖拉至正確位置，即可完成，如圖 68 所示。
- 檢視答案：學生繪製完成後，按「送出答案」。若答案正確會出現“恭喜，答對了”訊息，反之錯誤則出現“再加油”訊息。

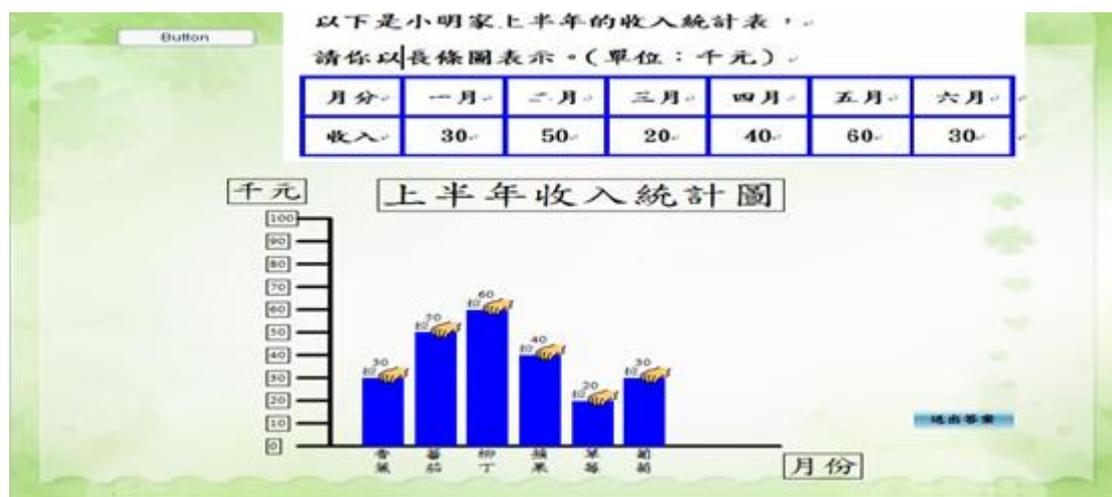


圖 68 繪製長條圖作法

5.8 操作型試題樣板舉例

前面我們已經介紹過六個操作型試題樣板的功能展示，接著我們將以「長度操作型試題樣板」和「角度操作型試題樣板」為例，展示樣板的功能。

5.8.1 長度操作型試題樣板的例子

我們依據長度操作型試題樣板，我們試作出三個操作型試題。其中，圖 69 是實物長度的測量，圖 70 是三角形的周長測量，圖 71 則是地圖距離的測量。



圖 69 實物長度的測量



圖 70 三角形的周長測量

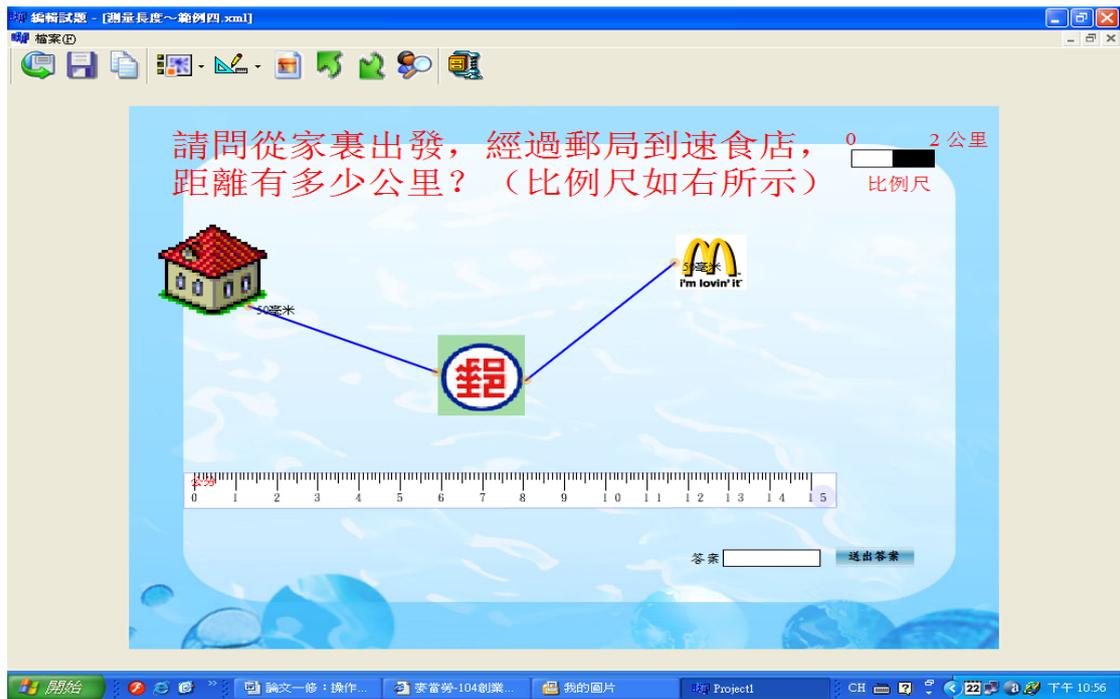


圖 71 地圖距離的測量

5.8.2 角度操作型試題樣板的例子

我們依據長度操作型試題樣板，我們試作出三個操作型試題。其中，圖 72 是角度的測量，圖 73 是角度和的測量，圖 71 則是三角形內角和的測量。

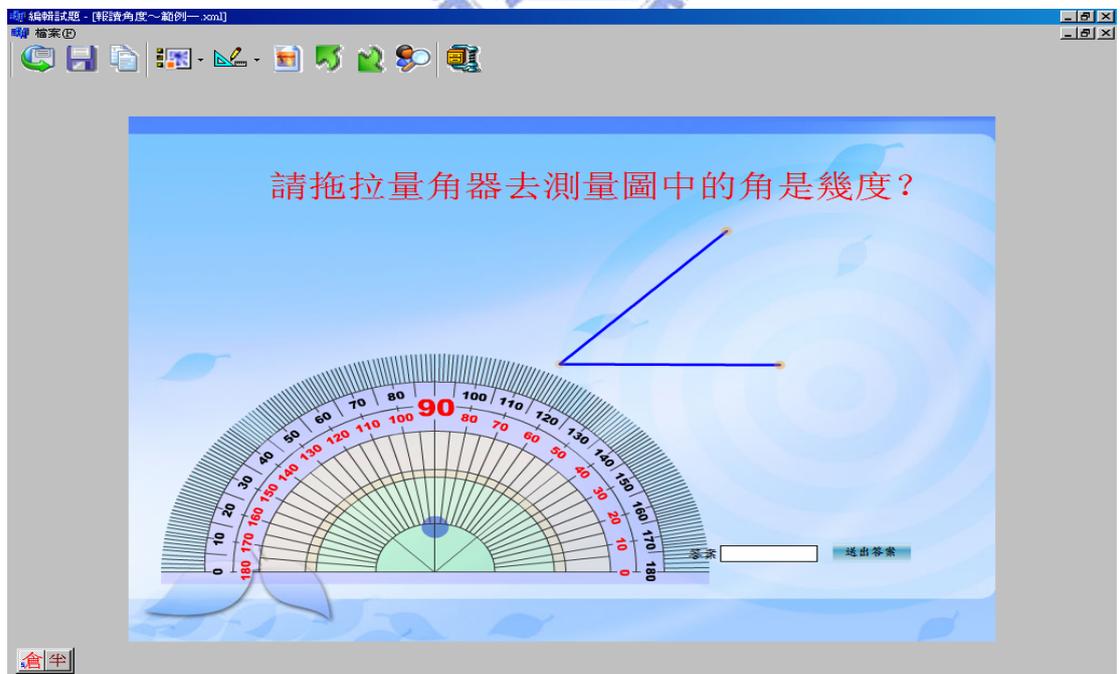


圖 72 角度的測量

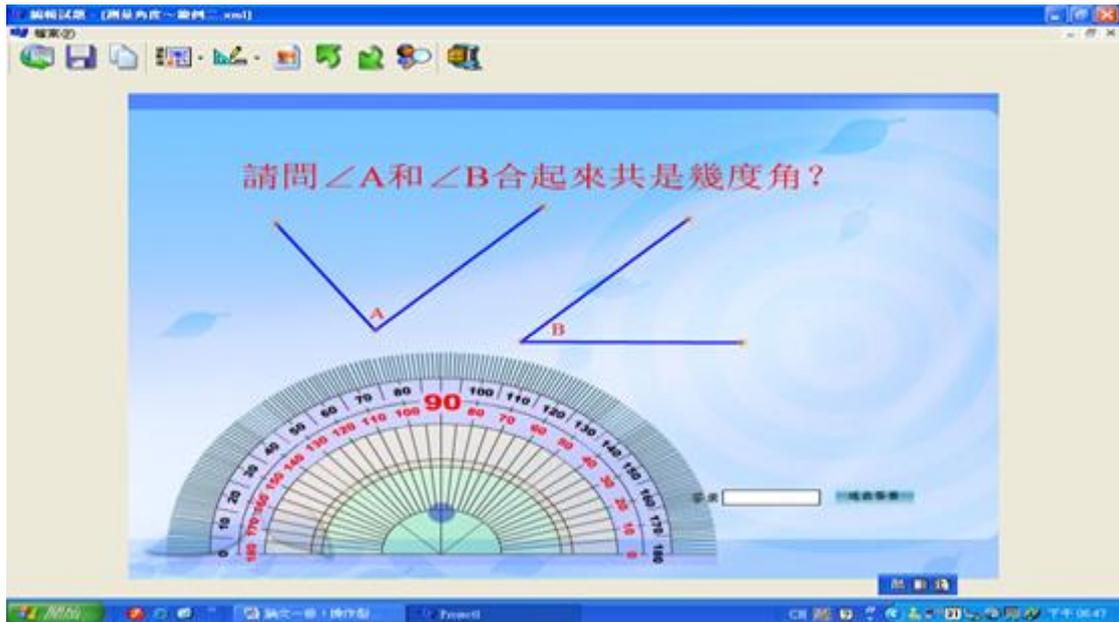


圖 73 角度和的測量

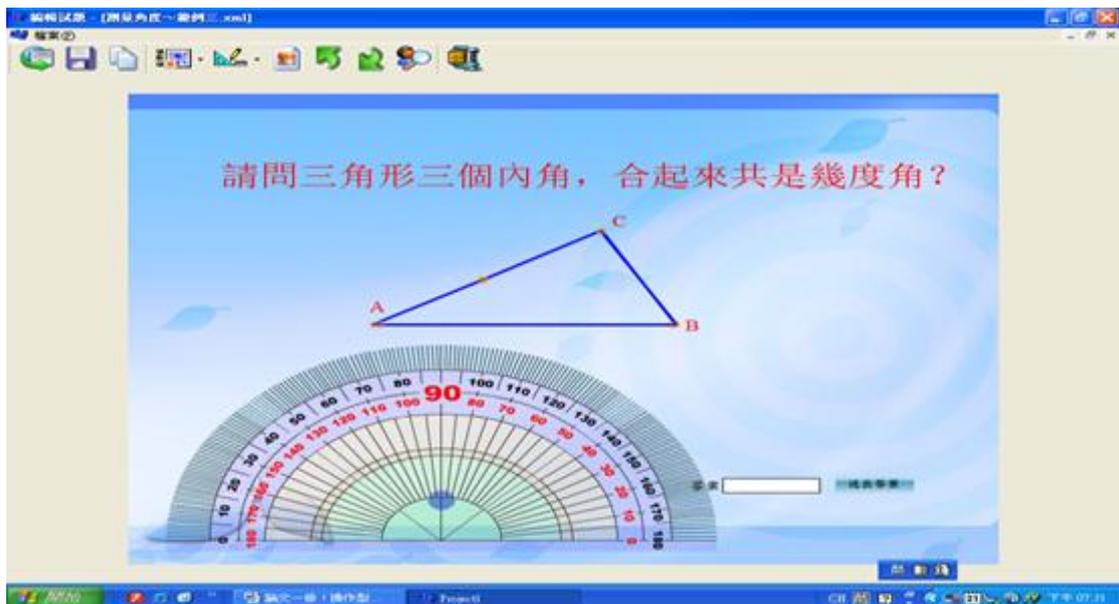


圖 74 三角形內角和的測量

5.9 小結

我們運用操作型試題樣板，使得操作型試題可以快速的產生。試想若從無到有開發這樣的操作型試題，需要多少時間呢？一份操作型試題涵蓋許多元件，光製作這些元件就相當耗時費力，更別提還要具備互動操作的功能。相對來說，使用操作型試題樣板，就不用煩惱這些元件如何製作，互動操作如何實現等等問題，讓操作型試題的製作更為快速，不再高不可攀。

六、 結論及未來發展

6.1 結論

1. 本研究分析九年一貫數學領域能力指標分年細目國小階段，得到操作型試題的操作方式有六種：拖拉(Drag)、放開(Drop)、點按(Click)、平移(Move)、旋轉(Rotation)和鍵盤輸入。
2. 本研究依據九年一貫數學領域能力指標分年細目國小階段，設計規劃出六種操作型試題樣板：長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表。
3. 本研究依規畫設計出操作型試題樣板的程式架構並且實作出來六種操作型試題樣板。
4. 本研究利用操作型試題樣板試作出多種題目，來驗證操作型試題樣板的可行性。

6.2 未來發展

1. 本研究已開發出長度、角度、時間、面積、體積和統計圖表等操作型試題樣板，提供老師另一種線上網路評量題型，以瞭解學生相關的能力。建議後續研究者可針對此類操作型試題和紙筆測驗做進一步研究。
2. 本研究僅就九年一貫數學領域國小階段為範圍，設計與實作操作型試題樣板。建議後續研究者可以針對數學領域作縱向加深(銜接國中領域)和橫向加廣(數學概念的延伸應用)，也可當作其他領域開發設計操作型試題樣板的參考。
3. 建議後續研究者可針對此類操作型試題，增加學生操作過程的記錄(Record)與重放(Replay)，作為探究學生迷思概念的參考，讓補救教學更具成效。



參考文獻或資料

- [1] 教育部，國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，臺北市，民國 92 年。
- [2] IMS, "IMS Question & Test Interoperability Version 2.1 Public Draft (revision 2) Specification," [On-line]. Available: <http://www.imsglobal.org/question>
- [3] Grainne, C. & Bill, W. "A Review of computer-assisted assessment", Research in Learning Technology, vol 13, No. 1, pp. 17-31, March 2005.
- [4] Klaus, B. & Leonhard, D. "A Tool for Supporting Graphical Interactive Assessment", Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, pp. 881-888, Chesapeake, VA: AACE. 2004.
- [5] Kinugasa, Y., Yamashita, N., Hayashi, T., Tominaga, H., Yamasaki, T. "Operation-style answering in multimedia testing system DrillS-M for Kanji letter shape learning", Advanced Learning Technologies, 2005. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference, vol 5, Issue 8, pp. 647 – 649, July 2005.
- [6] 康軒文化事業，國民小學數學教學別冊第四冊，臺北縣，民國 96 年。
- [7] 南一書局，國民小學數學教學指引第五冊，臺南市，民國 95 年。
- [8] 南一書局，國民小學數學教學指引第六冊，臺南市，民國 95 年。
- [9] 南一書局，國民小學數學教學指引第七冊，臺南市，民國 95 年。
- [10] 南一書局，國民小學數學教學指引第八冊，臺南市，民國 95 年。
- [11] 南一書局，國民小學數學教學指引第九冊，臺南市，民國 95 年。
- [12] 葉連祺，「Bloom 認知領域教育目標分類修訂版之探討」，教育研究月刊，第 105 期，94-106 頁，民國 92 年。
- [13] 鄭蕙茹、林世華，「Bloom 認知領域教育目標分類修訂版理論與實務之探討—以九年一貫課程數學領域分段能力指標為例」，台東大學教育學報，第 36 卷第一期，247-274 頁，民國 93 年。
- [14] 林璟豐，「全球資訊網測驗題型之研究」，國立台灣師範大學，碩士論文，民國 90 年。
- [15] 李清峰，「支援操作型試題樣板之系統環境設計與實作」，國立交通大學，碩士論文，民國 96 年。
- [16] 教育部臺灣省國民學校教師研習會，國小數學教材分析—長度，臺北縣，民國 89 年。
- [17] 教育部臺灣省國民學校教師研習會，國小數學教材分析—體積和角度，臺北縣，民國 91 年。
- [18] 教育部臺灣省國民學校教師研習會，國小數學教材分析—時間與速率，臺北縣，民國 90 年。
- [19] 教育部臺灣省國民學校教師研習會，國小數學教材分析—面積，臺北縣，民

國 90 年。

[20] 教育部臺灣省國民學校教師研習會，國小數學教材分析－統計與機率，臺北縣，民國 91 年。

