

# 數位個別指導教學模式與教材之研發 -以「三角形」單元為例

趙琬津

台中市信義國小、ufim3445@yahoo.com.tw

郭伯臣 楊智為

台中教育大學 教育測驗統計研究所、kbc@mail.ntcu.edu.tw

施懿珊

國立教育研究院籌備處、sys413@mail.naer.edu.tw

## 摘要

本研究以國小五年級「三角形」單元為例，編製一套配合以知識結構為基礎的電腦適性診斷測驗之數位個別指導教材，供以教師為基礎之補救教學使用。並將受試者依補救模式分組，觀察受試者是否因補救教學而有所進步，並探討三種不同補救模式的成效，研究結果如下：

1. 有 88% 以上的個別指導教師認為教學指引、教學題本、學生練習本在佳或優的等級，60% 以上認為多媒體教材在佳或優的等級，根據使用者的觀點，此套數位個別指導教材具有使用價值。
2. 不論是實驗組或是對照組，透過此套教材補救教學後，學生的平均分數皆進步 7 分以上，且平均分數有顯著的進步 ( $t=10.276, p<.001$ )，顯示此個別指導教材有一定之成效。
3. 研究顯示對中分組 (80~89) 學生而言，一師對二生及一師對三生的指導模式效果較適性團班指導佳；對低分組 (80 分以下) 與高分組 (90~100) 學生而言，不同的指導模式效果並無差別。

關鍵詞：補救教學、電腦適性測驗、數位個別指導

## 一、前言

### (一) 研究動機

傳統以班級為單位進行統一測驗與補救教學的方式已漸漸不符合時代潮流，目前較為先進的國家之測驗與補救教學皆採量身訂作的方式，希望以適性化及個別化的方式進行，期能先「因材施教測」而後「因材施教」，達到節省學習時間與準確預測受試者學習狀態，增進學習效果之目的。

郭伯臣(2003)的國科會專題研究「國小數學科電腦化適性診斷測驗(I)」提出的「以知識結構為基礎之適性測驗」(knowledge structure based adaptive testing, KSAT)不但能提供學童適性測驗及立即的成績回饋，達到「因材施教測」的效果，且能確實節省施測題數、時間，並有不錯的精準度。

有鑒於目前尚無搭配 KSAT 使用之補救教材，研究者以國小五年級數學「三角形」單元為例，開發以知識結構為基礎的數位個別指導教材，期能達到「因材施教」的效果。最後並探討不同補救教學模式的成效。

### (二) 研究目的

基於上述動機，本研究之目的如下：

- 1、編製「三角形」單元之數位個別指導教材。

- 2、檢驗以教師為基礎之數位個別指導教材之成效。
- 3、探討不同指導模式對學童「三角形」單元學習成效的差異。

## 二、文獻探討

### (一) 以知識結構為基礎之電腦化適性診斷測驗 (KSAT)

#### 1、知識結構(knowledge structure)

##### (1) 專家知識結構

專家知識結構是由專業國小教師群及各學科專家根據教學學理以及教學經驗，分析施測範圍內的知識概念，再根據學生的學習歷程、概念發展順序及其概念間上下位關係整理而成的結構關係。專家知識結構中，上層的概念為此單元較晚學到的概念，下層則為較早學到的基礎概念（郭伯臣，2003）。

##### (2) 學生知識結構

依據專家知識結構編製的試題經過學生施測後，將得到的資料以「順序理論」(ordering theory, OT) (Airasian & Bart, 1973) 推估知識結構，整理得到學生的學習概念順序，即為學生試題結構，也可稱為學生知識結構。

由國科會專題研究（郭伯臣，2003）可知，使用良好的試題結構可有效降低施測題數，該研究指出以「順序理論」(OT)在節省試題和預測精準度兩方面皆優於「試題關聯結構分析法」(item relationship structure analysis, IRS)及 Diagnosys，故本系統採用 OT 順序理論技術來估計試題結構，並用於適性測驗流程之建立。

##### (3) 補救教學結構

補救教學結構結合了專家知識結構與學生知識結構，以專家的角度將學生知識結構做有系統的組織，形成完整的補救教學結構，讓教學者可以有效率的進行補救教學（黃碧雲，2005）。

#### 2、電腦化適性測驗 (computerized adaptive test, CAT)

電腦化適性測驗大致分為二大類：一是以試題反應理論(item response theory, IRT)為基礎的測驗(Wainer, 2000)，其測驗成績為一個能力值(ability) 或量尺分數(scale score)，適合用於教育資源分配情境，如基本學力測驗、大學入學測驗等，此類測驗很難將錯誤類型與分數進行對應，故所提供的訊息並不適用於錯誤類型診斷；另一則是以知識或試題結構為基礎的測驗(Liu & Chen, 1998)，此類測驗可診斷出學生的錯誤概念。

### (二)「三角形」教材概念分析

#### 1、「三角形」單元教材分析

本研究採用 94 學年度康軒版教材，單元概念可區分為認識銳角與鈍角、認識等腰三角形、認識正三角形、三角形的邊角關係等四大類。

#### 2、三角形圖形概念相關研究

在國內有多位研究者做過有關三角形的相關研究，茲將文獻整理成表 1。

表 1：三角形圖形相關研究

出處	研究結果
蘇英奇 (1972)；薛建成 (2003)；劉芸旻 (2003)	學童對相同圖形的認定取決於方位的影響最大，只要將圖形旋轉後，學生就無法辨識。
◆ 張英傑 (2001)	鈍角在下的三角形，學童容易把它誤認為銳角三角形。
◆ 黃盈君 (2001)	部分學童認為邊長比例相差較大的圖形不是三角形。
◆ 沈佩芳 (2002)	大部分高年級學生已脫離最初的視覺化階段，逐漸達到以組成要素為主的分析階段。
◆ 褚威杰 (2003)	辨識等腰三角形時，學童常把等腰三角形誤認為正三角形，且容易受到等腰三角形方位變化之影響。
◆ 謝貞秀、張英傑 (2003)	將等腰三角形或等腰直角三角形視為正三角形；以為直角三角形是「三個角都是直角」、「兩邊一樣長的三角形」。

(三) 適性補救教學(adaptive remedial instruction)

1、以電腦為基礎之適性補救教學(computer- based adaptive remedial instruction, CBRI)

學生在前測後針對錯誤概念以電腦輔助教學設備進行補救，學生是接受設定好的電腦補救教學，有相關研究指出此種方式具有一定之成效（黃碧雲，2005）。缺點是系統可能無法立即解決學生在進行補救時產生非預設的問題，且教學現場必須準備足夠的軟、硬體設備，目前小學有經費上的困難。

2、以教師為基礎之適性補救教學(teacher-based adaptive remedial instruction, TBRI)

TBRI 與 CBRI 的差別在於 TBRI 中教師為主要補救教師，個別指導教師必須針對個別診斷報告進行適性補救教學，能依學生個別差異給予立即指導。本研究要求每位個別指導教師必須接受職前訓練來熟悉教材。

本研究即以「學生知識結構」為基礎的電腦化適性測驗系統為研究工具，進行診斷測驗。而系統中補救教學部分則採以教師為基礎之補救教學，探討不同指導模式的差異。

三、研究方法與步驟

(一) 研究對象

1、紙筆測驗(預試)：紙筆測驗採方便抽樣，對象為九十四學年度使用康軒版教材的五年級學生，包括台中市、台中縣、彰化縣國小共 20 個班級，有效樣本計 660 人。

2、以知識結構為基礎之適性測驗 (正式施測)：電腦適性測驗採方便抽樣，對象為九十四學年度已上完「三角形」單元的國小五年級學生。因考慮研究者時間及行政上的支援等因素，選擇台中市某國小五年級 4 個班級，共計 129 名學生。

(二) 研究工具

1、紙筆診斷測驗

由 8 位具有教學及測驗編製經驗的教師依據「電腦化適性診斷測驗之研究」(陳怡如、吳慧珉、黃碧雲，2004) 建立「三角形」單元專家知識結構，以圖 1 的等腰三角形部分結構為例。並依此結構將教材內容試題化後組卷施測。

本份試卷之信度用  $\alpha$  係數，所得信度為 0.842；平均難易度為 0.806。試題的鑑別度介於 0.201~0.561。依 IRT 三參模式分析，所有試題的 PROB 值皆大於 0.05。

2、以知識結構為基礎之電腦化適性診斷測驗 (KSAT)

KSAT 是一套可以節省試題、施測時間，且具有高預測精準度的測驗系統，具強韌性(robustness) (黃珮璇等，2006)。此系統以學生試題結構為基礎，以等腰三角形部份為例，如圖 2 所示。

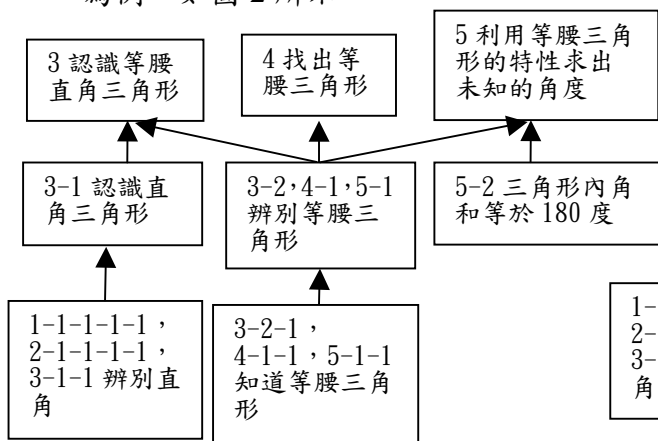


圖 1：等腰三角形專家知識結構

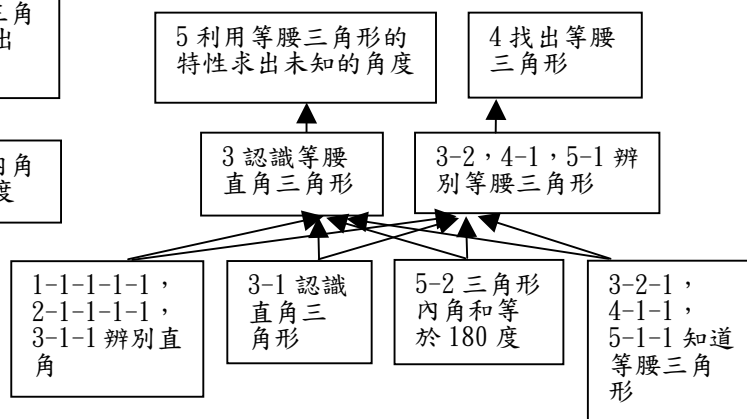


圖 2：等腰三角形學生知識結構

### 3、數位個別指導教材

以學生知識結構為主，參考專家知識結構及相關文獻，並將相關的知識節點整併編製成概念間有上下位次序關係的補救教學結構，以補救重點呈現，如圖 3 所示。並依此結構開發數位個別指導教材，供各種補救教學模式實驗使用，教材包含教學題本、學生練習本、多媒體教材、教學指引，舉例如下圖 4、5。

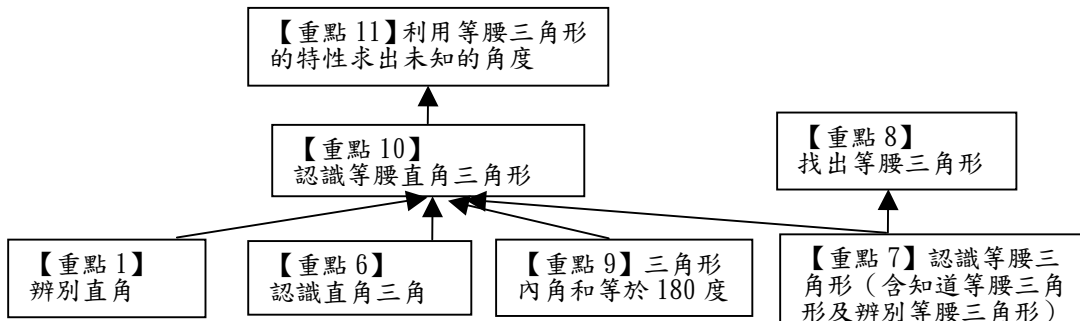


圖 3：等腰三角形補救教學結構

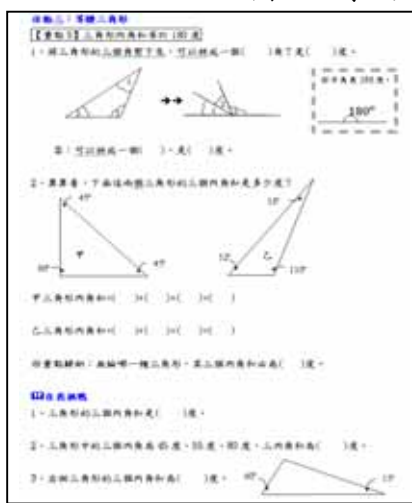


圖 4：重點 9 教學題本頁面

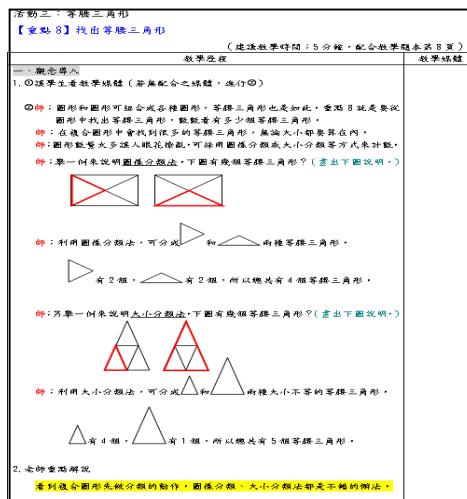


圖 5：重點 8 教學指引頁面 (部分)

### 4、數位個別指導教材個別指導教師使用回饋單

由具有教學及測驗編製經驗的學者專家與有教學經驗的國小教師共同編製此份回饋單，依版面、內容兩大方向設計，各細目的評比採四點量表，在 TBRI 後填寫。

### 5、個別學習診斷報告書

參與電腦適性測驗的學生皆有一份個別診斷報告書，如圖 6 所示，個別指導教師會針對報告所列的錯誤概念，以目的一編製的教材進行補救教學。

●●●學習診斷報告書●●●

**基本資料**

受測地點	台中市立○○國小	學員編號	905201
姓名	○○○	性別	○
職守別	19 台中市	學校別	1900 市立○○國小
年級	小五	班級	五年○班

**基本測驗結果**

測測單元	國語 數學 第二冊 第五單元 三角形
測驗日期	2006/05/25
教學開始	
教學結束	
第一次成績	70
第二次成績	97

**本單元所有概念列表**

概念列表	第一次學習狀態	第二次學習狀態
【重點 1】 辨別直角	○	○
【重點 2】 認識直角	○	○
【重點 3】 認識直角三角形	○	○
【重點 4】 認識銳角	○	○
【重點 5】 認識鈍角三角形	○	○
【重點 6】 認識直角三角形	○	○

圖 6：學習診斷報告書

### (三) 實驗設計與流程

此補救教學實驗採準實驗設計研究中的「不等組前後測實驗設計」，以班級為單位，實驗組 3 個班級，對照組 1 個班。實驗變因設計表與流程表，如表 2、表 3 所示。

表 2：實驗變因設計表

實驗分組	實驗處理	指導依據	實驗控制
實驗組(一)	一對二	個別學習診斷報告書	皆使用目的一編製之「三角形」單元數位個別指導教材進行指導
實驗組(二)	一對三	個別學習診斷報告書	
對照組	一對全班	全班學習診斷報告書	

表 3：實驗流程表

時間	實驗組	對照組
10 分鐘	系統使用說明	系統使用說明
20~30 分鐘	KSAT 前測	KSAT 前測
50 分鐘	數位個別指導隨機分派實驗組(一)、(二) 團班上課	
20~30 分鐘	KSAT 後測	KSAT 後測

一對二、一對三個別指導模式為一位個別指導教師同時指導兩位或三位學生，而這些學生的程度、開始補救的時間及需補救的內容不完全相同，個別指導教師需充分使用本研究編製的數位個別指導教材分配時間進行指導。

## 四、研究結果

### (一)「三角形」單元之數位個別指導教材

透過數位個別指導教師意見回饋單可了解使用者對於教材的評價，因篇幅限制，僅呈現教學指引使用意見回饋統計表為例。

從表 4 可知，個別指導教師對於教學指引的內容及版面規劃滿意度很高，每個項目在「佳」以上的評比至少有 88.6%。35 位個指師中，有 23 位認為教學題本和學生練習本的詳解是最實用的部分，其次是有 10 位認為教材目次頁及詳案最實用，由此可知在學生完成練習後，個指師希望能馬上檢討，詳細的解答過程，能達到立即回饋的效果。

表 4：教學指引使用意見回饋統計表

教學指引評鑑項目	優	佳	尚可	待加強
「目次頁」資料充足，清楚、實用，容易找到要進行的教材	28.6%	65.7%	5.7%	0%
「使用說明頁」清楚明瞭，容易了解本教材的使用方式	34.3%	60.0%	5.7%	0%
「詳案」的編排清楚明瞭，方便使用	25.7%	65.7%	8.6%	0%
「詳案」提供完整周詳的教學活動步驟、方法	28.6%	68.6%	2.9%	0%
「教學題本解答本」的編排清楚明瞭，方便使用	34.3%	57.1%	8.6%	0%
「教學題本解答本」內容詳細清楚	40.0%	54.3%	5.7%	0%
「學生練習本解答本」的編排清楚明瞭，方便使用	40.0%	54.3%	5.7%	0%
「學生練習本解答本」內容詳細清楚	40.0%	51.4%	8.6%	0%
每個教學活動的教學重點明確	34.3%	54.3%	11.4%	0%
提供適用的教學活動步驟、方法	28.6%	60.0%	11.4%	0%
本指引全冊的編排順序容易使用	28.6%	65.7%	5.7%	0%

而教學題本和學生練習本方面，個別指導教師也有很高的滿意度，每個項目在「佳」以上的評比分別至少都有 88.6% 和 91.4%，表示由個別指導教師的觀點來看，教學題本和學生練習本在內容規劃及題目的設計方面都有其可取之處。但個別指導教師對於多媒體教材的設計滿意度偏低，每個項目在「佳」以上的評比平均為 50%，表示由半數指導者的角度來看，多媒體的使用可加強補救教學，與前三項相較，此項的評鑑分數較低。

## (二) 以教師為基礎之數位個別指導教材之成效

由表 5 可知，不論是實驗組或是對照組，經過補救教學後，學生的平均分數皆進步 7 分以上；前、後測成績成對樣本檢定，可得知不論是實驗組或對照組，三組的前、後測成績有顯著性差異，表示後測成績明顯優於前測成績。

表 5：前、後測成績比較、檢定表

	前測 平均分數	後測 平均分數	平均進步成績 (後測-前測)	標準差	自由度	T 統計	P 值
實驗組(一)	85.78	95.30	9.52	9.8943	22	4.615 <sup>***</sup>	0.000
實驗組(二)	83.96	94.9	10.53	9.0688	65	8.795 <sup>***</sup>	0.000
對照組	84.22	92.03	7.81	12.0907	29	3.82 <sup>***</sup>	0.001

## (三) 三種不同適性補救教學模式之成效

由表 5 發現，實驗組學生的分數進步較多，平均進步分數約 10 分。若將各指導模式學生依前測成績 80 分以下、80~89、90~100 分成低、中、高分組，畫出如圖 7、8、9 的前後測成績折線圖，發現低分組學生接受各種模式的指導效果差不多；中分組學生經過三種模式的指導後，對照組學生的平均成績約 90 分，而實驗組學生的平均成績能達到 95 分的水準；而不同指導模式，對於原本能力就不錯的高分組學生並無太大的影響。

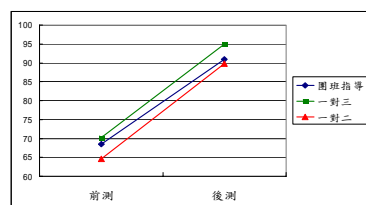


圖 7：低分組學生前後測成績折線圖

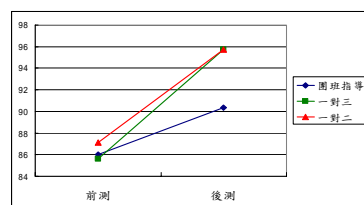


圖 8：中分組學生前後測成績折線圖

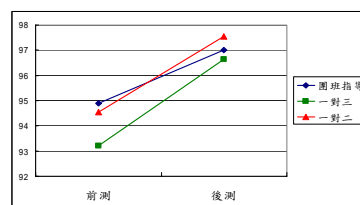


圖 9：高分組學生前後測成績折線圖

## 五、結論與建議

### (一) 結論

- 1、根據使用者的觀點，此套數位個別指導教材具有使用價值。
- 2、不論實驗組或對照組，經過相同教材的補救教學後，學生的平均分數進步 7 分以上，且平均分數有顯著進步 ( $t=10.276, p<.001$ )，顯示此個別指導教材在個別和適性團班教學使用上有一定之成效。
- 3、對中分組 (80~89) 學生而言，實驗組 (一)、(二) 的教學效果較適性團班指導好；對低分組與高分組學生而言，不同的指導模式效果並無差別。

### (二) 建議

- 1、編製賞心悅目的教材能讓個別指導教師與學生樂於使用，尤其是在多媒體教材方面，還需要媒體設計專家專業的配合，讓教材更精緻、更生動，更符合需求。
- 2、本研究雖然實驗限制個別指導教師必須完全依照教材進行教學，但牽涉到個人教學風格、人格特質和態度，結果也會有所影響。未來若有這方面的實驗或教學現場需要時，需慎選個別指導教師，且培訓個別指導教師的方式與時間必須完整、足夠。
- 3、這次實驗個別教學全部集中在教師辦公室，空間小，過程當中出現了互相干擾的情形，未來若有類似實驗或計劃開設個別指導班，座位、空間的安排必須詳加設計。

## 誌謝

本論文為國立台中教育大學與階梯數位科技股份有限公司建教合作計畫「數位個別指導教學模式與教材研發」之部分成果。

## 參考文獻

- 1、郭伯臣(2003)。國小數學科電腦化適性診斷測驗(I)。行政院國家科學委員會專題研究計畫報告(NSC-91-2520-S-142-001)。
- 2、陳怡如、吳慧珉、黃碧雲(2004)。電腦化適性診斷測驗之研究。測驗統計年刊 12 輯, 61 頁。台中市。台中師範學院。
- 3、張英傑(2001)。兒童幾何形體概念調查及診斷教學之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告(NSC-89-0111-S-152-003)。
- 4、黃盈君(2001)。國小五年級學生三角形圖形概念之分析研究。國立台中師範學院數學教育學系碩士班碩士論文。
- 5、黃碧雲(2005)。以能力指標結構為基礎的電腦適性測驗編製及動畫補救教學之應用——以國小數學領域四年級能力指標。國立台中師範學院數學教育學系碩士班碩士論文。
- 6、黃珮璇、王暄博、郭伯臣、劉湘川(2006)。國小數學科電腦化適性診斷測驗強韌性探究。2006年電腦與網路科技在教育上的應用研討會。國立新竹教育大學。
- 7、謝貞秀、張英傑(2003)。國小三四年級平面圖形概念之探究。國立台北師範學院學報：數理科技教育類, 16(2), 97-133。
- 8、蘇英奇(1972)。圖形概念形成的調查與分析。台中師專學報, 2, 229-262。
- 9、Airasian, P.W., & Bart, W.M. (1973). *Ordering Theory: A new and useful measurement model*. Journal of Educational Technology, Vol. 5. pp.56-60.
- 10、Chang, K-E., Liu, S-H., & Chen, S-W. (1998). *A testing system for diagnosing misconceptions in DC electric circuits*. Computer & Education, 31, 195-210.
- 11、Wainer, H. (2000). *Computerized adaptive testing: a primer (2nd ed)*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey.