

第四章 研究結果與討論

為了解資訊融入數學的教學活動對國中資源班數學低成就學生的學習態度與成就之影響，本研究設計教學後，藉教學觀察、教師撰寫教學日誌、分析個案的學習單內容、輔以問卷、訪談等方式進行資料蒐集與分析，本章將說明研究的結果與討論。

第一節 研究結果

本研究以國中一年級資源班數學低成就學生為研究對象，三名個案是由班級導師與原班級數學科教師共同推薦進入資源班接受學習輔導。依據學生入學時的智力測驗結果，三人在智力測驗中數學的表現百分等級都在二十以下，顯示其學習能力難與一般學生相當，而國一上學期第一、二次段考的數學科成績也屬於全班後五分之一，在班級裡是數學低成就表現，且依據導師及原班級數學科教師的課堂觀察，其數學科的學習情形有必要抽離接受學習輔導。

一、研究者對三名個案的背景了解

依據導師的觀察，三名研究個案中，小呂在學習反應上的表現較一般同學緩慢，書寫的能力有限，無法跟上原班級進度。在2004年3月29日訪談小呂家長的紀錄中可見其家庭概況如下。

小呂進入資源班已經半年多了，小呂的媽媽卻不知道這件事情，甚至誤以為資源班是學校的第八節輔導課；但了解資源班的輔助意義後，小呂的媽媽立即表示了感謝。

小呂的媽媽回想這一年來，小呂回家並未曾和她提及在學校上課的情形，遑論資源班的課程，更不知道老師使用電腦幫助小呂學習數學，她認為，這要歸因於她的工作忙碌，回家後又必須煮飯、接送另一個孩子，沒有時間關心小呂的學習，還要小呂當家，看住一個有身心障礙、對一切充滿好奇心的哥哥。

她依稀記得孩子曾經高興地拿著考卷雀躍自己的進步，但因為忙著做飯，也沒有仔細了解，而小呂則滿心期待媽媽能為他增加五元零用錢；這一次段考，小呂向媽媽表示，自己有很多科目進步，顯得很開心。

因為不了解情況，孩子是否有學習上的不適應或新的成長，媽媽一概不清楚，反而依賴我的觀察提供訊息。(040329 訪談小呂的家長)

小均的家庭是最健全的，父母也相當關心，但並未深入陪伴孩子學習，無法幫助個案提升具體的學習成效；而且個案從小學就有數學基礎不佳的情況，對數學的學習感覺有困難，加上生性活潑好動、喜歡講話可能造成他的學習無法專心，於是學科表現不佳。訪談小均的家長所獲得的資訊描述如下。

小均的媽媽表示，孩子和媽媽的感情不錯，回家都會提起學校上課的情況，包括在資源班上數學課的情形。但是小均不曾告訴媽媽，資源班嘗試以電腦幫助學習數學，還會抱怨因為資源班的課程，沒辦法上到原班級的資訊課（此乃學校國一學生的彈性課程，即一般所稱的電腦課，資源班補課時可能會利用到該課程時間），覺得很遺憾。

媽媽覺得小均在學習有成就感的時候喜歡數學，遇到困難時則退縮、逃避，表示不喜歡。但是小均和媽媽分享的部分僅限於上課的感受，並未深入到學習內容與看法。(040404 訪談小均)

的家長)

小瑞的學習背景兼具家庭環境不利與自身好動的個性，訪談小瑞的家長時，發現家長雖然知道要關心，但並不知道如何行動才對孩子有利。

小瑞的爸爸表示，並不知道小瑞有參加資源班，不了解資源班的意義，並向研究者詢問資源班與下課後上的第八節輔導課是否相同。

小瑞的爸爸說他平時會跟小瑞問到在學校上哪些課，但不追問詳細的內容，小瑞也較少主動跟他說起，因此並不知道小瑞在資源班上數學課時使用電腦幫助學習的事情，也不曾聽到小瑞提起現在上數學和以往有何異同；但小瑞的爸爸在以前的求學過程中，因為數學方面的成就感，對數學相當有興趣，所以會拿小瑞現在的數學課本看，發現內容比他以前學的難多了，他都不會，就沒有辦法教小瑞。

小瑞的爸爸認為孩子的媽媽已經往生，自己要工作，養育兩個小孩，頗有壓力，因此下班後，需要放輕鬆，對孩子也儘量給予自由，鼓勵他盡量往有興趣的方面發展，只要小瑞有寫功課就好，並不特別要求小瑞的成績表現，他認為那是個人資質，無法強求。(040405 訪談小瑞的家長)

綜合而言，三名個案同是因為數學的學習困難、表現低成就而進入資源班接受數學的學習輔導，但影響其學習困難的因素卻又不一樣。小呂主要的狀況是基本讀寫有困難，而且學習的速度表現在記憶與認知理解上，與其他同學相比有嚴重落後的情形；小均與小瑞兩人在個性活潑、好動、有待培養耐心的學習背景上比較相近。三人共同的困境不僅是學習低成就，而且經過了解，其家庭無法在學習上給予具體、實質的協助，因此導師推薦安排三人進入資源班，希望能協助三名個案的數學學習。

二、研究者介入 IEP

研究者接案後將三位個案在資源班的數學課程定位為統整學習，強調發展學習策略及練習解題技巧，並協助三位學生在原班級的作業及考試上產生成就感，以維持正向的學習態度。儘管研究者如此期望，三位個案畢竟有其學習上不利的背景與環境，因此在教學歷程中，研究者仍需時時考量其學習狀況，機動調整其學習目標與進程；若與一般學生的數學學習直接比較，三名個案的表現可能依然不盡理想，但研究者著重的是個案自我的學習態度與成就之改變。

在規劃 IEP 個別化教學方案時，研究者分別與個案訪談以了解其專長與興趣，結果發現三人都對資訊科技表示喜歡，因此在國一上第三章 3-2 整數的加減法、國一下第一章圖形與圖形的幾何變量當中的兩節 1-1 三角形與圓、1-2 圖形轉換與幾何量的變換，考量教材能以目前重要的資訊融入教學方式進行，恰能引起研究對象的學習動機，並配合學習單的設計與使用，以了解此教學方式對學生數學學習態度與成就的影響。

(一) 提升數學的學習動機與態度

本研究之資訊融入教學活動設計，若依使用的軟體區分，主要有 PowerPoint、Flash、GSP 等，為輔助引導教學並了解個案的學習狀況，另以設計的學習單配合使用。研究發現資訊融入的教學確實能顯著提升個案對數學學習的動機與態度，以下分別說明研究的結果。

1. PowerPoint 清晰呈現學習內容的優勢

研究者在個案國一上學期第二次段考後，開始著手資訊融入數學的教學活動設計與研究，段考後第一節上課，研究者邀請學生一起參與架設單槍投影機、筆記型電腦；還沒有進入正式課程時，就已經感受到個案雀躍的心情。2003年12月10日的教學日誌寫著：

他們看到今天與平時不同，不只使用課本、黑板教學，還有電腦加入學習的場景，大家都覺得很新鮮、有趣，每位同學臉上都洋溢著笑容，十分歡愉。(教學日誌 031210 一上 3-2 小呂)

初次在資源班使用自製的 PowerPoint 檔案<<3-2 整數的加減法(1)>>，目的在於呈現教材主題脈絡。研究者發現，資源班的同學並不討厭學習數學，也想要尋找學習的成就感，希望自己能多懂一點；但使用一般的課本與傳統的教學方式對他們而言，有太多文字，以至於不知道重點是什麼、要如何應付練習題得分。經由 PowerPoint 檔案將教材細分，摘要整理與分段呈現讓數學的學習被分解成一個一個的小段落，大大降低了個案對數學的焦慮感，能逐步累積學習的成就。例如，將整數的加法分類能協助個案將各類型加法的重點清楚抓到，在點選後深入核心探討，不至於面對課本的長篇文字而找不到重點；PowerPoint 的綱要呈現對自認為語文能力不足並有待培養耐性的低成就學生而言，似乎是一種有利的學習媒體，此觀察發現呼應了楊坤堂(1999)的看法。教學日誌紀錄了研究者課後與個案簡短的晤談：

下課後與個案簡短晤談中，學生提到，由於投影的關係，圖示與字幕非常大而清楚，圈畫的重點很醒目，寫作學習單很方便，包括同步練習、彙整發現等，也許只是抄寫老師預備好的內容，但是清晰的文字彌補了平時上課中老師口語迅速帶過的缺憾；個案表示，他們要聽懂老師講解的內容需要一段時間，即使聽懂了也沒有辦法立刻記得所有的東西，因此要整理重點時，往往不知道從哪裡開始，需要老師告訴他們，而且最好是一個字一個字地教導。(教學日誌 031210 一上 3-2 小呂)

另外，研究者所使用 PowerPoint 自訂動畫的功能，切換與彈跳的影音魅力也確實能讓個案專注於課程，在教學錄影帶中可以清楚觀察到小均、小瑞對動畫津津樂道，深感興趣。也就是說，在使用 PowerPoint 融入數學教學的歷程中，個案主動地表示摘要的呈現幫助他們在學習上看得更清楚、學習更有著力點，同時研究者也觀察到個案對資訊軟體的動畫特性很有興趣，這樣的融入方式能提升個案對數學的學習動機，學習態度則更正向積極，這和多數學者提出的論點相同(蔡文煉, 1994; 蕭金慧, 2001; 蘇珮雯, 2001)。

2. Flash 程式的設計帶給學生驚異的學習經驗

研究者引用數學小玩意網站(<http://163.30.150.88/lii/flashMath/index.htm>, 2006 更新網址) 站主李俊儀老師與黃俊榮老師設計提供的 Flash<<整數加法>> 太極程式，以相對意義的藍、紅太極表徵抽象的正、負整數，讓三位個案加深實物操作的經驗，很快地掌握各類型加法法則。2003年12月10日的教學日誌紀錄顯示：

緊接的例題與隨堂練習、課外挑戰，即使未使用 Flash 太極程式，學生都能正確作答，就連平時認知、記憶能力稍弱的小呂都能迅速回答正確的答案，獲得我多次的讚賞。(教學日誌 031210 一上 3-2 小呂)

在本次引進資訊融入教學之前，研究者曾在其他班級教學中嘗試使用軟磁鐵製作的

綠、紅太極教導正、負整數的加減法，在相對意義的概念、同類整數的加減法上，也有不錯的教學效果，但Flash<<整數加法>>太極程式除了以其鮮明的色彩象徵相對的意義，能利用滑鼠進行操作數算，最棒的是一個正數和一個負數相加時瞬間消失表示其抵消的效果讓個案留下深刻的印象，而且程式還能機動地命題，讓個案在學習後不斷地反覆練習、加強精熟，如此一來，研究者不但教得輕鬆，還能省下精力，專注於觀察學生的學習反應、照顧好學生的需求。教學日誌紀錄了以下的情形：

當藍太極與紅太極重疊而消失的剎那，研究者觀察到小均臉上驚異的神情，顯示感受深刻，且和同學討論這個現象，認為相當有趣，此後的例題與演練，小均都能清楚表達，運用紅、藍太極幫助計算的思考，對自己信心滿滿地正確作答。（教學日誌 031212 一上 3-2 小均與小瑞）

小呂也在程式的輔助下，能具體地數算直接正確作答。（教學日誌 031210 一上 3-2 小呂）

整體而言，由個案上課時的專注可知，資訊融入的Flash教學在整數的加法單元，明確地提升個案對此主題的學習動機，並增加個案對自我的信心，願意接受挑戰。教學日誌結語這樣寫著：

加法單元結束後，學生都認為這個單元很簡單！對整數加法的主題信心滿滿，約定下一次上課時小考，個個相當期待自己的表現獲得肯定。（教學日誌 031210 一上 3-2 小呂）

個案接受測驗的結果與以往的表現相比確實相當優異，然而研究者也發現了一些問題，將在下一段落討論個案學習能力與成就的改變時做完整的陳述。綜合以上所述，研究者認為，三位個案的學習態度在本單元的資訊融入教學表現上，非常正向而且抱持高度的熱誠與好奇心。

3. GSP 提供學生實際操作探索幾何

本研究中GSP的幾何探索單元設計是由康軒文教事業所提供。由於個案的書寫與表達能力有限，研究者有時候無法清楚區辨三人在幾何的學習上是否有具體成效，但仔細觀察個案，卻發現他們曾有的焦慮感與挫折在資訊融入教學的過程中已大幅減低，受到資訊融入的吸引，個案能靜下心玩味、探索。2004年3月5日的教學日誌紀錄如下：

小呂的學習態度相當專注，雖然進度緩慢，但一直在持續地累積進步，對資訊有好奇心與熱烈渴望；該節下課後，我允許小呂留在教室裡，嘗試第一章所有的GSP幾何動態教學範例，在教學錄影帶中發現小呂確實未立即離開教室，並且遵照教師的指示只點選GSP幾何動態教學範例文件夾中的檔案，未有任何踰矩的行為，興致高昂地嘗試了所有的教學範例，並且偶有驚異的表情。（教學日誌 040305 一下 1-2 小呂）

事實上，在資源班的教學中，由於個案的記憶、理解能力不如一般學生，要掌握課堂上基礎的主題學習成效已是相當勉強；若是提供課後深入探索的方向，學生往往聽得滿頭霧水，不知所云，離開教室之後，沒有老師具體的指示，幾乎難以獨立完成作業。

已設計好的GSP程式提供學生探索時，有明顯的標示指引，個案只要依照指標一個步驟接一個步驟進行，配合預設的幾何測量，觀察的邊長若有所改變，數量上會立即呈現，而且相當地精確，連同幾何圖形的面積也跟著異動，同時，利用滑鼠進行剪裁、移動、拼合十分方便，用以觀察幾何圖形，如平行四邊形與長方形、梯形與長方形的轉換，再歸納面積計算的公式非常有說服力。

與傳統的教學方式相較，GSP的資訊融入教學能隨機調整邊長、形狀等，一旦原形

確認後，還能方便地切割、移動、拼合變換成另一種圖形，充分突顯幾何變動的特性，真正落實幾何轉換的觀察；黑板上的教學或使用模型說明能引發的體驗有限，例如，若要顯現梯形切割變換成長方形，在黑板上擦去切割的部分並複製到另一個角落，因為人無法精確操控邊長、角度，說服力較小，操作上也較為不便，而模型一但成形，邊長則又不易更動，似乎將圖形侷限於特定的樣式，欠缺了幾何變化的彈性。

研究者就以上資訊融入教學各階段，留意三名個案的學習態度，發現其學習意願高昂，且能主動參與設備的裝置、整理及收納等細瑣工作，即使下課時間也願意捨棄玩樂，繼續留在資源教室，探索課程中應用之 Flash 程式訓練計算技能及 GSP 程式幾何圖形變換的實驗觀察，也就是說，資訊融入的教學確實能引起並維持個案學習數學的動機，使其學習態度積極而正向。

4. 學習單的內容分析

上述資訊融入的各項教學對個案在數學學習上的影響，除以數位攝影機拍攝教學歷程，並撰寫教學日誌進行觀察之外，配合資源班個別化教育方案，研究者設計了學習單，分析學生呈現的學習內容，是觀察分析學生學習狀況並掌握其態度與成就的重要媒介。

依據研究者對三位個案的了解，本研究的個案屬於數學表現低成就，一般的作業經常依賴老師的解答或同學的範本，在評量中的表現能確實發揮的部分較少，往往以猜測居多，尤其是應用問題最常留白。而本研究中的學習單配合資訊融入教學，提供個案將教材細分、分段學習，給予紀錄所學與應用表達的機會，同時是研究者剖析個案的學習態度與成就的依據。2003 年 12 月 18 日教學日誌寫到：

本次的成果中，以量而言，個案呈現的內容遠比其在平時的習作、段考中有更多的文字表達。

成為命題者，個案產生了使命感，自覺受到尊重，姑且不論其內容如何，在創作過程中，個案相當積極與用心，有真的花時間在思考、創作，與平時應答的態度截然不同。

看到自己的成果，也許不知道好不好，但因有這個表現機會，個案相當有成就感，也頗為珍惜。(教學日誌 031218 一上 3-2 小均與小瑞)

誠如教學觀察中所紀錄，一般的數學題目都著重於解決數學問題，必須能讀懂題目，擬定解題策略，然後實際嘗試解題，個案可能因為語意理解的困難，看不懂題目就乾脆放棄，或因欠缺耐性、自信，認為自己不可能成功解題，一遇到應用問題就留白；當研究者訪談個案嘗試了解詳情時，個案可能礙於語言的表達能力，無法陳述他們面對問題時理解、思考與選擇的歷程，因此以學習單能多元呈現並符合個別化設計的特性加以使用，設計的出發點採用個案有能力「解答」的題型，提供個案整理學習成就、表達內心感受與聯想、引發個案提問，甚至擔任命題者等機會。2004 年 2 月 26 日的教學日誌有以下紀錄。

今天是學期開始第一次對小均、小瑞上課，配合 1-1 自我評量第 4 題設計學習單，利用剪紙、摺紙實驗，讓學生體會三角形轉變成長方形，並由長方形面積的長乘以寬引導出三角形面積公式。由於是動手做，兩人顯得興致高昂而且十分專心。

這樣的方式比一般上課輕鬆，沒有大量的文字、數字壓力，小均期待老師能經常如此，所以在心得、想法的回饋上給予高度的肯定，認為「很有趣，很好玩，希望上資源班的數學課都會有這張學習單。」(教學日誌 040226 一下 1-1 小均與小瑞)

因為個案有能力「解答」、會寫，且有部分主題提供個案自我表述、提問與命題，研究者能從諸多文字紀錄中了解個案的學習概況，必要時再輔以訪談，對個案的學習更有全面的掌握。

在此個別化的教學中，個案逐日彌補了什麼都跟不上別人的缺憾，有發揮的舞台，研究者藉由平日的教學日誌並分析個案的學習單，發現資訊融入的教學確實提升了個案原先低迷的學習態度，在專注時間的長度、樂於表現的學習單成果上得到有力的證據。

5. 問卷調查

第一階段實施資訊融入教學也就是「整數的加減法」單元，在上學期的第三次段考後告一段落，由於校務的緊湊安排，個案沒有方便接受訪談的時間，而緊接的寒假假期將使研究者與個案在短期間沒有機會接觸，為有效掌握個案的學習，研究者將預先準備的半結構式訪談大綱改寫成問卷，邀請個案填寫、表達對於教學與學習方式的想法，針對每一個問題的敘述，請個案以同意的程度高低勾選代號，五點量表中以5代表非常同意，4代表大致同意，3代表稍微同意，2代表不同意，1代表非常不同意。

問卷中以第一至六題嘗試了解個案在資訊融入數學的模式下，自我覺察此一模式與以往學習方式的比較；第七至十六題則具體問到個案對於各種資訊軟體融入的感受，以及是否對學習有實際助益；最後詢問個案是否期待繼續使用資訊融入教學。表4-1是問卷的問題敘述以及個案填寫的回饋統計。

由表4-1可以看出，個案對於每一個使用資訊融入教學的感受評分平均都在4分以上，顯示個案一致認為資訊融入教學與以往的教學方法不同，新的教學方式有助於提升其學習的專心及實質的學習成效，這個成效包括練習的方法與評量的表現。整體來說，個案更喜歡上數學課了。

仔細探討資訊融入的部分，個案對於PowerPoint與Flash程式融入學習整數的加減法都給予相當的肯定，特別是Flash的使用對於學習整數的加法、加減法兩小節都得到三人一致表示「非常同意」，而且強烈期盼老師能繼續使用資訊融入的方式幫助個案學習數學。

表 4-1 「整數的加減法」單元實施資訊融入教學後問卷調查統計

同意程度彙整統計 狀況敘述	問卷編號及平均			
	1 號	2 號	3 號	平均
一、使用資訊融入數學學習，我覺得跟以往數學學習不一樣。	5	5	5	5
二、使用資訊融入數學學習，我更能專心上課。	5	5	5	5
三、使用資訊融入數學學習，我更能了解學習的內容。	5	4	4	4.3
四、使用資訊融入數學學習，我更懂得做練習的方法。	4	5	5	4.7
五、使用資訊融入數學學習，我在考試時表現比以往更好了。	5	5	5	5
六、使用資訊融入數學學習，我更喜歡上數學課。	4	3	5	4
七、我喜歡用 PowerPoint 呈現教材學習內容的方式。	5	5	4	4.7
八、用 PowerPoint 呈現教材學習內容的方式更能幫助我學習。	5	5	4	4.7
九、我喜歡用 Flash 程式的紅、藍太極學習整數的加法。	4	5	5	4.7
十、用 Flash 程式的紅、藍太極能幫助我容易學會整數的加法。	5	5	5	5
十一、我喜歡用 Flash 程式的紅、藍太極學習整數的減法。	5	5	4	4.7
十二、用 Flash 程式的紅、藍太極能幫助我容易學會整數的減法。	4	5	4	4.3
十三、我喜歡用 Flash 程式的紅、藍太極學習整數的加減法。	4	4	5	4.3
十四、用 Flash 程式的紅、藍太極能幫助我容易學會整數的加減法。	5	5	5	5
十五、我喜歡用 PowerPoint 出考題的方式。	5	3	5	4.3
十六、用 PowerPoint 出考題的方式更能幫助我表現整數的加減法。	4	5	4	4.3
十七、我希望老師能繼續使用資訊融入幫助我學習數學。	5	5	5	5

附註：因為是匿名的方式，以 1、2、3 號代表個案，著重於對敘述的同意程度。

6. 學習建議、心得的反應及訪談

在第二階段的資訊融入教學中，也就是探討「幾何圖形的轉換」單元，研究者除了繼續以學習單配合教學的使用，並在學習單的最後詢問個案對於課程的學習心得或感想，小均、小瑞在這個部分總是熱情地回應，但是會用的字彙有限，句子比較簡短，而且常會出現錯別字；最常遲交或是一片空白的是小呂，小呂幾乎每次遇到這個問題都會迴避、扯開話題，嚴肅地問他原因，他才支支吾吾地說「不會寫」、「不知道怎麼寫」，需要研究者一再鼓勵並邀請他先說出來，再教他一個字一個字地寫下來，但仍有少部分的留白。表 4-2 是第二階段的資訊融入教學中個案的學習心得或感想的整理比較，研究者儘量呈現個案在學習單中的回應內容，但個案有些內容以注音書寫，表中無法直接顯示，因此以國字搭配注音的方式代表，還有一些錯別字或確實不存在的字，則以意義最相近的正確國字取代，並以紅色字型標示。

需要特別說明的是，學習角平分線的意義與性質時，小均與小瑞所說的「分數很難」、「有分數的乘法好難喔」，是因為第一次教學時採用課本例題，題目中的線段長度

有分數形式，而個案對於分數的四則運算有焦慮感，擔心萬一算錯的話會影響到自己在這一個段落的表現；研究者第二次修正教學，設計例題時有考量個案的建議，儘量將題目中的數量以整數呈現，方便個案進行運算，由其學習心得可見焦慮感已然減低許多。

表 4-2 第二階段的資訊融入教學中個案的學習心得或感想

學習的小主題	學習心得或感想		
	小呂	小均	小瑞
1. 三角形的外角和	很難，全部不知道， $\angle 3$ 知道。	很好玩，讓我們了解許多。	為啥三角形的外角和都是 360° 呢，但是每個角度都會不同。
2. 角平分線的意義與性質	很難，不知道。	分數很難，如果可以自訂分數和題目，我一定全部都會寫，100分。	有分數的乘法好難喔，乘乘會被怪亂，老師不要出那個分數。好相(想)睡喔不要扣分YY。
3. 第二次學角平分線的意義與性質	經由電腦 GSP 軟體觀察，我比較懂得角平分線的基本性質、習題、演練，我有把握，而且我會自己出題目。	很好玩，電腦動畫很有趣，可以幫我學好角平分線。	很有趣，都會有許多的答案、特性。
4. 中垂線的意義與性質	經由電腦 GSP 軟體觀察和摺紙實驗，我比較懂得中垂線的基本性質、習題、演練，我有把握，而且我會自己出題目。	很好玩，可以自己出題目考老師，所以我比較懂得中垂線的定義。	※缺交
5. 三角形與長方形的面積關係	※留白	很有趣，很好玩，希望上資源班的數學課都會有這張學習單。	很好玩，以前都不只(知)道，現在才發現數學怎(這)麼的有趣，真開心耶，原來三角形也可以變長方形，真深奧(耶)，形狀(跟)跟形狀(因(應)該也可以剪下來拼成形狀(把(吧)，沒資訊(沒差能夠(上到怎麼棒的課很值得。
6. 平行四邊形和長方形的面積關係	※留白	平行四邊形可變成三角形、梯形，我覺得好有趣喔！	平行四邊形能移動會變成三角形、梯形，切割後會變成長方形，數學真奇妙。
7. 梯形與長方形的面積關係	對角線的正方形不知道	不管什麼樣的梯形，都可以變成長方形。	梯形除了圓形不能變其它大都份的可以變像長方形、平行四邊形、正方形...等，都可以。

附註：國字搭配注音的方式代表個案原來以注音書寫，紅色字型標示代表個案原來書寫時誤用錯別字，表中以意義最相近的正確國字取代。

訪談個案了解第二階段實施資訊融入教學的整體感受，三位個案的想法都和第一階段實施資訊融入教學後的問卷回答一致，肯定這樣的學習方式讓他們喜歡上數學課，GSP的軟體觀察與學習單有助於他們學習各個小主題。2004年4月8日訪談小均的紀錄如下。

小均表示第二學期繼續使用資訊融入輔助數學教學，和上學期的數學教學沒有什麼不同，但是和用黑板上課比起來，會比較懂得怎麼算外角、內角，而且視野比較清楚，覺得很好，沒有不適應的地方；希望能增加親自操作電腦的部分。用GSP學習三角形的外角和很好玩，有一點比較了解三角形的外角和，如果多練習的話將更會計算題目！至於用GSP學習角平分線與它的特性就還好，不像三角形的外角和那麼有趣，但還聽得懂，不會太複雜。

用GSP學習各種圖形的面積計算方法時，小均認為會讓他知道怎麼算，他真的懂。整體來說，用GSP觀察圖形的角度、面積變化很有趣，讓他有興趣想要學習！

觀察、實驗的活動後再寫下結論的學習單方面，小均認為很好，可以寫下來紀錄，才不會一下子就忘了；對於觀察、實驗的活動後再寫下心得或建議也是認為很好，可以向老師表達自己的想法，有時候可以反應困難的地方。

小均認為模擬試題的活動很好，可以讓他練習寫給別人練習，自己有了答案一定會做，對自己有信心。對於這個學期繼續使用資訊融入輔助數學教學，小均覺得數學很好玩，非常希望老師未來可以繼續使用資訊融入輔助數學教學，可以看動畫是件快樂的事情，可以幫助了解要學的內容，表現得更好。小均在直覺上也希望老師未來可以繼續使用學習單輔助數學學習，認為這樣可以幫助復習，在考試的時候考得更高分。(訪談 040408 小均)

研究者同日訪談小瑞的紀錄如下。

小瑞表示第二學期繼續使用資訊融入輔助數學教學，和用黑板上課的數學教學比較起來，他可以看得很清楚，和上學期一樣喜歡看，沒有不適應的地方或其他建議。用GSP學習三角形的外角和、角平分線與特性、各種圖形的面積計算方法等都很好，有比較了解這些數學內容，但計算的時候可能會粗心大意，所以不敢說自己一定會完全答對，而且有一些會記得不夠牢。

整體來說，用GSP觀察圖形的角度、面積變化和使用黑板上課比較起來很不一樣！用GSP學習比較有動感，會懂得多一點。

觀察、實驗的活動後再寫下結論的學習單方面，小瑞認為看到很多不一樣的圖形，學習單可以幫他復習；觀察、實驗的活動後再寫下心得或建議的學習單是很棒的方式，比較新鮮。

小瑞認為模擬試題的活動很好，喜歡自己當老師的感覺，想到自己有題目的答案就感覺很得意。對於這個學期繼續使用資訊融入輔助數學教學，小瑞覺得是很不一樣的數學，很多圖形都可以變來變去，像是三角形可以變成長方形，梯形也可以變成長方形，但只有圓形沒辦法和這些圖形一起變來變去，非常希望老師未來可以繼續使用資訊融入輔助數學教學，比較好看。小瑞也希望老師未來可以繼續使用學習單輔助數學學習，因為學習單的紀錄可以幫助他復習，尤其是考試前可以練習，會很有好處。(訪談 040408 小瑞)

2004年4月9日訪談小呂的紀錄則如下。

小呂表示第二學期繼續使用資訊融入的數學教學，和以往的板書教學不一樣，用電腦學得比較快，看得比較清楚，沒有不適應的地方，感覺很好，學得比較快，對自己充滿信心，目前沒有其他建議。用GSP學習三角形的外角和很好，可以知道不同的三角形外角加起來都一樣，是三百六十度！

至於用 GSP 學習角平分線與它的特性，小呂遲疑了許久，覺得這個部分的步驟太多了，讓他在吸收上有困難；但若是跟老師用畫的畫在黑板上教學來比較，小呂肯定用電腦動畫的說明是比較清楚的，能夠體會到疊合產生的角平分線意思，即使跟老師用摺紙的教學方式相比較，小呂仍然認為用電腦動畫的教學是比較好的，可以讓他比較懂一點角平分線的意思和特性。

使用 GSP 學習各種圖形的面積計算方法時，小呂認為這種方法很棒，讓他看到了平行四邊形切割之後會變成長方形，知道怎麼算平行四邊形的面積，他真的懂，對於考試的表現很有成就感；即使老師現在再考他一次，他覺得自己仍然可以像之前考試的表現一樣出色，對自己非常有信心。

整體來說，小呂覺得用 GSP 學圖形的角度很清楚、學面積很好，真的有幫助！如果下次還有關於圖形的特性，小呂希望老師可以繼續使用這個軟體來教他。

觀察、實驗的活動後再寫下結論的學習單方面，小呂認為有困難，他不太會寫，希望老師能示範給他看，他知道如果只用講的，會很容易忘記，把重點寫下來將能幫助他加深記憶，以後也可以用來復習；對於觀察、實驗的活動後再寫下心得或建議也是不知道怎麼寫才好。

小呂認為模擬試題的活動很好，希望可以真的讓同學考考看，但他並不是想要同學知道那是他出的題目，也不是為了看同學的表現好不好，就是單純地想要讓同學試試看他自己模擬的題目。

對於這個學期繼續使用資訊融入的數學教學，小呂覺得跟上學期差不多，但是跟國小的數學比起來是好的，非常希望老師未來可以配合課本繼續使用資訊融入的數學教學，因為比較懂而且看得清楚。小呂在也希望老師未來可以繼續使用學習單輔助數學學習，因為學習單可以確實幫助他學習。（訪談 040409 小呂）

綜合言之，在資源班實施資訊融入數學教學的歷程，研究者在課堂觀察到個案與以往上課時不一樣，不僅擁有雀躍的心情，熱烈參與準備和學習，並且對學習表現積極、投入的態度，而研究者分析個案學習單的回應、問卷調查與訪談中，個案也一致表示很期待、很喜歡資訊融入的教學方式，認為這個新的學習方式對數學的學習真的有幫助。

（二）學習成就的顯現

依據三位個案國中入學的智力測驗結果，三人在智力測驗當中的數學測驗部份均為百分等級二十以下，顯示其學習能力與其他同儕相比之下屬於表現不佳的範疇，而在一年級上學期第一次段考中，三人的數學科成績均名列全班後五分之一，進入資源班接受數學科補救教學後，第二次段考中，三名研究對象的數學科表現仍是不及格，分別的成績是小呂 6 分、小均 25 分、小瑞 46 分，其中小呂只得到個位數的成績。

實施資訊融入教學搭配學習單的過程中，若依教學的主題區分，在整數的加減法單元中，研究者由課堂觀察與平時測驗可以明確看到三名個案逐步建立的學習成就，具備學習目標期許的基礎能力，然而一上第三次段考的表現，除了小呂的表現有明顯提升外，小均和小瑞不但沒有顯著的進步，反而退步許多。圖形與圖形的幾何變量單元中，三位個案在平時學習時即一再表示角平分線的概念很難，題型的變化轉折多，具體學習行為上也表現出確實不易掌握重點與應答技巧。

以下就其學習成就表現，依課堂觀察、平時測驗與段考分別整理結果，每一階段再依教學單元主題分別敘述。

1. 具體可見的成就感與自信—整數的加減法單元

初進入資源班的時候，小均、小瑞的反應能力幾乎與一般學生無異，甚至可以說是相當地聰明、反應快，但他們的個性活潑、好動，專注的時間往往維持十分鐘左右，便開始坐立難安。如此狀況下，兩人的學習成就表現低落，對自己嚴重缺乏信心，甚至曾因此遭班上同學言語譏諷，心有不甘、企圖伺機報復。

小呂則有嚴重的自卑感。由於認字的能力不足，要抄寫一般句子時，立即遇到許多生難字詞，要表達的時候，總是不知道如何開始、怎麼說比較好，記憶與思考的速度較一般同學慢，經常受到同學嘲笑。據導師觀察，在原班的其他課堂中，小呂是沉默的學習者，表現退縮；小呂也坦承自己經常因為聽不懂，心思不在上課中，尤其是艱難的數學課。

進入資源班後，由於老師的直接關心，小均、小瑞的分心情況稍有改善，但仍不穩定；小呂則因為老師能耐心等他，表現日益進步，只是當資源班裡有其他同學鄙視小呂的反應時，仍會發現到他表現出退縮內向的行為。

在國一上 3-2 整數的加減法單元中，三位個案的學習單大致表現都不錯，只有少數的符號問題，例如括號、負號的遺漏。資訊融入教學的課程實施後，隔週的十題整數加法測驗中，小呂答對十題，小均答對六題，小瑞對了八題。三位個案此次平時測驗作答的內容呈現如下，依序分別是小呂、小均、小瑞的試卷。

The image shows a student's handwritten work for ten integer addition problems. The problems are numbered 1 through 10. Each problem is written in blue ink on a light blue background. The solutions are written in red ink. The problems and solutions are as follows:

- $3 + 17 = 3 + 17 = 20$ ✓
- $23 + 9 = 23 + 9 = 32$ ✓
- $(-3) + (-2) = -(3 + 2) = -5$ ✓
- $(-2) + (-8) = -(2 + 8) = -10$ ✓
- $(-9) + (-4) = (-9 + -4) = -13$ ✓
- $(-17) + (-6) = (-17 + -6) = -23$ ✓
- $9 + (-3) = 9 + (-3) = 6$ ✓
- $(-4) + 15 = 11$ ✓
- $(-17) + 8 = -9$ ✓
- $12 + (-22) = -10$ ✓

圖 4-1 小呂整數的加法小考試卷

其中，小呂在抄寫第十題題目時誤寫而沒有察覺，老師先以答案核對給分，要求訂正時，小呂仍然忽略了在 22 前面加上負號。由於老師要求計算過程，由試卷中可以看出，小呂在負整數相加的過程中，運用了老師所說的共用負號，但還不能掌握完整的概念，以致於括號外有共用的負號，括號內的被加數、加數卻仍保留了負號。在意義上，這樣的寫法應該是錯誤的，但是小呂的每一題的答案卻都是正確的；研究者推測，小呂

對於整數的加減法有其直覺，或許不需要苛求其計算過程，反而會造成其學習上的困擾。

The image shows a student's handwritten work on a math test. It consists of ten numbered problems. Problems 1 and 2 are simple addition of positive integers and are marked correct. Problems 3, 4, 5, and 6 involve adding two negative integers. The student's solutions for these are: 3. $(-5) + (-9) = -4$, 4. $(-12) + (-13) = -1$, 5. $(-23) + (-7) = -16$, and 6. $(-12) + (-18) = -6$. Problems 7, 8, 9, and 10 involve adding a positive integer and a negative integer, and are all marked correct. The student's solutions for these are: 7. $8 + (-2) = 6$, 8. $50 + (-13) = 37$, 9. $(-10) + 32 = 22$, and 10. $(-19) + 27 = 8$.

圖 4-2 小均整數的加法小考試卷

小均在正整數相加、一正一負加法上完全正確，在負整數加法時則四題全錯，由其錯誤的四題答案可知，小均在判斷符號時沒有問題，錯誤點是數字的計算，但規則卻是一致的；正確的做法是共用負號，並將數字相加，而小均都是將兩個數字的絕對值抵消，例如第 3 題的題目為 $(-5) + (-9)$ ，由於都是負數，應該將 9 和 5 合併相加得到 14，共用負號就會得到 -14 ，小均卻將 9 和 5 相減得到 4，但他知道是負的，所以寫成 -4 。訂正後，小均的第 3、4 題仍有錯誤，他可能將老師說「做法想反了」誤解成自己的答案是符號相反了，但第 5、6 題卻又訂正無誤，顯示充分的矛盾。也許是小均訂正時不夠專心，並沒有完整地檢視這一類型加法的實質意義與正確做法。

回溯小均另外兩種完全正確的加法類型，正整數是國小時學過的加法，正、負相加則是這次測驗的重點之一，小均能完全答對，相當符合他在學習時看到 Flash 動畫正、負抵消時的深刻印象，也難怪小均在這個部分非常有信心。

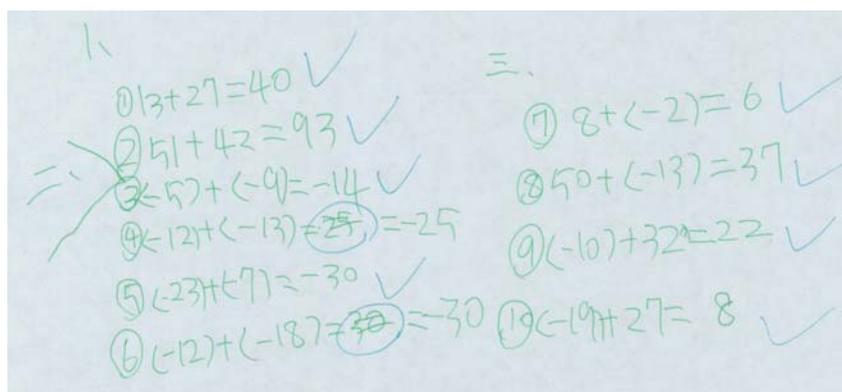


圖 4-3 小瑞整數的加法小考試卷

小瑞唯一錯的部分是負整數相加的兩題答案少了負號，數字是正確的；小瑞坦承自己很容易忘記負號的存在，對負號比較陌生。如此可知，小瑞也具備了整數加法的基礎概念，要加強的是負號的認知與使用。

若以答案是否正確判斷三位個案在處理整數的加法是否達成學習目標，其作答情形整理如表 4-3。

表 4-3 三位個案在整數的加法小考中作答情形

加法類型與題號		個案		
		小呂	小均	小瑞
正整數 + 正整數	1	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓
負整數 + 負整數	3	✓	×	✓
	4	✓	×	×
	5	✓	×	✓
	6	✓	×	×
正整數 + 負整數	7	✓	✓	✓
	8	✓	✓	✓
負整數 + 正整數	9	✓	✓	✓
	10	✓	✓	✓

註：達成學習目標以✓表示，未達成學習目標以×表示。

綜合三名個案解題的情形來看，個案能完全掌握加法三種類型的其中兩種，也就是正整數相加、一正一負相加兩類。其中，正整數相加是國小階段所學的技巧，三人的基礎都沒有問題；一正一負相加的類型是一般學生最易出錯的題型，三名數學低成就個案卻能每一題都正確作答，可見得 Flash 程式的太極表徵在正、負數抵消的原理上確實讓個案印象深刻；追究負整數相加類型出錯的原因，小瑞說是忘記符號，小均則說不出道理，但由小均的作答可以窺見，小均的確有把心思投入學習，才會寫出模擬兩可的答案，而不至荒腔走板。由此，研究者也需要自省，原以為這是和正整數相加相似、可以舉一反三的題型，在課堂上以口語簡單帶過，僅用 Flash 程式說明一次，事實上，負數的抽象概念對數學低成就學生仍有相當的難度，需要再加強學生的認知。

然而三位個案在以往的學習經驗中，幾乎沒有機會達到這樣的成就；對他們而言，要讀懂數學題目、正確作答並不容易，段考更是從來不曾及格過，往往得到十幾二十分，而這回小考不僅三人都及格，小呂還幾近滿分。換言之，在整數的加法單元中，資訊融入數學的教學讓三名個案在學習成就上都有大幅的提升，也增加了自信。當次的教學日誌也紀錄了：

考試的時候，學生十分專心；結果小呂的答案都正確，但第10題題目的一22漏了負號，另外，在負整數加法的4題算式中，提出負號共用時，括號裡仍存有負號，因此扣了4分，在一正一負整數加法的4題算式中，則將兩數都改寫成共用一個括號，並未予以扣分，但提醒他此舉對做答無益，結果小呂得到96分。（教學日誌031212一上3-2小呂）

小均在正整數、一正一負加法上完全正確，但在負整數加法上，每一題都成疑似一正一負相加的答案；小瑞對了八題，錯的部分是負整數相加的兩題，答案都少了負號。（教學日誌031212一上3-2小均與小瑞）

整體來說，三名個案在整數的加法運算單元，計算時也許未能完全理解符號的意義與使用方法，也不擅長將文字做正確的轉換，但計算中已經建立具體的成就，產生相當的自信。

在整數減法的部分，研究者同樣地將教材細分正整數相減、負整數相減及正負整數相減三類。三名個案的課堂學習也是相當不錯，比較常見的小狀況仍是負號的使用時機。例如：正整數的相減是國小學過的，個案都認為自己沒有問題，即使題目變成「小減大」，產生不夠減的情況，個案都表示很容易理解應該用負數來表示答案，問題就在個案會忘記使用負號，例如，演練 $3-17$ 的計算，答案應該是 -14 ，課堂的教學討論後，研究者由學習單上仍然發現到小呂並沒有將負號加上去，答案只寫了14。圖4-4是小呂另一次演練時忘記使用負號的情況，計算 $8-(-3)$ 時，Flash程式的呈現是在8個藍色太極中要移走3個紅色太極，但是因為根本沒有紅色的太極可以移走，所以借來3個0，也就是3個一藍、一紅相依的太極，移走其中3個紅色的部分後，留下3個藍色太極，象徵著減去 (-3) 轉換成加上 $(+3)$ ，答案應該變成11，小呂並沒有把計算中轉換過程寫出來，直接給了答案，但是多了負號。雖然習題的探討後小呂表示能夠理解原則，並在要求下寫出來，但仍會忽略就在紀錄上面的這一道題目，而觀察小呂的書寫仍然可以發現到他的國字有一些結構上的小問題，例如減法的「減」以及數字的「數」。

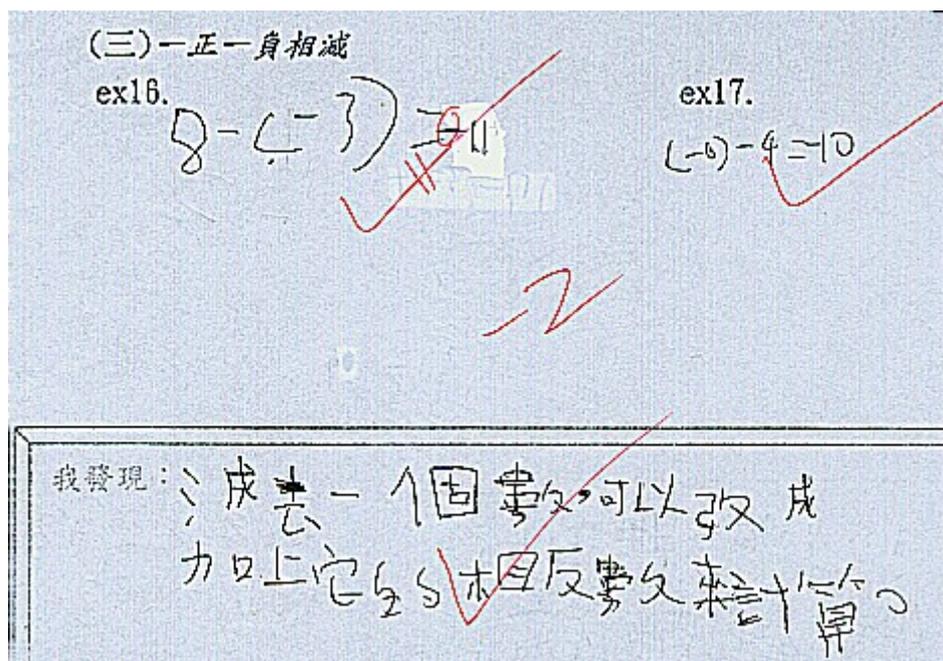


圖 4-4 小呂在正負整數的減法演練及紀錄計算的方法

值得肯定的是，平時比較耐不住性子的小均與小瑞此次的學習單表現進步甚多，無論是負整數相減或是正負整數相減的類型，在學習上都很順利，經由 Flash 的程式引導，對於減法的規則都表示能夠理解，書寫時相當整齊，原本預計下一次才使用第三、四頁的學習單進行復習以及小考，在小均與小瑞的優異表現與要求下提前使用與實施。此次評量共有五題，研究者使用 PowerPoint 呈現，每一頁放置一則題目，讓學生將題目抄在學習單上進行測驗，結束後再將計算的過程與答案用 PowerPoint 呈現出來，並由學生交換試卷批改成績。實施測驗的結果不至於太差，但是與學習整數的加法時相比較，小均、小瑞雖然同樣有自信卻沒有在試題中表現出實力。

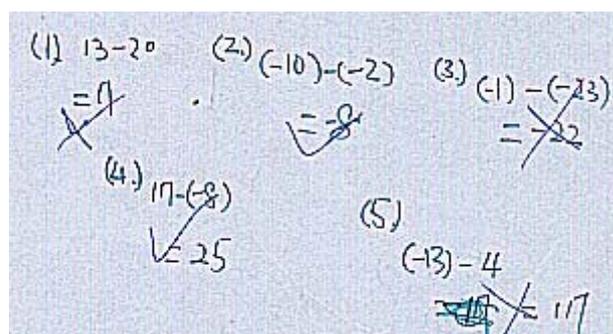


圖 4-5 小均在整數減法評量的表現

由圖 4-5 可以看出，小均在五題中只對了兩題，仔細研究他錯誤的三題，可以發現小均的答案都是正確的數字，造成錯誤的原因都是符號，例如，第一題和第五題都是少了負號，第三題則是多了負號。

1. $13 - 20 = -7$

2. $(-10) - (-2) = -8$

3. $(-11) - (-23) = -22$ ~~$22 - 22$~~

4. $17 - (-8) = 25$

5. $(-13) - 4 = -17$ ~~9~~ ~~-9~~

圖 4-6 小瑞在整數減法評量的表現

圖 4-6 則是小瑞的作答情形，他在五題中答對了三題，第三題的錯誤狀況和小均一模一樣，但由其作答的痕跡可以發現，小瑞其實在 -22 和 22 之間猶疑，但最後選擇了 -22 ，而第五題 $(-13) - 4$ 應該等於 -17 ，小瑞第一次是正確的作答，卻在後來改掉，並在 9 和 -9 之間抉擇。

研究者認為小均與小瑞在減法的學習中，理解的部分沒有問題，考試的結果讓個案有一點不滿意，是由於個性上的粗心、偷懶，以及此次的習題還不夠精熟。所謂的「偷懶」指的是個案沒有把減法改成加法的過程寫出來，只憑心算作答，但是他們的心算還沒有辦法負擔減法與加法之間的轉換。2003 年 12 月 19 日的教學日誌紀錄了這個狀況以及研究者在運用教學時間上的省思。

在減法的意義上，我將它視為「比較」、「移走」。當我使用 Flash 太極程式，以實際太極移走所需數量，學生都能理解減法所得的結果，當被減數不足移走時，借 0 的要求，也能立即反應出來；但在小考中，卻發現，孩子能處理小減大、負整數相減“夠”移的狀況，其他題型就得靠運氣了。換言之，對於減法改成加上相反數的概念並不強烈深刻。

反省這次的教學與評量，小均、小瑞在減法學習上非常順利，課堂上的專心與學習單表現讓老師稱讚有加，為何從評量前的自信到評量後變成差強人意呢？儘管小均說是 PowerPoint 呈現題目的關係，讓他在評量上受到影響，但由試題上作答的情況可以看出小均的粗心，每一題都錯在符號的使用，小瑞則是明顯地在減法的意義上猶豫，應當是不夠熟練的緣故。也就是說，我太心急了，應當讓兩人多練習，精熟習題後再實施評量。

會有這樣急躁的情況，認真檢討下是師生兩方面的急迫感。小均與小瑞在學習上表現甚佳，固然是期望獲得老師的肯定，還有一個小計畫是節省時間，讓老師把剩餘的時間用來幫助他們完成習作的習題，他們想要回到班上借給其他同學，獲得同學的友誼；而我則是因為學校的公務需要外出，資源班的課程將在行政的規劃下，讓學生回到原班級，即使我有意願補課，

學生因為有其他活動，時間上並不容易配合。(教學日誌 031219 一上 3-2 小均與小瑞)

也就是說，儘管學生因為數學科表現低成就進入資源班接受補救教學，在原班級裡，他們仍有班級作業、段考等活動，若學生無法將資源班的學習與班級的部分有所區分並調適自我，仍然在意與其他同學的關係、比較，學生將很難跳脫班級的框框，心思無法專注在補救的教學上；而教師的人力資源安排也可能影響到學生學習的權益，例如資源教師有其他業務公假外出，學校內沒有代課的人力時，學生只能暫時回到原班級，即使資源教師有心補課，學生的時間也未必能配合，如此一來，資源班學生學習的時間可能在無形中減少許多，對其學習是相當不利的。

小呂在此次的減法學習中也算順利，但是因為學習的速度慢，同樣四頁學習單所使用的總計時間比小均、小瑞的兩倍還多，而第二次復習的時候，使用相同的減法原理，但是將習題的數字變得大一些，小呂在抄題上仍有遺漏符號的情形，寫出計算過程時則顯得有點慌亂，由圖 4-7 可以看到小呂第二次復習減法時演練的紀錄。

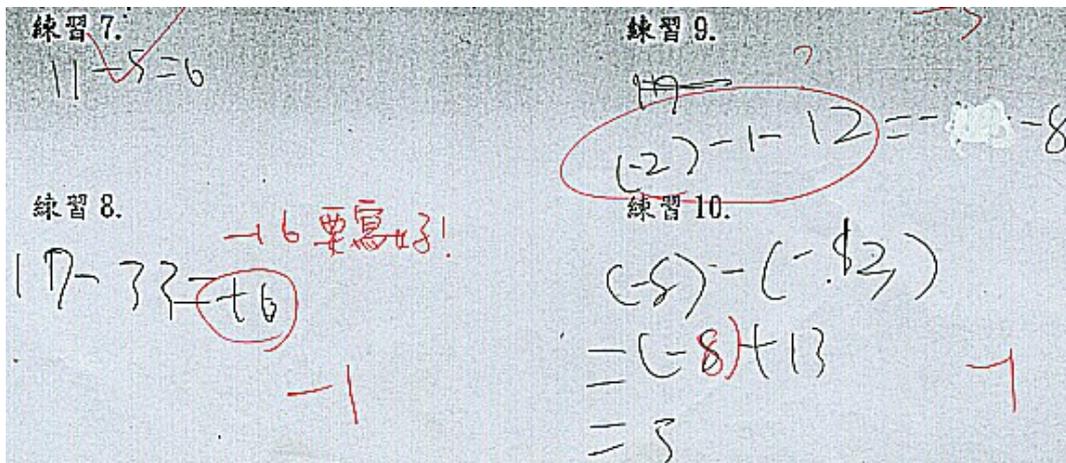


圖 4-7 小呂第二次復習減法時的習題演練

評量的部分，小呂嘗試著寫出題目的計算過程，在第二、四、五題表現得很正確，可以參考圖 4-8。

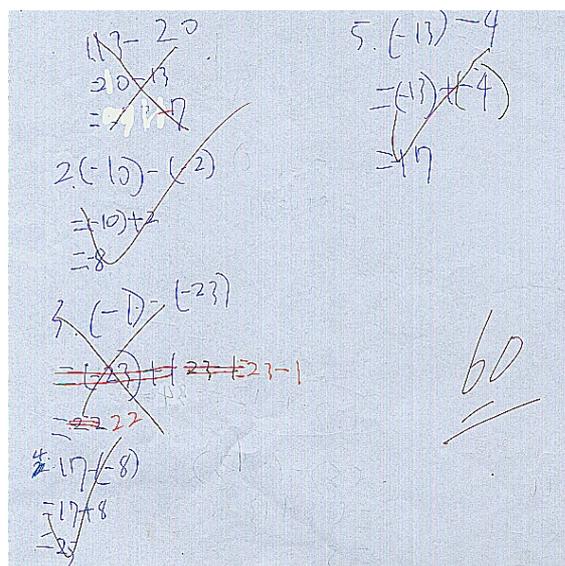


圖 4-8 小呂的整數減法評量

研究小呂第一題的錯誤，發現小呂的作答情形和習題演練時一樣，他的作答與正確答案之間的差別就是負號，但因為小呂這一次有寫出計算過程，研究者才了解，小呂知道小減大的情況和交換位置後的大減小有關係，但他就是忘了相反的意義要用負號來呈現；而第三題不但交換位置，還把 (-1) 變成 $+1$ ，若不是原來的題目要計算 $(-1) - (-23)$ ，小呂自己改成 $(-23) + 1$ 的算式倒是真的等於 -22 呢。

研究者檢討這次減法的教學與評量，發現減法的各種題型意義上，運用Flash融入教學，對個案的理解確實有助益，個別習題演練時，個案大致都表現良好，但綜合評量時，欠缺精熟的訓練以及一套統一的計算法則。對學習背景比較特殊的資源班學生而言，要建立成就感，除了提升概念的理解，熟練習題並擁有簡單好記的規則也是非常重要的。在2003年12月24日的教學日誌紀錄了這個情形。

考試的結果，小呂在五題中答對了三題，在正、負整數相減的題型中毫無問題，反倒是在小減大的第一題用了大減小進行計算，但他忘了這樣會和原來的題目相反，結果就少了負號；第三題，小呂也嘗試交換了位置，但是減法並沒有交換律，沒有依據而擅自交換的結果當然難以答對。

由此次評量，我發現小呂很認真吸收老師的教導，在計算中努力嘗試著使用老師的方法，只是他的記憶不牢靠，十分當中可能記得了五分，又把其他的方法混在一起，因此難在減法中表現得像加法時出色。而因應學生的認知有限制，我也該檢討，教學時若能只使用一套法則，應該能對資源班的學生更有助益。例如，減法習題分了三類，運用Flash的探索，將所有的減法都強化為加上相反數，不要在意原來課本教導小減大的情形是大減小的相反數，讓學生不斷地熟練將減法改成加法這樣的意義，說不定能在習慣後得到正確的回饋而讓學生較有信心面對試題而減少挫折。(教學日誌 031224 一上 3-2 小呂)

綜合三位個案在這次減法評量中的表現，若以答案是否正確判斷三位個案在處理減法上是否達成學習目標，其作答情形整理如表4-4。

表 4-4 三位個案在整數的減法小考中作答情形

減法類型與題號		個案		
		小呂	小均	小瑞
正整數－正整數	1	×	×	✓
負整數－負整數	2	✓	✓	✓
	3	×	×	×
正整數－負整數	4	✓	✓	✓
負整數－正整數	5	✓	×	×

註：達成學習目標以✓表示，未達成學習目標以×表示。

由表4-4可以發現，個案作答的情況在第二、四題有一致的正確性，而第三題則都有一致的錯誤。由於小均、小瑞都是直接寫答案，只有小呂寫出每一題的計算過程，研究者可以肯定的是小呂答對的三題都有正確地將減法改成加上相反數，回到加法運算就能完全正確，而錯誤的兩題顯然都是被相反的概念搞混了。由此可知，Flash程式的示範對小呂而言有深刻的意義，特別是建立「減去一數等同於加上其相反數」的概念，把減法轉換成加法，使學生可以運用先前已經熟練的加法，在計算上較能掌握優勢。儘管

減法的評量結果不如個案在整數的加法測驗中表現亮麗，個案對於自己能聽懂數學並且挑戰小考獲得及格或是只差一點點就答對了，仍是感覺很高興。

2. 遭遇學習上的瓶頸—圖形與圖形的幾何變量

圖形單元在第一小節著重於三角形的外角和、角平分線、中垂線的性質，列為本單元資訊融入教學的第一個小主題，第二小節則是平行四邊形與梯形等面積公式之間的變換關係，列為第二個小主題。

依據研究者的課堂觀察，GSP 在呈現觀念的表現上相當清晰，學習三角形的外角和對三位個案而言，是圖形單元中最基礎易懂的部分；將此定理應用至計算問題時，小瑞的計算與理解顯然優於小均與小呂，而且確實表現良好，小均雖然希望自己表現受到肯定，卻因為看不懂題目，或是沒有耐心看題目，只依賴老師與小瑞的提示完成演練，練習類題的時候，總是抓數字依樣畫葫蘆，無法說出道理，小呂則更依賴老師的提示，每一個步驟都期望老師教他算式的寫法。摘要 2004 年 3 月 22 日教學日誌，有以下內容。

透過觀察 GSP 軟體中各式各樣的三角形，歸納出「任意三角形的外角和皆為 360° 」，對小均與小瑞而而言，算是可以欣然接受的道理。

經過指導與類題演練，兩人都能掌握題型的方向。例如，已知三角形的兩個外角，能求出第三個外角度數，或是進一步求出內對角的度數。

模擬試題則能仿照習題改變數字命題，但由其圖示搭配的度數，研究者推測兩位個案對於度數的概念僅限於數字的表現，卻不明白在實際幾何圖形中的意義，例如，小均命題中寫到 $\angle 1 = 80^\circ$ ，搭配的圖形卻顯見 $\angle 1$ 是個鈍角；小瑞也有類似的情形。

這個部分，小均在題型的應用上是斷斷續續的記憶，依賴小瑞的提醒才有辦法完成，做類題時幾乎都不看題目，只知道依樣畫葫蘆，儘管把數字照樣計算。

小均的學習心得表示「很好玩，讓我們了解許多」，小瑞則寫著「為啥三角形的外角和都是 360° ，因什麼都是 360° 呢，但是每個角度都會不同。」（教學日誌 040322 一下 1-1 小均與小瑞）

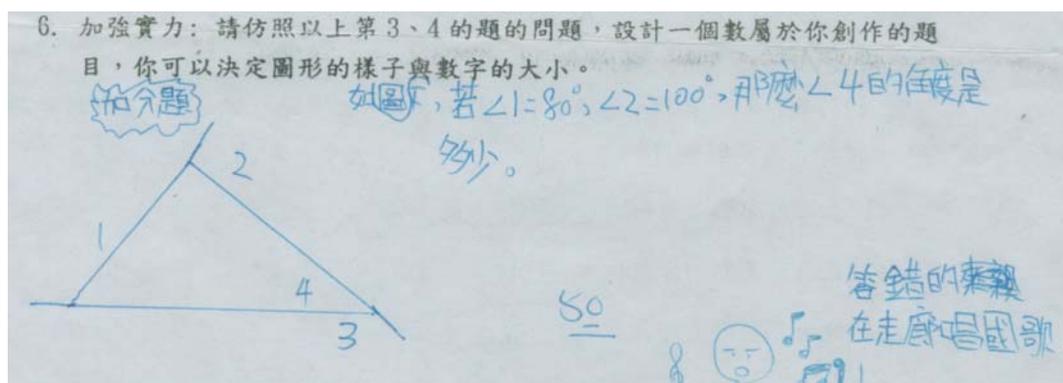


圖 4-9 依據三角形外角和定理，小均進行創作試題的部分內容

圖 4-9 是小均利用三角形的外角和定理仿照老師提供的習題進行試題的設計內容，圖 4-10 則是小瑞的設計。在習題的設計上，研究者將應用分為兩大類，第一類是給予三角形的其中兩個外角，邀請個案計算第三個外角；第二類則是求出第三個外角後，再計算此外角的鄰角，也就是三角形的一個內角。經過習題的演練與此題設計，兩人對於外角和定理的應用或許未臻熟練，但兩類的命題方式，卻見兩位個案都是選擇第

二類型，也就是需要先求出一個外角，再計算內角的題型，以其難易度而言，是比較深一層的應用。因此，研究者認為兩位個案已能掌握外角和的定理。

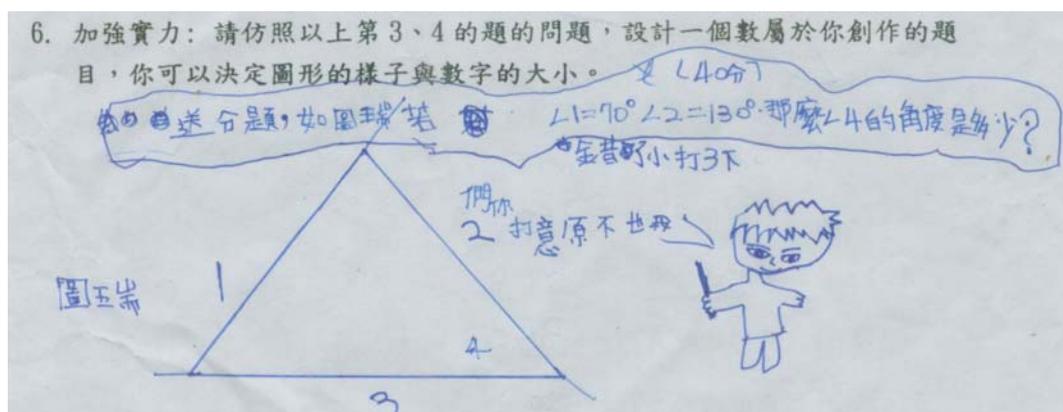


圖 4-10 依據三角形外角和定理，小瑞進行創作試題的部分內容

由兩位個案的學習心得可以看到小瑞不僅觀察到三角形的外角和是固定的，在此固定的總和前提下，小瑞還知道每個角度可以自由變化。

關於小呂的學習，2004年3月24日教學日誌則紀錄如下。

觀察各種三角形的外角和，對小呂而言，算是簡單，很容易就能看到每一種三角形的外角和都是一樣的 360° 。

學習單上設計了三個題目，給定三角形的兩個外角，請個案求出第三個外角；另兩個题目的條件仿照第一題，但要在解出第三個外角後，再求出相鄰的內角。

透過一步步的引導，小呂可以講出解題的計算；老師耐心等待他，小呂能算出結果。但三個步驟解完一個題目，對他而言算是複雜的，沒有信心自己獨立完成，做類題時極需要老師在身旁提示。

經過三個题目的演練，進行創作試題的時候，研究者觀察到小呂的心情不如先前整數加減法學習時創作的愉悅；仿照練習題依樣作圖，小呂畫了一個三角形，決定給當中的一個外角 135° ，第二個外角 75° ，有趣的是儘管剛剛的兩個練習題才結束，小呂創作的試題卻不要求內角，而是仿照第一個習題，要求第三個外角。他的學習心得寫著「很難，全部不知道 $\angle 3$ 知道」(教學日誌 040324 一下 1-1 小呂)

也就是說，小呂可以理解三角形外角和是三百六十度，但要做計算、應用，特別是牽扯到角度彼此之間錯綜複雜的關係，真是把他搞混了，直呼好難。

進入角平分線的主題，計算的應用更加靈活，小呂深感艱難，但仍努力完成學習單；小瑞依然是三位學生中的佼佼者，但遇到有分數條件時，顯得較緊張、怕麻煩並擔心出錯；小均在學習心得中反應道，倘若不需要做分數的運算，將對自己有信心。2004年3月24日教學日誌紀錄如下。

角平分線的概念很清楚，但是應用到其他角度的計算或是將角平分線上一點到兩邊等距離的性質應用到三角形面積的計算，對小呂而言非常難以理解與記憶。將題目當中的分數改為整數，小呂仍然表示「很難，不知道」。(教學日誌 040324 一下 1-1 小呂)

小均和小瑞即使意思懵懵懂懂，至少能憑記憶將計算的方法學會，但遇到題目裡有分數就舉旗投降。小均反應說「分數很難，如果可以自訂分數和題目，我一定全部都會寫，100分」，小瑞則寫著「有分數的乘法好難喔，乘一乘會被怪亂，老師不要出那個分數。好相(想)睡喔，

不要扣分YY。」儘管他們對分數有恐懼，教導之後其實仍能將分數的乘法完成，就是缺乏自信，沒有信心嘗試就先放棄。(教學日誌 040324 一下 1-1 小均與小瑞)

為此，研究者修正教學方式，並重新設計學習單。在觀察 GSP 軟體的基礎上，輔以摺紙的體驗活動，要求個案逐字寫下操作步驟與歸納發現，並且仔細安排練習題一一搭配所學的重點，希望能加深應用的能力，且能判斷是否符合所歸納的條件應用角平分線的特性。圖 4-11 是修正教學時小呂的學習單紀錄。

、角平分線的基本性質

1. 操作電腦 GSP 軟體：依據電腦軟體的動畫模擬課本第 8 頁活動 1，觀察角平分線的做法及性質，並回答以下問題。

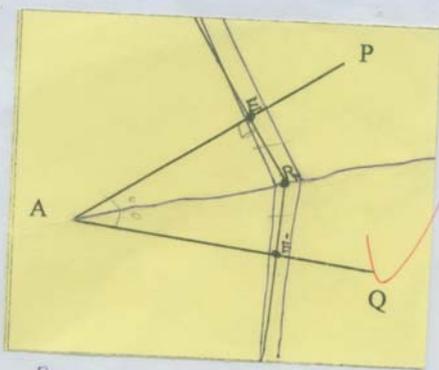
(1) 拿出附件 $\angle PAQ$ ，依據電腦軟體的動畫模擬步驟，找出 $\angle PAQ$ 的角平分線，並探討它的特性。

(2) 請寫下所有的實驗步驟，並將完成的圖形張貼在底下空白處；再看一次連續動作後，將你發現的角平分線特性寫下來。

步驟 1. 將直線 AP 對直線 AQ

步驟 2. 在 AP 線上任取一點 R ，並作出 AQ 的垂直線 RE

步驟 3. 同理，作出 R, E, E' 點



我發現：角平分線上的點，到這角的兩邊垂直線段相等。

圖 4-11 小呂利用摺紙與電腦 GSP 軟體觀察學習角平分線定理的紀錄

結果發現，三名個案經過第二次的體驗與觀察，比較懂得角平分線的意義，掌握相關題型的圖形用意也有所進步，但要了解角平分線上一點到角的兩邊等距離之概念，仍有困難。小呂、小均在練習時看似沒有問題，但小呂在表達上的猶豫與困難，使研究者難以確認小呂是否真的了解，小均則語帶含糊、無法捉摸，最特殊的是小瑞完全不理會剛剛才學過的角平分線特性，在判斷時純粹依賴直覺，計算三角形的面積時，不知道在底上的高必須與底有垂直關係。2004 年 5 月 20 日教學日誌紀錄如下。

由小均後來的圖上都能做出角平分線上相對的另一邊距離輔助線，再計算面積，可知他已能漸漸掌握角平分線到兩邊等距離的特性。小瑞的計算雖然都正確，由其作圖卻可知仍然沿用上述所說的錯誤概念，抓不到距離的正確位置，同時使人懷疑計算三角形面積時，小瑞似乎不注重高是否垂直底邊的確認。

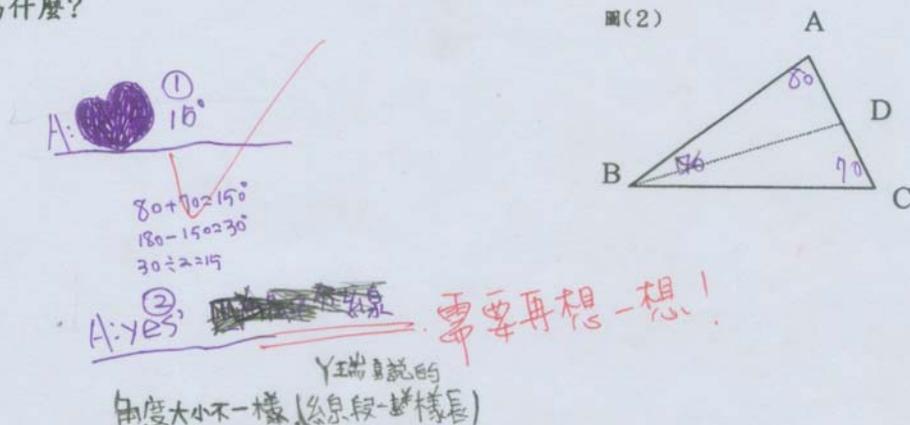
此次創作試題，兩人均仿照例題改寫數字，其中，小瑞還左右翻轉了圖形；值得欣慰的是，兩人的直角確確實實接近九十度，不像上回文字上寫著銳角，在圖上卻是個鈍角；由此，研究者猜測兩位個案的角度概念，可能對於精確的數字與名詞較有具體意象，對於模糊的、可以變

動範圍的，則難以掌握。

學習心得上，小均反應說「很好玩，電腦動畫很有趣，可以幫我學好角平分線」；小瑞則寫著「很有趣，都會有許多的答案、特性。」個案真誠的內心想法，對研究者是莫大的鼓舞；同時也肯定兩位在數學學習態度上較先前日有進步。

整體而言，此次重新設計教學，教學歷程中的觀察與學習單的檢驗可以發現，個案較上次更能具體掌握圖形的意義，原先不清楚角平分線的意義、三角形面積計算等，經過直接教學與例題演練，也能明白並且計算，唯一仍感困難的部分，仍是角平分線上一點到兩邊等距離的概念，小均根本沒有把握，小瑞更是完全不理會。(教學日誌 040520 一下 1-1 小均與小瑞)

3. 例題一：如右圖(2)， $\triangle ABC$ 中，若 $\angle A=80^\circ$ ， $\angle C=70^\circ$ ，摺出 $\angle ABC$ 的角平分線 \overline{BD} 如圖中所示，則(1) $\angle ABD$ 的角度是多少？(2) 你認為 $\overline{AD}=\overline{CD}$ 嗎？為什麼？



圖(2)

圖 4-12 小瑞在角平分線的意義與應用練習

由圖 4-12 可以了解小瑞已能了解角平分線將角度平分，但角平分線上的點到角度兩邊的線段，此題給予非九十度的垂直距離，還刻意用八十度、七十度的差異，了解個案能否判斷其長短不同，小均與小呂都能利用角度不同判斷兩線段不等長，而小瑞雖然知道角度不一樣，卻不理會它，依賴視覺地回答「線段一樣長」。

換句話說，透過軟體觀察、摺紙操作、文字的書寫紀錄，個案仍不易理解角平分線上的那任意一點究竟與此角有何關係？而小呂雖然計算比較慢，操作的精確度也不如小均與小瑞，判斷上卻有正確的直覺，但是礙於表達能力有限，不容易說出所以然。

中垂線的部分延續角平分線修正後的操作模式，仍強調軟體觀察、摺紙操作、文字的書寫紀錄。小均與小瑞的表現非常穩定，在軟體觀察時很專注、摺紙操作時動作精準，尤其寫作學習單的字跡整齊與態度認真獲得大量的獎勵積點；藉由以上的學習策略，練習解題技巧時，兩位個案的表現都相當亮麗，輕鬆完成基本定義及中垂線的應用，創作試題的時候，兩人都是仿照研究者的加強練習題型態，替換了條件中的數字，當研究者慎重其事地將兩人所寫的命題一一解出，小均、小瑞表情的專注顯示受到重視，深具自信。圖 4-13 是小瑞的學習心得，他覺得「跟上題差不多蠻有趣的，中垂線和角平分線比起來，好簡單。」

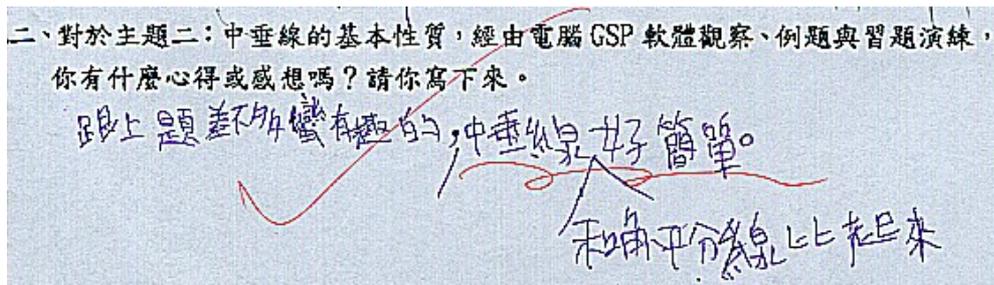


圖 4-13 小瑞在中垂線單元的學習心得

第二個小主題是幾何圖形的轉換，討論平行四邊形與梯形等面積公式之間的關係。GSP 軟體在此處的設計著眼於將平行四邊形切割重拼，構成長方形與梯形，讓學生藉由觀察圖形的轉換，比對圖形要件，再進一步由平行四邊形的面積公式底乘以高，推得長方形的面積是長乘以寬，而梯形的面積是上底加下底後，取一半乘以高再除以二。

這個部分，研究者觀察到三名個案可能在國小的時候就已經學過幾何圖形的面積公式，感覺並不陌生，GSP 的軟體設計的確幫助三名個案再確定面積公式的來源，更明瞭其中關係。學習的當下，三人都是興致高昂而專注的，但因為課本教材同時提及三角形、菱形等面積公式，期待學生能以類似的概念舉一反三，而康軒文教公司並沒有針對這些幾何圖形設計 GSP 程式輔理解與應用，對三名個案而言有相當的困難；由於使用的 GSP 軟體是 Demo 試用版本，研究者無法自行編輯設計，給予學生利用 GSP 觀察菱形與長方形等圖形面積變換關係的機會，因此以一般的傳統方式進行教學，小均與小瑞經過重複演練，可以達到一定程度的進步，而記憶、閱讀理解、書寫與口語表達上似有難處的小呂，在給予太多圖形的公式下，思緒無法清晰。2004 年 3 月 5 日教學日誌部分紀錄如下。

我發現小呂在觀察的時候，能很快地說出概念或結論，但寫作時卻無法自己構思表達的語句，例如：對於圖形中名詞的位置、概念，小呂都能用口語正確說出無誤，但名詞的記憶有遺忘的情況，乘除號也有數次混淆寫反的情形，需要逐字地讀給他聽，甚至示範難字的寫法，他才能慢慢地累積寫作內容；當有示範可以參考時，他的字跡會比較整齊，否則就會顯得凌亂。

練習解題的時候，小呂的困難似乎是無法自行理解題目的意思，需要為他解釋題意，若是利用表徵圖形則更有幫助，例如：計算「對角線為 20 公分的正方形面積」，小呂可以慢慢地讀完題目，但無法了解題目要的是什麼，當研究者引導他畫出正方形，指出對角線，與方才講解面積公式的表徵圖形相仿時，他就能自行應用剛剛推導出來的面積公式。（教學日誌 040305 一下 1-2 小呂）

2004 年 3 月 12 日教學日誌也有部分紀錄如下。

在研究者陪伴小呂練習的過程中，發現小呂一開始面有難色，不知從何下手，於是要求小呂將題目逐字讀出，雖然小呂讀題的速度較一般同學慢，且有跳躍、讀別字的情形，但在研究者的帶領示範並鼓勵慢慢讀後，小呂能自行讀題、了解題意，然後應用幾何圖形的面積計算式。（教學日誌 040312 一下 1-1 小呂）

這些觀察紀錄著小呂在記憶、閱讀理解、書寫與口語表達上有困難，小呂的學習速度比小均與小瑞慢很多。陪伴小呂應用面積公式進行演練的時候，研究者更發現了小呂在計算上緩慢的可能原因。2004 年 3 月 12 日教學日誌部分紀錄如下。

做第一題平行四邊形的面積計算時，我發現小呂的算式寫得很快，然後在腦中計算答案時表情很認真，花費了一小段時間，作答無誤。

如此直到第三題做完，我不斷鼓勵小呂能將腦海中的計算過程寫在學習單上，表示對他的計算過程感到相當好奇；小呂終於在第四題列式後，於空白處寫出他的計算過程，我才明白一直以來小呂在原班級學習落後的原因。

原來，小呂計算時使用的是建構式的計算方法，而非一般運用九九乘法的乘除計算技巧；例如，計算 14×7 時，其列式為 $14 \times 1 = 14$ ， $14 \times 2 = 28$ ， $14 \times 3 = 42 \dots\dots$ ，如此，不斷累加而得到乘積；此外，小呂也有自我的抉擇，例如，練習第六題的菱形面積必須將圖形中所提供的兩條對角線長度相乘再除以二，小呂問研究者 10 和 25 誰先，我稍解釋了乘法的交換性，反問他誰先比較好算，小呂答道 25，他認為以 25 開始，只需要累加 10 次，反之則須累加 25 次，會比較費事。

在第八題的計算中，還發現了小呂獨特的思考模式；為了計算 23×16 ，他用的策略是 $23 \times 1 = 23$ ， $23 \times 2 = 46$ ， $23 \times 3 = 69$ ，然後將 $69 + 69$ 得 138，再用 $230 + 138$ 得到 368，然後除以 2，答案為 184。

其中，小呂並沒有寫出除法的詳細計算過程，研究者請他解釋作法，才明白他有分段的計算概念；先以百位 3 的 300 除以 2，得到 150，再將十位 6 的 60 除以 2，得到 30，個位 8 除以 2，得到 4，最後將答案合併， $150 + 30 + 4 = 184$ 。(教學日誌 040312 一下 1-2 小呂)

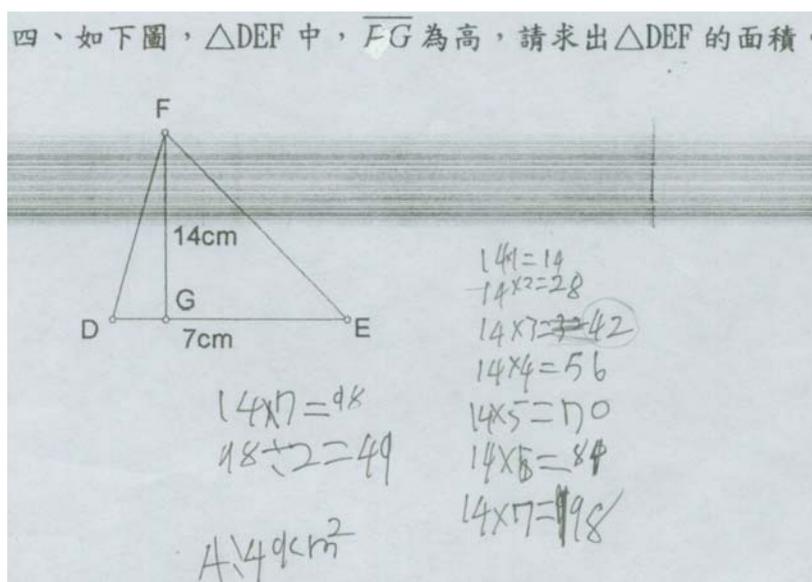


圖 4-14 小呂利用建構方式計算三角形的面積

誠如教學日誌所紀錄，小呂在計算面積時，列式並無困難，導致其計算速度比同學慢的主要原因是因為小呂選擇分段式的加法，而且不夠熟練快速，其運算如圖 4-14。同樣地，除法也有如此的現象，例如圖 4-15，要將數字除以二得到最後的面積時，小呂也選擇了百位、十位、個位分別除完再合計的方法，難怪一道題目下來，小呂會比同學慢很多，在原班級的教學現場自然無法跟上大班級教學，因此成就表現不佳。

八、如下圖，四邊形 LMNO 是一個對角線互相垂直的四邊形，請求出四邊形 LMNO 的面積。

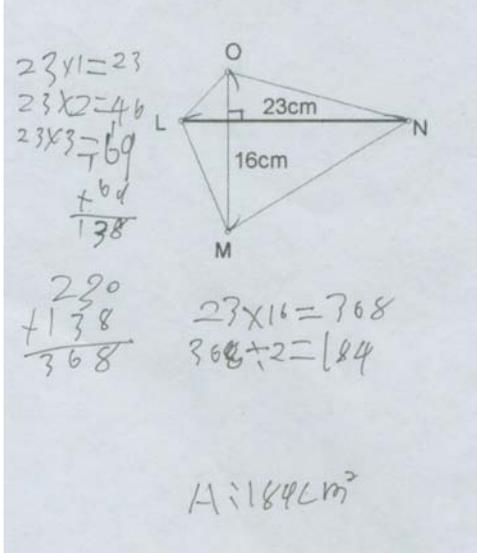


圖 4-15 小呂選擇比較有利的計算模式解決乘法問題

小呂的計算能力只要時間許可，是沒有問題的；然而此舉並不符合主流學習，期望學生發展熟練而有效率的解決問題模式。當研究者希望促進小呂嘗試九九乘法表加快計算時，卻發現小呂不願意改變他的計算方法，擔心自己記不好九九乘法，反而算錯了。

綜合上述，研究者根據三名個案在圖形轉換單元的學習情形、學習單紀錄以及平時測驗，以表 4-5 整理檢驗個案在此單元的學習成效。

表 4-5 個案在幾何圖形轉換單元的學習成效檢驗

幾何單元的小主題		個案	小呂	小均	小瑞
三角形的外角和定理及應用	求第三個外角		✓	✓	✓
	求外角鄰近的內角		×	✓	✓
角平分線	定義		✓	✓	✓
	判斷角平分線上一點到角的兩邊等距離		✓	✓	✓
	判斷角平分線上一點到角的兩邊是否等線段		✓	✓	×
中垂線	定義		✓	✓	✓
	判斷中垂線上一點到原線段的兩端點等距離		✓	✓	✓
面積的轉換	理解		✓	✓	✓
	應用		✓	✓	✓

註：達成學習目標以✓表示，未達成學習目標以×表示。

原本班級導師認為小均與小瑞的反應靈活，可能是學習態度不正確以及欠缺有效的學習策略，以致數學表現低成就，期望透過資源班的輔助，讓個案修正學習態度、發展

學習策略後建立成就感，對於小呂則不敢抱持太大的期望，因為小呂在原班級各科的學習都呈現落後的現象，一度懷疑小呂是臨界智能的學童，然而經由資源班的教學，研究者有機會發現小呂學習緩慢的可能原因，深入地了解個案獨特的學習理解與判斷應用；在此二主題單元，研判小呂的數學學習低成就原因可能是小呂的閱讀理解有困難，以及計算應用的技巧不足以應付限時的考試。正因為小呂在閱讀文字、理解意義上有其難處，資訊融入教學的模式以具體的圖像、清晰的學習路徑引領個案建立數學概念，對小呂而言是一種非常有利的學習方式，研究者在兩個單元都發現小呂的理解能力明顯地優於小均與小瑞。

3. 段考時發現嚴重的落差

國一上的第三次段考範圍，雖然包括另外兩小節幾何圖形的性質並未使用資訊融入教學，個案在考前卻都表現信心十足，他們認為資訊融入教學的印象深刻，對自己整數的加減運算尤其有把握。即使資源班的課程已在段考前兩週結束，個案聽到研究者願意另外約定早修時間幫助他們復習與問答，非常高興地雀躍前來，顯示個案對數學學習的正向態度與高昂興趣，相當期待自我有所突破與表現。研究者期許他們在段考中能把握基本題型，若能達到六十分及格的門檻即給予獎勵。

研究者向原班級數學教師探問個案回到班級的學習情形，該班教師肯定個案在資源班的補救教學後，有奠定部分的數學基礎，與以往相比較，已稍能參與班級的學習，特別是復習的時候，感覺還不錯。但因為班級與資源班的進度不同，班級在教學進度的壓力下，必須不斷鞭策學生的學習，教師仍採用講述法為主，因此回到班級參與新單元的學習內容時，小呂還是會有跟不上的情形，表現沉默或發呆，而小均則比較容易不安，一旦聽不懂就顯得無精打采，小瑞的情況稍好一點，會盡量參與班級的進度。

段考後得知成績，小均、小瑞非常沮喪；小呂、小均、小瑞分別得到 33、14、33 分，單科排名分別為班級內第 20、22、19 名（同分時以座號先後暫別，班上共有 23 位同學）。檢視考題時，發現其中少有直接應用整數加減運算的題目，多數考題需要懂得其他的數學概念方能成功解題，對資源班同學相當不利。表 4-6 摘錄該次段考試題中有應用到整數加減法的題目，紀錄三名個案是否成功答題，以及檢核該考題是否與資源班平時的演練有直接相關。

表 4-6 個案第三次段考是否成功答題以及該次考題與資源班平時演練的比較檢核表

個案以及題目與平時演練的比較 檢核是否成功答題 以及題目與平時演練的相關性 段考題目重新編號及測驗內容	小呂	小均	小瑞	題目 與資 源班 平時 演練 的比 較
1. 若甲 = -5，則下列各式何者正確？ (A) $-3 - \text{甲} = 2$ (B) $-\text{甲} + 7 = 2$ (C) $\text{甲} - 5 = 0$ (D) $6 + \text{甲} = 11$	✓	×	×	◎
2. 若 $\square + 4$ 和 $\triangle - 2$ 的相反數分別是 7 和 -3，則 $\square - \triangle$ 是多少？ (A) -16 (B) 2 (C) -6 (D) 4	×	✓	×	×
3. 下列哪一個式子的計算結果與其他三式不同？ (A) $ -9 + -5 $ (B) $ (-2) + 4 + 8 $ (C) $ -8 + -6 $ (D) $ 9 + 5 $	×	×	✓	×
4. 比 -9 小 -5 的數是 (A) 14 (B) -4 (C) -14 (D) 4	✓	×	×	✓
5. 有甲、乙兩整數，若 $\text{甲} < \text{乙} < 0$ ，則甲減乙會等於什麼數？ (A) 正數 (B) 負數 (C) 0 (D) 以上皆非	×	×	×	◎
6. 下列哪一個數減去 (-5) 後，其絕對值小於 8？ (A) 5 (B) -9 (C) 3 (D) -13	×	×	×	×
7. $-5 - (-7)$ 的結果是在數線的哪個位置？ 原點的 (A) 右邊 2 個單位 (B) 左邊 2 個單位 (C) 右邊 12 個單位 (D) 左邊 12 個單位	×	×	×	◎
8. -13 和 73 兩點之間的距離 = _____	✓	×	×	✓
9. $ \text{甲} - 3 + 5 = 9$ ，則甲 = _____	×	×	◎	×
10. $ \text{乙} + 7 + 8 = 3$ ，則乙 = _____	×	×	×	×
11. 若 $ \text{甲} - 25 + \text{乙} + 5 = 0$ ，求甲 = ? 乙？	✓	×	×	◎

備註：檢核符號的意義，針對個案的部分，✓表示成功答題，×表示非成功答題，◎表示部分成功答題；針對題目與平時演練的相關性，✓表示該題與平時的演練相近，×表示該題與平時的演練難有直接關聯性，◎表示運用平時的演練對解題有直接的幫助。

該次段考共分為四大題，分別是選擇十五題、填充五題、計算兩題與作圖兩題，當中與整數的加減法有關係者，由表 4-6 的檢核分析可知，在選擇有七題、填充有三題、計算有一題，總計十一題占總成績 100 分當中的 42 分，但是考題與個案平時在資源班的演練並沒有許多直接的關聯，這十一題中與個案平時演練的題型相近的只有兩題，三人當中只有小呂穩穩地拿到這 8 分，其次，題型有些變化但是運用平時練習可以幫助個

案成功解題的有四題，這當中仍然只有小呂答對了兩題，小均與小瑞的表現都是錯誤的作答，但不能確定是否為緊張的緣故，或是閱讀題目時有理解上的困難，甚至是其他的原因造成兩人失常。

換句話說，三名個案在段考中的表現與平常的學習相比較，兩者之間有嚴重的落差。由考題的觀點來探討，與整數的加減法這個主題相關的十一題當中，只有兩題與個案平常的演練相近，另有四題可以藉由平常的演練協助個案成功解題，但個案必須具備其他的數學概念加以轉化應用，例如知道絕對值的意義並能進一步作計算，而這一層次的理解應用對學習背景是數學基礎不佳的三位個案而言非常困難。以比例來看，剩下的五題佔有將近 50% 的比例，也就是近乎一半的題目是個案平常演練完全沒有接觸過的題型，要拿到成績也許真的只能靠運氣。當次段考後 2004 年 1 月 14 日的教學日誌寫著。

段考結束後，小呂平淡地報告說他沒有及格；我知道小呂的表達能力、文字閱讀與答題十分有限，紙筆測驗的段考型態下，小呂的成績並不容易達到及格，但與第二次段考相較，小呂進步將近三十分。

另外，我發現小均、小瑞看到我的時候，頭低低的，一臉的不好意思，還沒開口問他們段考的情形，兩人就倉皇逃離。直到我拿到三人的段考考卷影本，才明白小均、小瑞的難過。

檢視試卷內容，主題包括 3-2 整數加減法、4-1 對稱圖形、4-2 圖形的基本性質；題型有四種，包括選擇十五題，每題 3 分，填充五題，每題 5 分，計算兩題，每題 6 分，作圖兩題，每題 4 分。

其中應用到整數加減法的題目出現在選擇有七題、填充有三題、計算有一題，共計 42 分。

仔細檢驗題目的設計，卻發現了解題意後直接使用整數加減法計算並作答的題目，在選擇有三題、填充有一題，共計 14 分；其餘的題目雖然有使用到整數的加減法，還融合了未知數、相反數、絕對值、距離等概念，對三位學習低成就的個案而言，他們的綜合能力不佳，實在無法產生成就。（教學日誌 040114 一上第三次段考後）

對於此次段考，三人都相當期待自己有所表現、獲得肯定，圖 4-16 是小均試卷上給自己加油打氣的文字與圖畫，強烈透露著渴望達成老師期許的心聲，但是學習反應比小呂敏捷的小均與小瑞卻在應答上亂了分寸，對於平日很有把握的整數加減法完全失利，受到嚴重的打擊，儘管研究者給予安慰，也嘗試了解造成表現有嚴重落差的原因，但個案年紀尚小，仍缺乏省思問題的能力，對自己的挫敗難以釋懷；反觀小呂雖然讀寫上有困難、此次表現也未達及格，但與自己先前的段考相比較，卻有良多的進步，在資訊融入教學的學習中，小呂有穩定踏實的成就逐漸累積成長。2004 年 1 月 14 日的教學日誌也紀錄了這一份心情。

對三位個案而言，熟悉整數的加減法是件值得驕傲的事情，期待在段考中有一番表現，卻發現盡是陌生的考題，能把握的只有寥寥數題，一緊張又會誤讀題意，可以說是一再失利，心情跌到了谷底；好不容易建立的成就感一時粉碎。

尤其使人心疼的是小均的試卷上，有他最擅長的小人物漫畫，不斷給自己加油、強烈渴望及格的期望躍然紙上，卻事與願違只得到 14 分，而這 14 分也並非全然是先前分析的了解題意後直接使用整數加減法計算並作答的題目，很可能是猜測所得的成績。

小瑞和小呂都是 33 分，小均 14 分，與班級的整體表現比較，該班當次的數學段考平均為 52 分，顯然地，三名個案的表現都未達到班級平均的水準，且名次都屬於全班後五分之一群，

是明顯的數學低成就個案。(教學日誌 040114 一上第三次段考後)

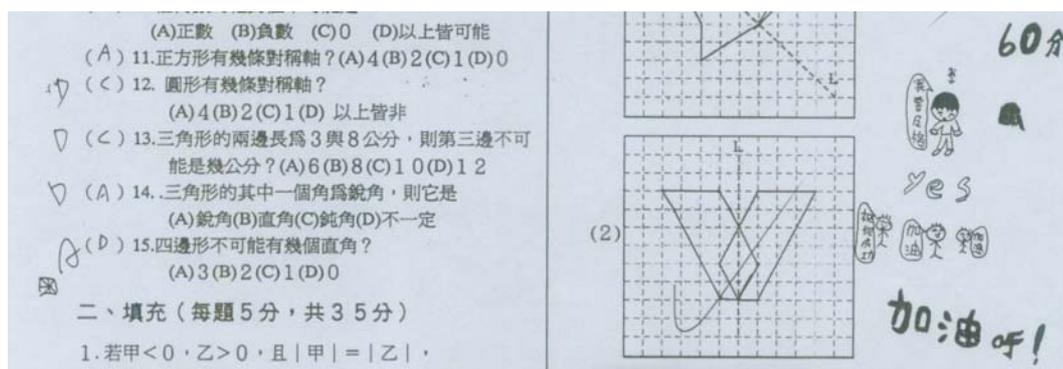


圖 4-16 小均的段考試卷一隅

研究者發現個案在資源班資訊融入的教學中，由平時的學習互動與課堂表現可以看出逐漸累積的成就，即使在角平分線的單元遭遇理解上的瓶頸，但修正學習方式後，演練的結果與學習單中都可以發現個案的理解與應答有進步，而段考表現卻因為題型與平時的學習相關性太低而有嚴重的落差，不僅是個案在自我期許下實際表現低落，而且是三名個案彼此之間有明顯的歧異。原以為小均與小瑞的反應較靈活，對自己又有明確的期待，應能在段考中表現進步，而學習比較緩慢的小呂卻反而穩定地進步，甚至超越了小均與小瑞。

綜上所述，本研究針對資源班學生實施融入資訊教學，以課堂的觀察與學習單的紀錄進行了解，發現個案的學習態度明顯的由原先低成就的自卑、消極參與，轉變為積極投入，對學習充滿熱誠；個案的學習成就在平時測驗有顯著的進步，段考則因為考題與平時的學習相關性低而未有明顯突破，但是三名個案當中的小呂在原先表現的學習反應最緩慢，接受資訊融入的教學後，卻漸漸超越了另兩位個案。

第二節 研究討論

依據本研究的結果，由課堂觀察的教師日誌記錄、學生的學習單分析、問卷調查與訪談等發現，資訊科技融入數學的教學對國中資源班數學低成就學生的數學學習態度有明顯的影響，此一教學模式確實改變了個案的學習態度，而個案的學習成就在平時測驗時，由於考題是依據平時資源班的教學內容所設計，三人的表現都有顯著的成效，但段考時由於考題與平時的學習相關性低，表現有嚴重的落差。以下依據上述的研究結果進行相關的討論。

一、資源班學生的學習態度

資源班學生的數學表現低成就可能原因很多，也許是所處的環境不良、欠缺適切的教學輔導、自身的基礎不佳造成對數學的學習存有恐懼與過度焦慮，也可能是學習興趣與動機不足，當然也可能因為學習表現的低成就而失去學習興趣與動機，使得成就的表現與學習動機、態度之間互相影響，因此資源班的補救教學除了要把握生活化的數學以及數學的嚴密結構，更須注意引起學生學習動機的方法，並用心維持。

國內探討如何提升並維持資源班學生學習動機與態度的研究或許不少，但目前尚未發現有針對國中資源班數學低成就學生嘗試廣義的資訊融入數學的教學研究，大部分的研究都以電腦輔助教學（CAI）進行探討，對象多以國小資源班智能障礙或學習障礙學生為主，結果發現電腦輔助教學確實對資源班學生有提升學習專注力、學習動機與學習成就。這樣從電腦學習的工具導向，受限於教學軟體的套裝設計，難以滿足多樣學習需求的學生。本研究中的三名學生進入資源班接受數學科的補救教學，係因為數學學習表現低成就，經過篩選後彈性允許進入資源班接受補救教學，希冀發展他們在數學科的學習策略並加強解題能力，但個案的學習成長仍需與班級同學同步，包括寫共同的作業、參加相同考題的段考以及基本學力測驗。

三名個案有各自不同的學習背景而成為數學表現低成就的學生。初步接觸後，研究者認為小呂的家庭無法在學習上提供他有利的援助，而且個案有學習緩慢的現象，在班級裡遭受排斥；小均個性好動，因為缺乏耐心，學習的表現不穩定，家庭雖然健全，但對於個案在學習上能提供的實質幫助也是有限；小瑞不僅個性好動、欠缺耐性，家庭環境也相當不利，因為數學表現低成就遭受學習上的挫折，失去學習動機，學習態度也跟著鬆懈。

研究者在資源班的個別化教育方案，分析個案現學的教材，選擇適合融入資訊素材的主題，設計資訊融入的教學，藉由教學上的觀察、分析學習單、問卷以及訪談，發覺個案在資訊融入教學的課程裡，表現高昂的學習動機，顯現積極的學習態度。

由上一節研究的結果顯示，教學中使用 PowerPoint、Flash、GSP 等資訊軟體輔助學習，研究者觀察到個案積極參與教學準備、課堂表現認真，學習時顯得專注，並在學習中有深刻的印象；學習單的心得反應、問卷填寫與個別訪談中，個案更是一致地表示非常喜歡資訊融入教學的方式，希望每一堂課都有資訊科技來輔助他們學習數學。

課堂觀察中，特別讓研究者印象深刻的事件，包括使用 PowerPoint 呈現細分後的教材，個案三人都非常認真地將學習的點點滴滴一一紀錄在學習單上，認真地參與習題

演練，並樂於接受考試，這個現象和以往使用課本進行傳統教學的時候很不一樣；使用 Flash 探討正、負數相加的時候，當一個藍太極和一個紅太極合併放在一起，象徵正、負相加抵消而瞬間不見的畫面，個案感受驚異的眼神以及彼此熱烈討論的現象，在後來的習題演練表現得特別有自信，到了加減混合計算時，有 Flash 的命題程式限時競賽，小均和小瑞互相競爭又互相幫忙，使得測驗就像遊戲一般充滿樂趣；還有小呂下課時間不玩耍，留在資源教室自行探索 GSP 的程式範例，自得其樂的種種情景，研究者能感受到個案學習數學的氣氛有了改變，從以前學習困難產生的挫折、被動與無奈，變得積極、主動、充滿新鮮感和挑戰。

本章第一節的研究結果中，藉由問卷的方式了解到個案對於第一階段實施資訊融入教學的感受，在表 4-1 的紀錄顯示個案對於資訊融入的學習方式有高度的滿意與期許。而學習單與訪談則讓研究者掌握到第二階段的資訊融入教學，個案在部分的小主題感受到學習仍有困難，但與傳統的學習方法比較，卻一致肯定資訊融入的教學比較有吸引力，對學習的效果也比較有幫助。也就是說，本研究的資訊融入教學方式對於數學學習低成就的資源班學生而言，提供了良好的學習動機，個案在學習態度上與以往比較起來，變得積極而有助於學習。

本研究的個案都是數學表現低成就，對許多數學主題不甚了解，依據原班級任課教師的觀察，小呂、小均在課堂上都是興趣缺缺的模樣，對於數學的學習有莫大的恐懼，而資訊融入的教學中，每一堂課都能看到個案積極的學習，對個案而言，實是有力的輔助。

二、學習成就與資訊融入教學的關係

儘管研究者的課堂教學觀察、個案學習單分析、問卷填寫與訪談個案結果一致認為資訊融入數學的教學有效提升個案的學習態度，學習成就的顯現卻在平時的測驗與段考中呈現兩極化。在「整數的加減法」單元主題裡，研究者依據個案的學習設計考題，發現個案能正確地完成整數加減法的計算，及至學期末的段考卻發現個案除了基本計算能力，並無法將整數的加減法與其他數學概念結合運用，再次面臨數學表現低成就的挫折與打擊。個案學習「幾何圖形的變換」主題時，則在各個小子題表現不穩定的現象，例如在三角形的外角和定理、圖形面積的計算等子題中，個案的表現都很正常，遇到新的概念如角平分線，則在平時演練時即遭遇瓶頸，感覺到學習有困難。整體而言，個案的學習成就與資訊融入教學的關係，有待釐清的部分包括：

（一）資源班學生的作業、段考試題是否應該與原班級有所區分？

本研究中的個案屬於數學表現低成就，到資源班接受補救教學固然是為了發展學習策略與成就感，協助回歸原班級，但其學習的能力確實有記憶、理解與精熟演練等困難，速度難與一般學生比較，需要投入更多的時間方能補救個案在數學學習上欠缺的基礎，並加強精熟演練的技術。如此情況下，學習的進度將無法與一般的班級相比。

有愛無礙 For Teacher 學習網站（2006）說明資源班的設計，是將學生的學習評量分為平時與定期考查兩種，其中，平時考查可由資源班採取多元化的評量方式，並隨時紀錄，定期考查則在原班級進行，並作為學生回歸原班級上課的依據。此處，平時的評量准許資源班運用多元而彈性的方式，資源班教師可以將教材細分，協助個案逐步累積

成就，對個案而言是極佳的實質鼓勵，但段考時回到原班級與其他同儕一起接受評量，考題未必能符合資源班平時的演練，一旦命題與資源班學習的關聯性有落差，將造成個案表現不佳而動搖其在資源班的學習信心。本研究中個案就是在一年級上學期的第三次段考中，因為考題與平時資源班的演練差異甚大而受到嚴重的打擊。雖然研究者平時即主動地與個案原班級的數學教師保持聯繫與討論，但該次段考的命題教師為同年級的其他班數學科教師，命題時可能就沒有將資源班的低成就學生納入考量，設計足以建立其成就感的基礎題型。

（二）教材中確有困難的數學概念對資源班學生的挑戰

第二階段的資訊融入教學中，個案在平時的課堂上就表示難以理解、應用角平分線的特性，即使研究者修正了教學方式並實施第二次的教學，個案的學習心得中仍反映了對這個主題感覺困難。

訪問三位個案時，他們都肯定 GSP 的教學軟體與學習單有助於學習幾何圖形的變換，個案認為如果以傳統的學習方式，自己應該也會遇到這樣的瓶頸，他們寧願選擇資訊融入的學習方式，而且相信這個教學方式會減少學習上的困難。

研究者認為個案與所有的同儕一起學習全部的教材是正確的理想，但衡量個案的學習背景，如果以角平分線的主題為例，經過兩次的教學都讓個案難以理解、應用其特性，或許該暫時簡化這一類型的素材，先以能讓個案學起來、有機會體驗成功的主題為優先考慮。當然，如此的安排將連帶牽扯到定期考查，需要一套完善的規劃。

三、學習單的設計、剖析意義及瓶頸

在第一階段的「整數加減法」單元主題中，學習單的設計要點放在細分教材、引導個案的學習專注並祛除個案的學習焦慮，因此學習單的樣式相當基礎。研究者要求個案必須依照標號抄題目再進行演練，個案顯得較以往使用課本時更加專心；訪談時，個案曾經表示，數學課本對低成就的他們而言有太多文字了，不容易找到焦點是一種無形的壓力，他們會因為茫然而導致無法專注，而學習單的設計以個案為主，採取易讀、易寫的方式，對個案較有利，一旦個案有機會表現，多元豐富的訊息將使研究者更能掌握其學習表現。

但研究者發現個案在寫的能力上仍有許多的缺陷，例如，儘管學習單上已有同樣的字可以參考，小瑞的國字卻有許多錯別字的出現，像是整數的「整」，右上角應為「攵」，小瑞卻會寫成「正」，而「瘦」則少了部首左旁的兩點；小均在國字的「瘦」寫法上則是少了「白」字中間的一豎，其他瑕疵則是有兩次少寫了負數右半的括號，誤抄題目的運算符號等。小呂的書寫看起來很像國小階段學童的字跡，平均字體比小均、小瑞較大，並且有忽大忽小、難以控制整齊的現象；初學負整數概念時，小呂用口語作答並無大礙，且幾乎都是正確的，書寫時則經常遺漏負號；要求寫出兩整數運算的歷程，小呂會嘗試，但不能表達共用負號的概念，後來就傾向直接給答案；由小呂歸納整數運算的抄寫發現，其國字寫作不僅速度上比其他同學慢，並在跟不上時心生恐慌，字體就會落掉某些部分，例如整數的「整」，只有「束」被寫出來，另外也有多寫某些部分，像是絕對值的「值」，小呂會想要在右旁的「直」底下加兩點變成「真」。

第二階段的資訊融入教學配合幾何圖形的特性，學習單的設計考量放在觀察紀錄、

歸納比較與學習應用，並保留每次一題的試題創作機會，最後要求個案將數學學習的歷程、心得或感想以文字寫出來。

此階段主要藉由 GSP 軟體設計觀察三角形的外角和，接著同時運用 GSP 與摺紙認識角平分線、中垂線及其特性，最後透過 GSP 與實驗剪貼觀察三角形、平行四邊形、梯形等與長方形的關係，推導幾何圖形的面積公式。觀察、實驗後紀錄幾何圖形的特性，個案相當依賴教師的示範才能寫出內容；若要將特性應用到習題則需要數次的練習，才能掌握應用的方法。此時的試題創作允許個案可以仿照練習的問題，只需將圖形與數字稍作變更；因為有範本可循，和第一階段的資訊融入教學時相比，三位個案這時下筆都顯得快而順利，但創意則不見突破，大部分時候都是仿照練習的構圖，重新擬出數據就形成了新的題目。

表達心得感想時，小瑞比較會提到關於學習內容上的聯想、疑問，以及學習互動的情感，不過字句都很簡短，而錯別字的使用常讓研究者花心思猜測他想要傳達的訊息，追問小瑞時，小瑞也說不出個所以然；小均則著重於呈現學習的情緒，經常肯定上課很有趣、好玩及喜歡學習單等，和小瑞比起來，小均的句子更簡短；小呂則是屢次逃避心得感想的作業，經過一再追問，小呂才聲稱不會寫、不知道怎麼寫，研究者猜想小呂可能在使用文字表達上有困難，加上小呂平時學習的表現也以口頭問答佔優勢，於是鼓勵小呂先用說的，再教導國字的書寫，經過多次的觀察，小呂在整理學習成果、表達學習感受方面確實難以獨立完成，連口語都僅能以簡單的字眼表示，例如「很難」、「不知道」，若想要引導他深入地思考，小呂便陷入沉默。

綜合上述以及本章第一節的研究結果，研究者觀察個案使用學習單的情形並分析其內容，歸納以下幾點推論。

(一) 學習單本身也是資訊融入教學的一部分，可以針對個案的學習需求與特性，設計成個案容易接納的形式，配合資訊軟體的教學輔助，讓個案紀錄學到的數學概念並練習應用，且提供機會讓個案表達學習數學的心路歷程，或是更進一步反應在學習上已掌握的優勢及面臨的困難。

(二) 學習單的內容提供具體的證據剖析個案的學習態度與成就，巨細靡遺的訊息不僅反應個案的學習狀況，可以作為診斷個案學習困難所在的珍貴資料，而學習單的彈性設計正是資源班個別化教育方案中呈現教材的有利方式。

(三) 藉由學習單中模擬試題的設計檢驗個案是否有效的學習，也提供機會讓低成就個案感受榮耀與使命，他們平時在數學學習上總是不斷地遭遇挫折，減少有機會發聲，這個部分的設計獲得個案相當的肯定。

(四) 三位個案在學習單的書寫從基本的單字到完整句子的讀寫有不同程度的困難，分析時需要特別注意，避免誤解個案的用意，但這也顯示個案的語文能力有某種程度的障礙，可能是造成數學學習低成就的原因之一。

(五) 個案肯定資訊融入教學的展示或體驗有助於理解及建立數學概念，但是只有看過會容易忘記，學習單的配合可以把重點記起來，並作為日後評量前的復習，小均、小瑞都很喜歡學習單，而小呂雖然不喜歡表達學習心得的題目，也覺得學習單有很大的幫助。

四、資源教師的成長

研究者回憶初進入資源班兼任課程的歲月，猶記得低成就的學生們都有心改變自己的學習成就，上課時算是認真，依據導師與任課老師的說法，進入資源班的學生大部分是因為在原班級裡上課時聽不懂，又不敢問問題，基礎不好便開始學習低成就的惡性循環，特別是強調結構與系統性的數學科。到了資源班，學生和老師的距離近，且因為人數少，獲得老師關心、直接指導的機會多，學習的互動要比在原班級的時候好很多，但是學生在資源班建立的一點成就感，經常在回到班上參加準備段考的復習時信心破滅，最常見的困擾是學習進度趕不上原班級，評量的成就難與同學相比。雖然研究者努力地澄清，期望學生認清自己的學習困難，把握能夠學好的部分，追求穩定的進步，個案總是放不下。因為班上的同學不了解，仍不免有嘲弄低成就學生的情況，普通班的教師也不了解個案的學習狀況，難以支持、鼓勵，段考的命題更容易造成個案再度受挫，最糟的是連家長也不了解。常見學生進入資源班，而家長仍搞不清楚狀況，有的漠不關心，有的仍以段考成績苛責孩子，日久之後，學生的信心就動搖了，學習動機減低，學習態度也隨之鬆懈。研究者對資源班的補救教學抱持樂觀的態度，卻在法令與行政支援中找不到對學生有利的配套措施，看著學生在資源班與主流教育之間起伏不定。

實施本研究的資訊融入教學，雖然個案的學習成就不穩定，但研究者見到個案原先低迷的學習動機提振起來，學習態度變得積極而投入，也隨之萌生充沛的教學活力。

為了運用資訊融入教學，安排教學流程需要更多的考量，包括準備資訊媒體、學習單的前置作業，以及衡量後續的搭配演練、回饋等，等到進入教學階段，在資訊媒體與學習單的輔助下，學生是建構知識的主角，研究者反而輕鬆，可以在課堂上仔細觀察個案的學習細節，並給予即時的回饋，尤其課後檢視個案的學習單，藉由文字紀錄更精確了解個案的學習，能知道個案已經學會的部分與困難點所在，正是身為資源教師最大的成就與滿足。整體而言，實施資訊融入教學是研究者針對三名個案執行資源班個別化教育方案成效良好的一種模式，這個教學方式能引起並維持個案強烈的學習動機，在細分的教材裡也有許多明確達到學習效果的驗證。研究者期許自己謹記此次的教學經驗，繼續幫助更多低成就學生的學習，並努力修正為更完整的教學模式。

綜合本章研究結果與討論，本研究針對國中資源班的數學低成就學生實施資訊融入數學的教學活動，經由課堂觀察、教師日誌的紀錄、學習單的分析、邀請學生填寫問卷並接受訪談等，發現此一教學模式確實提升學生學習數學的態度，學生有強烈的學習動機，而平時的教學與測驗中，具體可見學生的學習成就較以往更有進步，能達到更多的學習目標，但段考時則因為考題與學習的內容相關性不高，學生的表現難有突破，遭遇相當的打擊。