

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

3D 電腦圖形軟體於國小學童數學空間幾何補救教學
之行動研究

An Action Research on The Use of The 3D Computer
Graphics Software for Remedial Instruction of
Mathematics Space Geometry for Elementary School
Students

研 究 生：陳冠宇

指 導 教 授：尤國任 教授

中 華 民 國 100 年 12 月 22 日

南 華 大 學

資訊管理學系

碩 士 學 位 論 文

3D 電腦圖形軟體於國小學童數學空間幾
何補救教學之行動研究

研究生：陳冠宇

經考試合格特此證明

口試委員：_____

周志賢

孫嘉明

付明仁

指導教授：付明仁

系主任(所長)：  吳光閔

口試日期：中華民國 100 年 12 月 22 日

3D 電腦圖形軟體於國小學童數學空間幾何補救 教學之行動研究

學生：陳冠宇

指導教授：尤國任 博士

南 華 大 學 資 訊 管 理 學 系 碩 士 班

摘 要

本研究旨在探討 3D 電腦圖形軟體對於國小學童在數學空間幾何補救教學上，對參與補救教學學生其學習態度與學習成效之影響。本研究主要採取行動研究的方式，研究的對象是中部某國小六年級學生 7 位。研究方法是蒐集之觀察資料、訪談資料、學習單及配合教學法來施行本次的研究與教學。從研究結果中發現，3D 電腦圖形軟體在進行表面積補救教學上，不僅提升學生的學習動機與態度也增進了其學習的成效。

關鍵字：3D 圖形軟體、教學法，補救教學，行動研究

Abstract

This study aimed to explore the 3D computer graphics software for elementary school students in remedial mathematics teaching space geometry, remedial instruction for students in their learning attitudes and learning effects. It adopts the approach of action research. seven sixth grade students were invited to participate in this study. The data collections include collecting the classroom observations, interviews, learning sheets, and with four pedagogys to practice this research. The results found, 3D computer graphics software during the surface area of remedial teaching, not only enhance students' learning motivation and attitudes, but also improves the effects of their learning.

Keywords : the 3D computer graphics software 、 pedagogys 、 remedial Remedial teaching 、 action research

目 錄

論文摘要	i
Abstract	ii
目錄	iii
表次	v
圖次	vi
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的與問題	3
第三節 研究範圍	4
第二章 文獻探討	5
第一節 學習動機、學習態度與學習成效之相關研究	5
第二節 補救教學	8
第三節 資訊融入教學	10
第四節 教學法之相關理論	14
第三章 研究方法	25
第一節 行動研究法	25
第二節 研究工具	28
第三節 研究流程與實施程序	31
第四節 研究對象與場域	36
第五節 資料蒐集	40
第四章 實施與分析	44
第一節 準備期	45
第二節 導入建構式教學法	51

第三節 導入輔導發現法及個別化教育計畫	62
第四節 導入合作學習法	78
第五節 行動歷程發展	87
第五章 結論與建議	89
第一節 結論與貢獻	89
第二節 限制與建議	91
參考文獻	95
中文部分	95
英文部分	98
附錄一 學生資料調查表	100
附錄二 各階段學習單	101
附錄三 教室觀察表	110
附錄四 教學省思表	111
附錄五 調查表	112
附錄六 訪談記錄表	115

表 目 次

表 2-1 競爭與合作兩種類型的相互依賴關係.....	21
表3-1 個案學習特質及基本資料.....	36
表3-2 行動研究資料編碼.....	43
表 4-1 行動歷程表.....	87

圖 目 次

圖 2-1 訊息處理中的記憶與遺忘.....	11
圖 3-1 基本指令鈕.....	28
圖 3-2 建置矩形.....	28
圖 3-3 單鍵立即建立基本立體圖形.....	29
圖 3-4 三度空間檢視.....	29
圖 3-5 研究流程.....	31
圖 3-6 教學流程.....	34
圖 3-7 質性資料分析過程圖.....	40

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

壹、研究背景

近年來台灣為了因應世界教育觀念改變的潮流所衝擊，政府教育單位致力於教育改革，期望藉此提升學生之素質及國家競爭力。而教育部依據行政院核定之「教育改革行動方案」，進行國民教育階段課程與教學方面的改變，鑑於學校教育的核心為課程與教材，因此以課程之規劃與實施為首要任務，這也就是目前所謂九年一貫課程的發展核心。九年一貫課程自九十學年度開始實施，因為在初步施行的前幾年中正值風起雲湧的教育改革潮流，數學課程綱要歷經多次修改；八十九年修訂之「九年一貫暫行綱要」之教育目標希望能培養學童具有帶著走的能力，力求以學童為主體，課程要生活化，因而造成其課程內容較以往簡化，故被質疑為觀念過度淺化、計算複雜化，並於之後的中小學課程上甚至各出版社間的轉換上都發生了銜接上的問題，此階段導致學童數學能力低落、運算能力不足，挫折感連連。

在洪有情教授主持的一項全國性數學能力檢定計畫中，也發現相較於 1999 年的國一學童，接受九年一貫暫行綱要之國一新生的數學程度，不論在計算能力、解題能力及理解能力三方面，確實都有顯著的退步(洪有情，2004)。為此，在九十二年新版數學課程綱要中則強調對學童數學能力的強化，課程難度的加深，並要求學生在計算能力之陪養。自九年一貫新課程改革計畫推行以來，各學習領域及各地方教育當局都鼓勵學校資訊設備硬體的設置，如各校皆有電腦教室，專案補助學校單位設置電子白板，以種子學校的方式進行初期的推廣，並於日後的擴大內需方案中，將互動式資訊設備如電子白板、觸控螢幕、投影機列為建議或必需購置的配備，此一動作無非是想改變傳統的教學方式，利用有聲光及互動和操作優勢的資訊設備來進行教學 e 化的革新，使用資訊科技為老師教學上的利器，成為輔助學生學習的工具，互動性強、可獨立操作、及多變的控

制方式都再再的提升並凸顯資訊融入教學的相對優勢。由於資訊科技日漸普及和軟體操作介面親和性的提升，使得透過資訊科技以幫助學生學習更為容易。尤其在數學的教學上，經常利用 PowerPoint、GSP、Cabri-3D、Maple、Excel、Flash 等軟體進行輔助教學（李進福，2006）。

美國數學教師學會（National Council of Teachers of Mathematics, [NCTM]）指出，建議各層次的老師為了教導學生數學技能與概念，而讓學生達到有意義、有效的學習，都應該使用科技的工具（NCTM，1983）。由於政府歷年來對學校資訊教育的重視，先後也投資了不少的經費在學校資訊教育的基礎建設上，因此目前各級學校相關基礎設備，都已相當完備且整齊。

貳、研究動機

研究者目前擔任國小高年級的導師工作，又身兼學校資訊組長一職，在教學與資訊推廣上，幾乎都是站在第一線上，教學的困境，資訊教育的規畫、設置都是優先面臨到；在目前的教育中，許多的研究及報告都發現，現今台灣學生對於數學總是有些畏懼及信心指數低落。先前在準備對校內同仁的週三下午的教師資訊研習，題目為自由軟體推廣，在行政事務的相關研習中，接觸到了Google的3D繪圖軟體sketchup，試用了幾次，發現其直覺性的操作及強大的空間繪製能力是可推廣的一套軟體，研究者事後對此套軟體做了一些較進階的學習。在六年級的課程中，正好教到幾何圖形，對於教學時學生遇到的盲點與迷思，就利用了3D繪圖軟體(sketchup)來進行教學，因緣際會之下，本縣數學輔導團吳老師看到，認為此套軟體很適合推廣於各校的資訊融入教學中。因為大部分研究的教學方式，都是以傳統講述式教學為主、再配合自行設計或是現成軟體進行輔助教學。近年來學校也配合了教育當局，開立了許多的課後輔導班，為學習弱勢或弱勢家庭的孩子提供相關的補救教學，補救教學對這些學生而言是補足或提供一個學習環境與學習補救的機制來增進學習後的學習成效。美國國家科學協會(National Research Council,[NRC])認為探究是數學領域的核心價值（NRC, 1989），並建議研究者可嘗試利用所欲搭配之軟體來進行研究實驗，成果可供日後研究者研究參考，也可成為自己教學

模式中的一部分。有鑒於此，在日前的幾何表面積教學中，一個非常適切的機會出現，研究者發現數學能力較低落的學生對於出現在每天生活所看見、所會接觸到實物幾何圖形是那樣的陌生及抽象，不禁讓研究者思考到，與其用在教學時用「講解說明的」雞同鴨講比手畫腳的方式，不如給學生機會去實際實驗及操作體驗。研究者對於資訊融入數學課程與探究教學深感興趣，希望透過資訊科技融入數學課程以進行探究教學，探討學生在先進資訊科技的幫助下，自行主動透過操作、探索、討論後對幾何圖形迷思概念的學習情形。於是筆者參與了課後補救教學的課程，並計畫利用易學直覺式的3D繪圖軟體sketchup來進行此次的研究。

第二節 研究目的與問題

本研究希望透過資訊融入教學的機制，藉由電腦輔助教學活動，應用於國小六年級數學科之幾何補救教學，分析參與補救教學學生之數學學習成效；也透過行動研究的歷程，結合教學法與3D繪圖軟體的融入教學，期許學生夠透過課堂上教學者的解說及所搭配之軟體加上自己操作而能建構數學的知識，也培養積極建構數學知識的動機與學習態度，具備能主動思考分析，自行解決相關數學問題的能力。教師也因此可以提升數學科教學品質，並促進教學者本身的專業成長與素養。

壹、本研究主要研究目的如下：

一、在學術上方面：

1. 透過每次檢討改進後的教學法及搭配3D軟體(sketchup)的應用，探討如何增進學生對數學幾何的學習動機，提升學習成效。
2. 3D圖形軟體(sketchup)對於國小數學幾何補救教學學生學習成效之影響。

二、在教學實務上：

增進參加補救教學的學童對於建構表面積課程上的思考或概念能力。

貳、本研究主要探討的研究問題如下：

- 一、3D 繪圖軟體之輔助教學於應用，對學生的學習成效與態度是否有影響？
- 二、3D 繪圖軟體如何搭配教學法以增加學生的學習成效與態度是否具有影響？

第三節 研究範圍

本研究在研究過程中，由於時間背景、地理位置等因素，而有特有的研究範圍，分述如下。

壹、研究範圍

- 一、本行動研究之研究對象為雲林縣斗六市某公立國民小學六年級課後輔導班參加之學生。
- 三、本研究教學之課程範圍是依據民國九十二年教育部發布之「國民中小學九年一貫課程綱要」所編製之康軒版數學科第十二冊第 1-2 單元，其它版本之課程範圍不在本研究範圍內。

第二章 文獻探討

本章旨在探討3D繪圖軟體輔助教學和與不同教學理論的搭配，對六年級學生在學習表面積這類幾何圖形課程學習方面所產生的效果，藉由行動研究的特色，歸納出軟體輔助教學應用於六年級補救教學最能產生學習效用的教學模式。相關理論與文獻主要就第一節學習動機、學習態度與學習成效，做說明與介紹。第二節為補救教學的相關探討。第三節為資訊融入教學的實徵性研究。第四節就教學法相關理論探討。因此本研究將使用sketchup軟體作為資訊融入教學的研究工具，因其有動態呈現以及多重表徵這兩者立即性回饋展示的特徵，突破了傳統教學的束縛，提升了在幾何數學方面的教學與學習探討學生經過sketchup軟體融入數學表面積概念後，是否有助於學生日後克服體積複合形體的概念理解。

第一節 學習動機、學習態度與學習成效之相關研究

壹、學習動機

有些孩子會自動自發讀書，有些孩子非得等到最後一刻才會讀書。有些學生可以靜下心來閱讀，有些學生卻連短篇故事都懶得看，這些問題都涉及到動機(葉玉珠,2003)

根據張春興(1996)對動機一詞所下的定義：動機是指引起個體活動，維持已引起的活動，並引導該活動朝向某一目標的內在歷程。Pintrich, Marx 與 Boyle (1993)；Winter, John, Stewart, Klohn, 與 Duncan (1998) 則認為動機是引發、引導和維持行為的一種內在狀態，它常和特質產生交互作用後影響一個人的行為。

田興蓉(2003)研究發現：在國一課室中實施數學科的相關教學法，對增強學生整體的學習動機和數學概念的學習有正向的幫助。Slavin(1984)認為促使合作學習成功的一項重要因素就是學習動機的增強激勵了同儕間的學習。因為在合作學習中，小組成員必須要有努力才能成功的學習動機。許多的研究證明合作學習是可以有效促進學習者的學習成效，而合作學習之所以能促進學習成效，初步被認為與學生學習動機的增減幅度有關係(Johnson & Johnson,1990；Slavin 1984)。學習者的學習動機會影響所使用的學習策略，更會影響其信念態度與成就。(Paris,Cross & Lipson,1984)

貳、學習態度

對於學習過程中所抱持的態度，便稱為「學習態度」。

學習態度的涵蓋範圍廣泛，包涵對本身、同儕、教學者、環境、價值觀的態度。國內外學者在這方面的研究，有的是以學生對學校的態度，有的是探討學生間的態度為名。這些研究皆指出，學習者對學校的態度在其學習的表現上有著重要的角色，學生對學校若有積極態度，則其成就將會有更佳的表现，適應能力會更好；相反的，若是消極的態度對學習會產生壓抑的效果(郭聰貴，1978；張新仁，1982)。所以說學習者對學習事物所抱持正向或負向的態度，會影響其學習動機的強度，進而影響學習上的行為，而造成不一樣的學習成效。所以態度會影響學習的效果，電腦態度會影響之後電腦素養與技能的獲得(吳明隆,1993)。

在學習態度的實徵研究例子中，指出學習態度的轉變會造成學習表現及行為的改善。

臧俊維(2003)探討經由小組合作學習教學法，是否會改變學生的數學學習態度。其研究分析得到以下結論：接受小組合作學習教學的學生，在數學學習態度上，有顯著的差異。而且進一步發現，接受傳統教學方式的學生，不但數學學習的態度沒有提昇，反而是大大的減低。

吳愛玲(1999)學習態度是學習者在學習過程中，對學習內容的學習事項及學習活動的一種心理準備狀態或行為傾向，經由後天學習與環境因素所形成，足以影響行為與學習結果。

周冠男(2003)探究如何改善數學學習態度的方式。研究結果有下列三項：一、在施行多樣化教學策略後，學生在學習態度上的轉變達到顯著差異。二、在不同的數學題材下採行合宜的教學法可達到即時改善學習數學的態度，數學教學者可以在不同的教材單元選擇適當的教學法來進行教學。三、從態度的轉變到行為也跟隨著改變的過程中，兩者之間仍有許多相關因素交錯影響，學習行為在短期間內不一定能有顯著進步，但在上課過程中因為學習態度的提升，使得學生的不專心、發楞、打盹等負面學習行為明顯減少，對數學課也顯得較不害怕、不敢接觸。

參、學習成效

張春興(1998)提出「學習」是指經由練習或經驗而使學習者在行為或行為潛勢上產

生較持續且長久改變的歷程。

劉海鵬(2002)認為學習成效是權衡學習者學習結果的指標，也是教學品質評估中最主要的項目之一，學習成效會受到學習方式，課程設計、教學方式等因素影響。

Bower 與 Hilgard (1981)則認為學習是指個體在某個給予的情況中，反覆經驗而引起個體在行為或行為潛能上的改變或變化，只是前題是該種變化是不能根據個體的天賦反應、成熟或暫時狀態(如疲倦、恍神、酒醉等)為基礎來解釋。

研究指出學習成效是指個體透過教導和學習的過程所呈現出的行為改變能力；形成性或總結性評量測驗效標在各種效標中，最常使用的效標就是學習成就上的測驗，因此以學習成效為效標可包含：學校成績、成就測驗分數、升級與畢業的成績、特殊榮譽、教師對智力評定成績等，這些成績也經常成為多元性向測驗和人格測驗的效標準則(郭生玉，1999)。本研究所指之學習成效包含學習中認知領域的形成性評量與學習後之總結性評量及學習者情意上所表現之行為改變與學習能力的成效呈現。

洪明洲(1999)指出，對於具體的學習成效應該包含客觀的學習成效與主觀的學習收穫兩類：1、客觀的學習成效：包涵了測驗成績、完成進度所花時間、學期分數。2、主觀的學習收穫：包括學習滿足、成果、喜好等。

黃雅慧(2003)在學習者學習成效評估上，提出非主觀的學習成效包含了完成進度所花的時間，當學習者完成所花的時間愈少，表示學習的效率愈好。

第二節 補救教學

在民主潮流的衝擊下，教育的思潮也讓教師從傳統的教學者至上的觀念轉變到需照顧並重視到每位學習者與他人在學習狀態和資賦的不同、因材施教等議題已被社會普羅大眾所接受並重視，不同以往的是現在的教改訴求是照顧到每一位學生，將每一位學生的能力提升(張新仁，2001)。以下就補救教學之理念特徵、重要性、歷程做探討。

壹、補救教學之理念特徵

補救教學是一種權宜的教學型態，指在對有學習困難之低成就學生，施予適當的課業輔導，提供更多學習機會，以彌補正規教學之不足(李詠吟，2001)學習者在學習的過程中遭遇到了困難或阻礙，需要接受教學者特別的幫助。國民小學課程標準「教學實施」提到，評量分兩種，其一為診斷評量，其施行的目的在於瞭解學生的起始行為和其所遭遇到之困難，以為擬定教學計畫之依據，以作為補救教學之參考(教育部，1993，p.118)。補救教學的最後目標就是為補足正規教學的不足，而對低成就學童施行合適的課業輔導(杜正治，2001)。

貳、補救教學之重要性

張新仁(2001)指出補救教學是一種「評量、教學再評量」的反覆歷程，具有事後幫助的功能。而補救教學亦是教學者教學重要的一面，它是一段反覆循環的學習歷程，必須依照學習者之學習狀況評估後所分析出來的原因，進而提供合適且有效之教學策略(康木村、吳吉昌，2000)。補救教學的施行，可以協助學生克服學習所遇到的困境，以有效達到所設定之學習目標(許天威，1986)。而這些補救是可以減低學生在學習過程中的挫敗感與無力感。進而增加學習成就及信心。

參、補救教學的歷程

研究者張新仁(2001)指出補救教學是一種「評量、教學再評量」的反覆歷程。而這歷程補救教學實行之前，必須先瞭解學生的先備知識及迷思，然後再設定一套符合學童知識需求的教學設計，之後再重覆的進行診斷及教學，直到達到學習的目標(陳英哲，2007)。而補救教學的歷程是先篩選接受補救教學的對象，根據學生本身之學習特性與資質、行為與學習類型等，選擇合適的教學教材與教學策略，再施行教學，期望能有效提升參與補救教學學生的學習成效(王瑋樺，2001)。

為了使教學工作有穩固的發展與成效，教學者需尋求穩固的評估與論斷並依評估後所找出的原因，提供適合且有效的教學策略。本研究補救教學之施行，因為學生在六年級時已學習過的表面積單元，但部份學生則因學習上有落後之情形，又值教育單位提撥經費所開辦的課後照顧課程可讓研究者來施行補救教學，針對學生於表面積概念不清楚的地方於放學之後再配，合3D繪圖軟體sketchup軟體來進行教學，目的在於幫助學生釐清表面積相關觀念。

第三節 資訊融入教學

台灣目前是世界上的資訊設備生產重鎮，資訊科技與設備的普及速度快，隨著電腦資訊應用的快速發展，許多先進國家紛紛開發或探究資訊的應用方式於各領域。這種變化也出現於教育層面。我國於近年來對資訊教育的重視已延伸到資訊融入教學。九年一貫課程強調各領域的教學活動，可以在最適宜的時機應用資訊科技來輔助教學，以提升學習成效(何榮桂，2000)。

壹、資訊融入教學的意義

資訊融入教學不是一個獨立的能力，不適合依此來教導學生，否則學生會失去運用資訊科技能力的意義。資訊科技應被視為一樣解決教學、問題、合作學習與訊息傳遞的工具，運用教室中的電腦設備，與教師教學理論結合，協助學習者進行學習、探索與實驗使此「工具」成為平時教學活動的一部份。故民國 100 學年度將實施的九年一貫課程綱要，在資訊教育議題上明確的指出資訊課程目標旨在培養學生資訊擷取、應用與分析、創造思考、問題解決、溝通合作的能力，以及終身學習的態度，以增進學生利用各種資訊技能，進行資料的搜尋、處理、分析、展示與應用的能力(教育部，2008)。

貳、本研究資訊融入教學之理論根源

一、認知學習理論

在教育目標的分類上，Bloom的認知學習理論說法較廣泛被使用且較有影響力。Bloom等將認知領域區分為知識和智慧能力兩大類，他認為知識為一切認知的基礎，純粹只具有知識對於學生的能力並無幫助，教育應著重於智慧能力的培養。

二、訊息處理理論

訊息處理理論是認知學習理論的分支，主張在學習的歷程中，教學者是否能適當的給予學生適切的訊息與刺激，增強對訊息的記憶，避免遺忘。訊息處理理論強調人類的學習，是經由感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在活動，吸收並所學知識的過程（張春興，2002），此過程運作方式如圖 2-1。

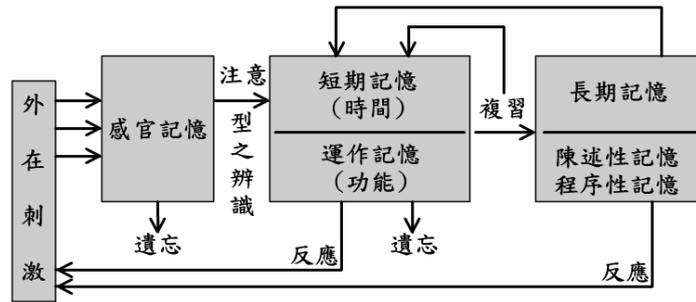


圖 2-1 訊息處理中的記憶與遺忘

訊息處理論中提及的訊息處理過程可分為感官記憶（sensory memory）、短期記憶（short-term memory）和長期記憶（long-term memory）三個層次（林生傳，2003）。

（一）感官記憶

感官記憶是一個停留時間較短的记忆，感覺印象來自任何的感官。感官記憶可以接受大量的訊息，但它僅能短時間保留這些訊息，若學習者對於刺激的訊息能再進一步加以留意處理，則可產生短期記憶。

（二）短期記憶

是指感官記憶中，型之辨識、編碼等處理程序後而能保存到20至30秒的記憶。其主要任務是將感官記憶所接受之訊息更進一步處理，以利儲存。例如在語文材料的學習中，將語文材料的形、音、義分別編為形碼（visual code）、聲碼（acoustic code）與意碼（semantic code），經過編碼後的訊息才可儲存。心理學家也證實甲，此三種型態的編碼，以依優先順序為聲碼、形碼與意碼，由此可知資訊融入教材以視覺媒體的方式呈現，再加上教學者的說明解釋，在訊息處理論中的編碼論，會是有效的。

（三）長期記憶

長期記憶是指記憶之中能夠長期甚至永久大量保存訊息的階段，當學習者進一步針對訊息進行複習時，則產生長期記憶。長期記憶可以存放大量而有系統的資訊，且會針對這些資訊依一定的規則分類、組合和保存。在本研究中希望藉由3D繪圖軟體在電腦中的呈現來建立學習者的知識，再配合學習法來增強學習者對所學知識的記憶。

參、資訊科技融入教學之範疇

資訊科技融入教學之範疇，係指教學活動中能運用資訊科技表達教材內容的適用範圍，促使教學者在授業的過程中更具多元化，學習者能感受到學習的生動與活潑(張國恩，1999)。根據張國恩(1999)與盧秀琴、姚乃丹(2002)的觀點，將適用於國小課程使用的六項資訊科技融入教學種類，歸納整理說明如下：

一、將抽象化的教材轉變成視覺化的教材

藉由資訊科技視覺化的展現功能，許多較為抽象、不易瞭解的知識(以國小自然生活科技領域或數學領域居多)或口述講授較為單調的教材內容，可輕易表達出易於理解的效果，提高學生學習的動機與成效。

二、需要培育從事實物演練而獲得的經驗學習

針對需實際操作練習的教材，如：自然生活科技的電路實作或數學領域的九九乘法練習等，可運用已設計好的軟體，提供學生精熟反覆練習的機會，獲得實務的經驗。

三、學校無法提供問題解決的環境

有些教學資源的不易取得，針對教學課程的需要，透過網際網路強大的資料庫搜尋模式(如圖片、影音)，都是可以有助於教學活動進行，縮短備課時間及減少準備的工夫。

四、加強學校專業化學科教師的補足

針對專科教師欠缺的問題，可透過遠距教學，使學習課程能達到完整性，例如：偏遠地區教師的不足，學校即可利用遠距教學的方式，將少數的教師資源運用到多個班級的教學中，以因應學校多元化與專業化的課程需求。

五、延伸教材的需要性，引起學生之學習動機

有鑒於學生的個別學習差異，並非每個編排會特地在正式的教材中提及，而可能以補充教材或輔助教材編列的方式來呈現，因此，對於國小教師忽略而學生又想要學習的教材，是可以藉由電腦重新編製，製作成相關的教材供學習者練習或使用。

六、自我診斷與自我評量

知識診斷及學習評量經常是一項負擔較重的教育工作，透過電腦資訊設備的線上評量或診斷系統，可減輕老師負擔，亦可以得到學生良好的學習成效。

本研究由以上觀點來切入，針對 3D 空間繪圖軟體來具體化表面積的抽象概念，並透過實際操作軟體及教學者的應用解說來補足教科書中部分未詳述的觀念，來當作補充教材工具。

第四節 教學法之相關理論

壹、建構主義學習觀

建構主義 (constructivism) 是近年來科學教育界所重視的學習觀點，早在民國八十二年數學課程改革的動向之一即是「學生的數學知識由發現轉向建構」(甯自強, 1993)。甯自強 (1996)；而概念的形成是經歷「經驗」、「察覺」、「瞭解」三個階段逐步完成的。在「經驗」到「瞭解」提昇的過程，則是透過反思抽象 (reflective abstraction) 而建構達成的。郭重吉 (1992) 認為建構主義在數理科學學習上有兩個主要原理：一. 知識需主動的被接受，並由具有認知能力的個體所主動建構出來。二. 認知的功能是具有適應性的，其作用是把我們所經歷的事物加以組織。Driver (1986) 以建構論的觀點提出其對學習的看法：一. 學習的結果與學習環境及學習者的先前知識有關。學生的概念、目的和動機都會影響他們與學習材料互動的方式。二. 學習主要是在建構內在的意義，而意義是由學生所看、所聽再加以類化、調適而成。三. 意義的建構是持續不斷與個體主動的歷程。四. 學習者所建構出的意義與多數人認同的意義加以比較，結果有可能被接受，也有可能被拒絕。五. 學習者要對自己的學習負責。六. 學習者所建構出的意義，主要的經驗來自於與真實世界的接觸，和經由語言間的溝通所形成的。

NCTM (2000) 所發表的「學校數學原則與標準」(Principle and Standards for School Mathematics) 中提到，有效的數學教學必須先瞭解學生於該學習中已經瞭解多少、以及欠缺什麼。而後再激發、協助其學得更好。這代表著數學教育應該著重在活動及發現數學原理的歷程中 (Freudenthal, 1968)。因此，教師教學前若能先提出學習內容之前備知識，將有助於確定學生的起點行為，也能幫助學生和之前的舊經驗進行聯結，進行認知結構的同化與調適，而非只是進行零碎知識的學習。

建構主義是指以學生為主體的教學活動，在教學過程中強調學生與學生、學生與情境以及學生與老師的互動關係，讓學生主動的來參與。雖然知識是由學習

者主動建構的，可是教學者並不能退出學習者本身的學習經驗與情境；相反的，教學者仍是主導一切教學活動的主要因素，引導教學的流程與發展，只是教學者必須改變以往在傳統單向教學中，講述者、解題者的角色，轉而成為引導者、佈題者，因此，教師任何的教學策略及教學理念，都將對整個的教學品質有直接性的影響，表面上參與學生學習的機會減少了，但實際上所肩負的責任卻更重大了。

貳、輔導發現法

Bruner(1966)認為學習的行為是由獲得、轉換、評價三個過程所組成，即激發學生能主動的、有興趣的產生學習動機，他認為用獎賞或競爭等外在動機的收效只是一時，成效是有限的。教師應廣泛的使用發現式教學法於教學中，引導學習者去發現問題的結論和規律。輔導發現法是教師給予學生問題，由學習者自己設法蒐集資料，設法解答問題，並由教師在必要時介入學習來予以引導。運用此一方法，問題需事先準備好，解答問題的有關資料亦可預先準備並安置在易取得的地方，並要將這些資料處理到適合學習者的程度與心智認知，使他們感覺有其用處。在輔導發現法中，教材是有架構的，必須包含學生的活動，且問題必須能激發兒童的興趣與好奇動機，適當可用的材料也必須事前準備好。在討論互動的過程中，給予學生自由思考、自由作答的機會，所提出的問題也需要合乎他們在當下所能瞭解的程度。輔導發現法是鼓勵學生有其個人獨特的發現機會，教師在問題與理解中的穿針引線，對於新學習的意義化與一套資料演繹中獲得結論等的學習，是非常有用的。以下就輔導發現法的學習方式在教學上的啟示來做個說明：

一、經驗起點為學習者所舊有的

教師在教導科學知識之前應認真考慮學習者先前的（原有的）知識背景，以及現有的認知概念，亦即呈現的教學內容應在學生可能的發展區（甯自強，1993）範圍之內，與學生的經驗緊密結合才能引發學習者有意義的學習。因為新的知識必須依靠學生原有的知識才能穩固地成為學生知識的一部分（郭重吉，1992）。

二、角色的轉變

教師在教學中所扮演的角色已不再是一個知識的提供者，而是一個「輔導探索者」，適時的引導並培養學生的學習興趣以及主動探求、推理、比較、分析、綜合和獨立解決問題的態度與能力。

三、佈建出合適的學習情境

教師是學習環境的建構者（Millar，1989），以建構論為取向的教學應注重在整個學習流程中的所刻意安排的高低起伏情境，調整現有的教材、佈置問題情境，刻意製造認知上的衝突以引起學習者的反省及思考出解決問題的門徑。

四、鼓勵學習者反省思考

發現式學習所提供的教學則希望學習者能將以往一直被視為理所當然的知識，例如：教科書上的知識，能夠再加以思考。教學時則提供較適合學生經驗背景的教材次序以促使學習者對學習對象能夠有建設性的理解（Millar，1989）。

由以上的敘述可知，教師能運用輔導教學法的策略來協助學生突破學習的障礙，並配合問答的技巧，增強抽象概念的思辯，提昇學習的成效。運用生活化和多樣化的內容，培養兒童主動思考能力、建構自我的觀點和說法，激發其學習興趣，可配合具體實物的操作，解除學童對算術的恐懼，讓數學不再枯燥、困難，使兒童的學習過程更為充實、豐富、有趣。

參、討論式教學法

當代數學教學的趨勢已逐漸走向社會建構導向的數學教學，所強調的是學生藉由與社群的互動進而建立數學知識，而教師應是引發學習活動、佈置教學情境、營造班級建立起全體討論的文化輔導學生的角色。在討論式數學教學的過程中，讓學生認為建構知識與討論辯證的過程中應該是同儕式的互動，並非同儕間的爭執。學生必須與同儕建立合作者與可以共同解題及形成共識的伙伴的關係（周筱亭，1994）。在建構導向的教學理念之下，教師的角色有別於傳統教師，教師被視為促進者、激勵者，能佈出激發學生探究，鼓勵學生思考的問題，協助學生提升他們自己尚未成熟的想法（鍾靜，2000）。想要在教室中產生討論，教

師可以針對課程來設計問題，鼓勵學生與他人進行討論，學生可以針對教師所提之問題提出自己的看法與觀點、針對同儕所提之意見加以回應、甚至於自己提出相關的或進階的問題，而班級中的任何一人，均能對此提出意見或質疑，進而達到全班性的討論活動。

小組討論為主的數學教學，在教師妥善的經營之下，小組討論可以是討論式數學教學型態的一種。討論式數學教學旨在經由彼此間的互動對答、辯證，進而建構出自己的數學知識，藉由運用數學的語言，持續進行表達、質疑、辯證與協商的活動，進而歸納整理出富有數學意義的知識。討論式數學教學主要希望學生能以社會互動學習方式，要求學生說出自己想法、辯證數學概念，學生與他人的互動將是討論式數學教學中的主要教學過程，要求學生認為將概念清楚傳達給他人瞭解是他的義務（Yackel & Cobb, 1996），將可確保學生在討論過程中的學習狀況。

綜合以上所述，教學著重在互動的歷程，學習不再是單向的灌輸，而是藉由特定的社群互動建構出來的。現今的風氣匹變，教師教學的歷程亦由以往的權威轉為民主，由單向轉而雙向，由簡單轉而複雜。教師在討論式教學中是站在輔導學生、引發學習活動、佈置問題與教學情境、營造且維持教室學習氣氛的關鍵地位；而數學教室中的成員若能適當扮演好自身角色，建立成一個可討論的社群，針對數學議題進行彼此的溝通與協調，藉由此過程進而彼此獲得數學的知識，進行有意義的學習，那討論式數學教學的實行將更為順利，亦更能發揮優質的教育與學習。

肆、合作學習法

一、何謂合作學習

目前的教育體制是群體教學，學習者在教育環境中不是一個獨立個體，是與同儕一起學習共同的課程，然而在學習過程中，除了教學者的教授知識外，最常接觸者就是同儕，利用同儕的接納與鼓勵，同儕在學習歷程中不僅擔任教學者的角色，在互動中也提

供了給自己學習上的一個反思與精進的機會，在基本需求滿足的情況下，知的需求及自我實現的需求的渴望便會成為學習的潛在動機。

二、合作學習的內涵

合作學習法 (Cooperative learning) 起源於美國的60年代，因當時的社會氛圍讓傳統教育反映出社會、文化與經濟的不平等，因此發展出反隔離運動，合作學習的教學策略就是反隔離運動反映在教育上產物。合作學習的目的有二：精熟學習與促進人際關係。透過小組成員的反覆練習與相互指導，可以達到多元文化教育，提升學業成就的目標；而透過不同背景學生的接觸與合作，可以使學生化解偏見，產生互賴與尊重的態度。二十世紀的學者Dewey則認為，學校教育應培養學生將來在民主社會中生活應有的能力，必須培養學習環境中的民主氣氛，使學生能解決問題、適應團體中共同工作，成為有社會責任感的公民。(周立勳，1994；簡妙娟，2000) 合作學習是近年來蔚為風潮的創新教學策略之一。Slavin (1983) 認為合作學習是一種具備有結構性與系統性的教學策略，在學習的歷程中，教學者分配不同能力、性別、種族背景的學生，於同一組別共同學習，此種教學法可適用於大部分的學科及不同的年級。合作學習對教師來說是一種教學的策略，對學生而言是一種活動的歷程，在這合作學習的歷程中，主要利用小組成員之間的分工合作，共同利用資源，互相支援，去進行學習，並一起達成共同的目標，此一目標不但有利於己，也有利於他人(黃正傑、林佩璇，1999)。

三、合作學習理論

學習策略是固定的，但教學現場卻常受學生個人特質、班級氣氛、學習材料、教師特質、學習時間而影響，老師必須機動性的調整教學方式及策略，以確保學生達成有意義的學習。以下列出合作學習的理論基礎，是每一個教師在使用合作學儀策略前應先進行瞭解的。教師藉由瞭解合作學習的理論基礎，才能理解合作學習策略中，每一個步驟對學生產生的影響及意義；也才能將教學策略做適當調整，設計出一套為目前學習者量身打造的合作學習策略，讓學生學習更有效果，也能有效減少合作學習時產生的負面效應。茲從民主教育理論角度、動機理論、從需求理論角度、社會學習理論、認知發展理論、社會建構理論的角度切入，整理如下：

(一) 從民主教育理論角度

十九世紀的美國教育學家 Parker 認為，合作是民主社會的要素，而「共同責任」則是民主的中心原則，在民主社會中，個體藉由合作增進自我的發展，貢獻社會的能力也因此增長；他認為合作不僅僅是民主社會的要素，在教育上合作亦是學童內在的學習動力，學校教育應利用合作取代競爭，才能使學生能力獲得最大的發展，當班級瀟灑合作與分享的氣氛，學生更能樂在學習，主動學習（簡妙娟，2000）。

（二）從動機理論角度

學習動機，是學生學習的原動力，其表現及成敗，受到學習動機的影響；同樣的，學習動機也受到學習結果的影響。若是學習沒有動機，即使具備傑出的能力，效果也無法充分展現。因此合作學習不僅要創造出學習情境，增加互動機會，讓主動者在互動中獲得成就感，在互動中得到反省思考的機會，被動者在不落人後的激勵與同儕的接納情境裡，其可以與主動者的互動過程中建立起彼此互相的學習的動機。學者 Slavin (1990) 指出，合作學習中的動機觀點基本上將焦點置於學生的目標結構（goal structure）及報償結構（reward structure）。

1. 目標結構，Deutsch (1949) 分為三種目標結構：

- （1）合作的（cooperative）：個體的努力是以團體的目標為目標，即個體的目标有利於團體所欲達成的目標。
- （2）競爭的（competitive）：指個體為目標所做的努力會防礙他人目標的達成。
- （3）個別的（individual）：個體為目標所做的努力與他人能否達成目標無太大關聯。

因此學習者在達成目標的過程中，與其所處的團體裡其他成員互動的情形，不同的教學方式使團體的目標結構不同；而不同的目標結構也對學習者及團體氣氛造成不同的影響（李致誠，2007）。

2. 報償結構

報償結構（reward structure）方面，Slavin (1990) 認為構成此種結構，必須由整組的表現（或是由每位組員所合計而成的表現）作為是否讓個體得到報酬的依據，因此每位組員皆需盡其最大的努力，為小組爭取好的成就表現。動機理論特別強調學員必需共同努力為達成團體目標才能獲得獎勵與回饋。因此團體共同的目标及獎勵回饋的機制有直接增強的作用。

（三）從需求理論角度

McClelland(1961)在成就需求理論中提到，對「成就」、「人際關係」和「權力」的追求和滿足，是達成工作目標的重要激勵因素。在合作學習的環境下，強調小組成員間相互依存的合作情境，在團體之間的有效溝通和分工中，能滿足「與人互動」和「人際關係」方面的需求。另外，合作學習強調小組互相依賴性和個人的績效責任，不但不會剝奪「權力」和「能力」方面的需求，在「個人的成功來自於團體目標的達成」的互動情況下，原來中低學習成就表現的學生，也更容易得到「成就感」所帶來的滿足，而更進一步點燃起對該學習材料產生興趣的內在動機。

而 Malone & Lepper(1987)提出的內在動機架構為內在動機提供合作學習的有效性論點(丁世芳，2006)。他們認為內在動機架構包含挑戰性、好奇心、操控性和假想空間四個部分，而其中以好奇心與合作學習的情境更為相關(于富雲，2001；江麗瓊，2005)。在合作學習的情境中，透過團體組員之間的商討、懷疑、印證的互動過程，成員有機會發現自己對事物瞭解不完整或不適當的部分，引發其好奇心，並進一步想去追求正確。這種因好奇心引起的學習行為提供在得到了解之後的心理回饋，進一步增加學習的動力及興趣(張寶蓮，1995)。

(四) 從社會學習理論角度

社會依賴的組織方式，決定了個體與個體間的互動，進而決定了結果(張芳全，1997)。在實施合作學習時，除了使學生了解並建立成員間的積極相互依賴的關係外，並需培養學生具有有效的合作技巧，才能發揮合作學習的成效(Johnson & Johnson, 1991)。Lewin(1936)依據其場地論，進一步研究小團體中運作的歷程，即「團體動力論」，發現任一成員或附屬團體均會對團體中其他成員或附屬團體造成影響。成員之間的關係，是絲絲相扣緊密連結，存在著互相依存的關係(黃政傑、林佩璇，1999)。Deutchsh以Lewin的團體動力論為基礎，將相互依賴狀態分別在個體參與特定情境中「目標的」及採取的「行動」兩個向度，分成四個類型，說明競爭與合作兩種類型的相互依賴概念，如下表2-1

表 2-1

競爭與合作兩種類型的相互依賴關係

	合作的學習情境	競爭的學習情境
目標的相互依賴 (以學習目標的 達成而言)	促進的(promote)	抑制的(contrient)
	個體的達成目標與其他各 體目標的達成有積極的相 關。	個體達成目標與其他各體目標的 達成有消極相關
行動的相互依賴 (以個體所採取 的行動而言)	有效的(effective)	敗事的(bungling)
	有益於目標達成的行為 如：互相幫助、相互溝通 互相信賴	降低個人達成目標的行為 如：破壞的衝突、無效的溝通
團體運作的結果	良性的循環	惡性的循環
	合作促進彼此間的信賴，而 信賴將帶來更大的合作。	競爭導致彼此之間惡性的溝通與 籌是，進而造成更大的競爭。

資料來源：周立勳（1994）。國小班級分組合作學習之研究（未出版之博士論文）國立政治大學，台北市。

（五）從認知發展論角度

1. Vygotsky 和 Piaget 的認知觀點

以Vygotsky(1978) 和 Piaget(1926)觀點的理論為基礎，認知發展理論對合作學習的基本假設是，當學生以適當的作業進行互動時，在互動的歷程中便能熟悉重要的學習概念。以認知發展論而言，小組組員之間的討論、陳述、辯證、聆聽、互助行為等，均能提供獲取知識或發展技能所需要的資源，提升學習者高層次的認知學習。因此Piaget的認知發展理論讓我們知道，教育必須提供學生與他人互動的機會，在學習的過程中，與老師及同儕的互動是不可或缺的(于富雲，2001)。在互動的過程中，各取內在所需之成就感與依賴性。另一位學者Vygotsky則認為，學習與發展並非是獨立的，而是一種互相影響的歷程。我們必須利用教學活動創造一個能不斷促進近測發展區的學習歷程，引領學生發展更高層次的認知(孫賢霖，2008)。合作學習的主要精神就是成員間為達到團體目標互動努力而成。經由合作所表現出來的成長，比個別性或競爭性學習得要好(黃政傑，林佩璇，1996)。

2. 認知精緻化觀點

認知精緻化理論是指，當學習者要將剛學到資訊在記憶中作保留，並與舊經驗結合，就必須用一些學習策略對這個所接收的訊息作認知的重整與精熟，例如做摘要、重新闡述等，而合作學習的概念架構恰好提供了這樣的一個機會。另外，在合作學習的過程中，學生述說了自己的論點並針對相異之處的論證，便是對接收的訊息作了重整與精熟，也解釋了為什麼合作學習對學習成效有較佳的延宕效果(李秋芳，2002；賴銳霞，2002)。在精緻化的過程中，學生檢示並修正了舊經驗的累贅之處，為自己權釋出較完美、易懂的知識體驗。

(六) 從社會建構論角度

建構主義是一個教育哲學，它的基本假定是「知識無法被傳遞；知識是被建構的」因此就此角度而言，學習並非僅由教師單方向傳授知識，而是學習者以本身概念為基礎來建構專屬的知識。因此在合作學習的異質性小組中，每位成員所具備的知識本就有所不同，透過成員間討論的過程，將互動內容與互動經驗納入個人的知識結構之中，重組個人的知識結構，逐漸拉近與其他小組成員的知識距離，而達成學習目標（簡妙娟，2000）。

教育部在近年來的課程改革中，設定了十大基本能力的標準，部份內容強調了兼具了認知、情意和技能的教育目標，內涵中的三項包括：1.促進學生加強自我了解、發展個人潛能、培養欣賞、表現、審美及創作能力、提升生涯規劃與終身學習的能力。2.加強表達溝通和分享的能力、尊重他人關懷社會、增進團隊合作及促進文化學習與國際了解。3.加強主動探索和研究的的精神、培養獨立思考與解決問題的能力、運用科技及資訊的能力。在教學實施的過程中欲提升學生的十大基本能力，教學方面應徹底貫徹九年一貫課程的理念；而欲落實所設定的十大基本能力，傳統教師的「講述教學法」和只著重於學生「個人競爭」的學習法已無法適用於目前的教學環境。本研究根據十大基本能力的概念融入了資訊教學並透過合作學習的概念來進行行動研究。

四、合作學習的類型

自1970年代開始，合作學習備受矚目，而發展出許多方法（引自黃政傑、林佩璇，1999）：

(一) 學生小組成就區分法

經學習過程後，個別測驗的成績，相加成為此小組的總成績，並將此總成績列為此組每一成員成績，強調共同研讀，共同分享個別努力的成果。

(二) 小組遊戲競賽法

以學科遊戲代替小考、以能力代替進步的分數，其餘與小組成就區分法相同。

(三) 拼圖法

將相同學習材料分給各小組，各學習小組的成員先分別至不同之專家小組熟習部分授課內容，再回原小組將其熟知部分教給其他同學，強調分工合作與個別享有個人努力的成果。

(四) 團體探究法

將教學單元分為幾個主題，各小組各自負責一項主題，小組準備與研討其所賦予的主題，向其它小組報告，成績評定是依小組報告品質及其它相關的團體表現，此法特別強調小組成員間的分工合作與共同分享團體努力的成果。是一種高結構的教學法，此法與小組成就區分法最大的不同處就是不強調以特別的團體獎勵作為激勵學生表現動機的手段，而較關注於學生參與學習活動之「內在的」學習動機。

(五) 協同合作

強調組員及小組之間的合作，學生依興趣自行編組，每組負責探究不同的子題，各組輪流上台報告探究結果，學生成績依個別表現評分(Kagan, 1992)。

(六) 共同學習法

由4、5位學生組成異質團體共同研讀一份學習材料，合力接受一個測驗，此測驗成績為全組成員成績。共同學習法是強調共同研讀與分享團體成員努力的成果。

(七) 小組加速教學法

Slavin 於1985年為數學科設計「小組輔助個別化學習法」其中此教學法的設計主要基於一個假定：如果學生能自行檢查所學習的教材和自行管理教室，教學者則會有更多的時間去教導組員或同質性的學習團體。

(八) 配對式合作學習

將合作學習與認知心理學結合，組員要會發表出自己的學習心得，也要能提出給其它學習者的學習諫議，以期共同促進教材的組織與保存。

(九) 教師自創

教師亦可根據當時的教學情境採取不同的設計。學生成績可依個人及團體表現比率計分。

因此研究者根據平日教學經驗，擬在研究時間實施部分合作學習的合作學習模式來進行行動研究。

第三章 研究方法

本研究根據研究動機與目的之敘述，並參考文獻探討的結果，以7名國小六年級參與課後補救教學的學生為研究對象，採行動研究方式來探討國小的補救教學，藉由利用Google所研發的3D繪圖軟體，以資訊融入教學的概念來探究學習者在數學幾何上的認知理解情形之成效。研究方法、研究工具、研究流程與實施程序、研究架構、研究背景與對象、資料蒐集以上將於各節內容分述。

第一節 行動研究法

身為第一線的教育從業人員，終日在教學的實務環境中，與學生有第一線的學習接觸，與學生間的互動表達、作業狀況、成績的呈現，學習的效果，教師總是最能掌握情形的一員，學生學習上的困難點與需求點總是能有第一手的相關資訊。針對這些表現，老師們最能在第一時間點於教學上有所改進與創新，生產專屬的知識，改進教學，建構一個適合教學情境的教學理論。本研究採用「教師即研究者」的方式進行研究，教師透過「行動」與「研究」結合的行動研究，作為縮短理論與教學實務差距的方法（蔡清田，2000；林碧珍，2001）。

壹、行動研究的特性

所謂行動研究是指情境的參與者（如教學者）基於解決實際問題的需要，與專家學者或組織中的成員共同合作，將問題發展成可研究主題，進行有組織有系統的研究，以講求解決問題的一種研究方法（陳伯璋，1998）。Zuber-Skerrit於1992年行動研究包括四個主要的步驟：計畫、行動、觀察、檢討並且以螺旋狀的進程去推動（引自Masters.1999）也就是說從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程把教學者所面臨的問題或困境逐一檢視，並且提出解決方案，然後再擬修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。直到求得一個平衡的結果。陳伯璋（1998）指出行動研究的特性可歸納成六點：

一、以問題解決為主要出發點；二、情境參與者與專家學者或組織中成員以共同合作的方式進行；三、能促進研究和行動反覆循環的檢證；四、研究是一種研究者與相關人員互動歷程；五、研究是在特定情境中來進行；六、研究結果的即時(或一時)性。

貳、教師行動研究的重要性

近來國內受西方國家許多教育學者在其中小學提倡由教師參與的行動研究的觀念影響之下，教育界也思考著，讓教育研究的成果能夠在實務上對教師的專業成長與學校教育的改進有所助益（郭重吉，1999），許多的研究顯示行動研究對於教師專業素養的提升是有很大的幫助，不僅帶動教學者對自身教學的反思，也精進了教學者自身的專業。因此教師參與行動研究對於教師的教學反省及改進有著極大的幫助，因為教師參與行動研究對於較符合時代潮流的教育新知，例如合作式學習、以問題為基礎的分組教學等（郭重吉、江武雄和王夕堯，1999）。

（Brown & Borko，1992）強調要成為一位數學教學者，其必須是一位認知和反思能力的代理者。在教育方面的行動研究中，最主要的「反思」過程，此動作能幫助教學者判斷力的提升及創意思考的發展，不僅有益於教學的技巧，並且能引導教學者對於學習者的學習過程中所遇到的困境或阻礙有更深的認知與瞭解。

參、行動研究的定調與特徵

行動研究是實際工作者採取質疑、研究和批判的態度，在行動中反省，審查實際狀況，增進對實際的了解，並改革實際所在的情境（歐用生，1999）。基於實際問題解決的需要，與專家、學者或組織中的成員共同合作，將問題發展成研究主題，進行有系統的研究，以講求實際問題解決的一種研究方法（陳伯璋，1998）。行動研究包括四個主要的步驟：計畫、行動、觀察、檢討並且以螺旋狀的進程去推動（Zuber-Skerrit,1992 引自Masters.1999）。本研究將以上述之四個步驟為架構基本藍圖，來發展本研考之實驗架構。綜合以上種種所述，研究者認為行動研究的精神就在於發現問題，發展策略，解決問題透過不斷的動態循環過程，可促成實務工作者自我省思與檢討精進的研究行為，也就是從行動中研究，從研究中反思，從反思中精進。

肆、實施背景

每位學生都有來自不同背景的家庭，社經地位不同，學習的狀況亦有差別，教學者在教學的過程中，自然會遇到各種不同的教學困境與阻礙。這些困境與阻礙即是教學者要去面對並改進的，因此發現問題，發展出一套教學策略來解決教學上的問題，是教師專業成長所必需。行動研究是加強教學研究有效途徑(歐用生，1996)。目前國小教師教學研究已日漸受到重視，甚至許多縣市的教育當局，也都鼓勵教師除發展自身的教育專業素養外，也透過教育從業人員或輔導團來進行許多行動研究的產出與分享，來精進教師的專業成長，進而為化為行動研究的動力。學者江武雄(1996)認為教師的行動研究，是要長期探討，不斷地反省、改進，以學生為考量。在現今的教學環境、教育政策與社會氛圍三方間微妙的互動下，總會有教學理想與實務上的矛盾與落差，教師更應該發展出有效的一套教學策略，然而教學的演進是需要不斷的行動、不斷的嘗試各種錯誤，不斷的省思體悟才得以有淬煉後的成果。也就是說從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程把教師所面臨的困難一一檢視，並且提出解決辦法，然後再擬修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。透過行動研究的特性，自身所發展出來的教學模式，用來解決教學現場的困境，以期達到教師的專業成長。行動研究是一個不斷循環的過程，連結過去的經驗和未來的行動，做有系統的學習(林佩璇，2000)。本研究將利用3D繪圖軟體sketchup，以資訊融入教學的方式，透過教學的觀察與研究者的省思這些歷程中的經驗來發展出一套適合教學的教學參考，並透過研究的成果來供未來教師在教學專業上的發展。

第二節 研究工具

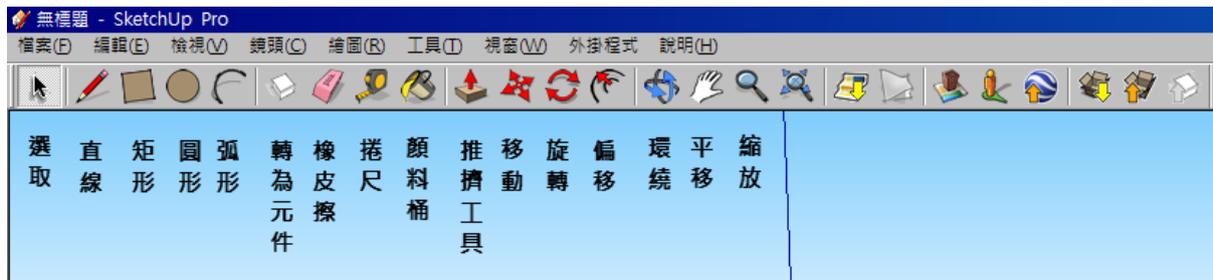
本研究用以3D軟體sketchup為主要教學工具，蒐集資料的工具為出版社所提供之數學出題光碟、表面積試卷、教學現場觀察記錄、教師教學省思日誌及學生訪談記錄等。

壹、sketchup 3D立體繪圖軟體

研究者的工具為知名網路搜尋龍頭Google的附屬自由軟體，sketchup，會使用此軟體是因為以下幾點特性。

- 一、自由軟體下載方便，學生在家自行安裝不會遭遇到困難。亦無侵權或盜版的問題。
- 二、操作界面簡單、明瞭、直覺(本研究只用到基本功能)，如圖3-1 基本指令鈕。

圖3-1

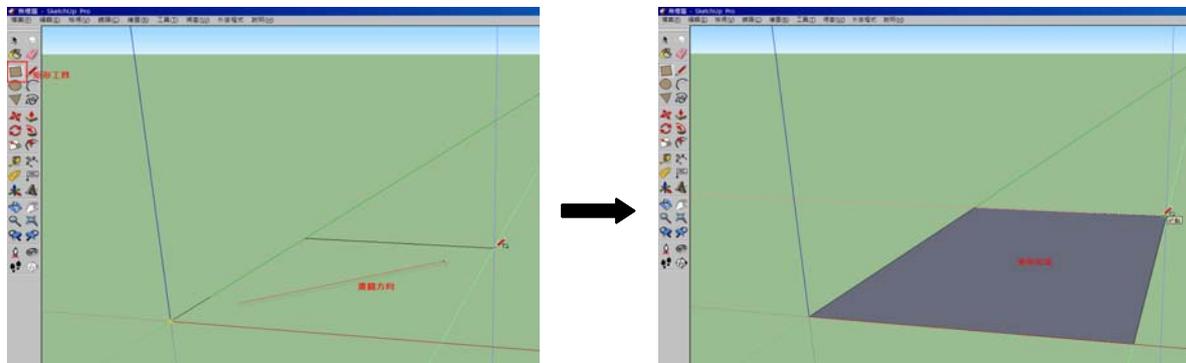


資料來源：本研究整理

- 三、能快速建置平面及立體幾何圖形。

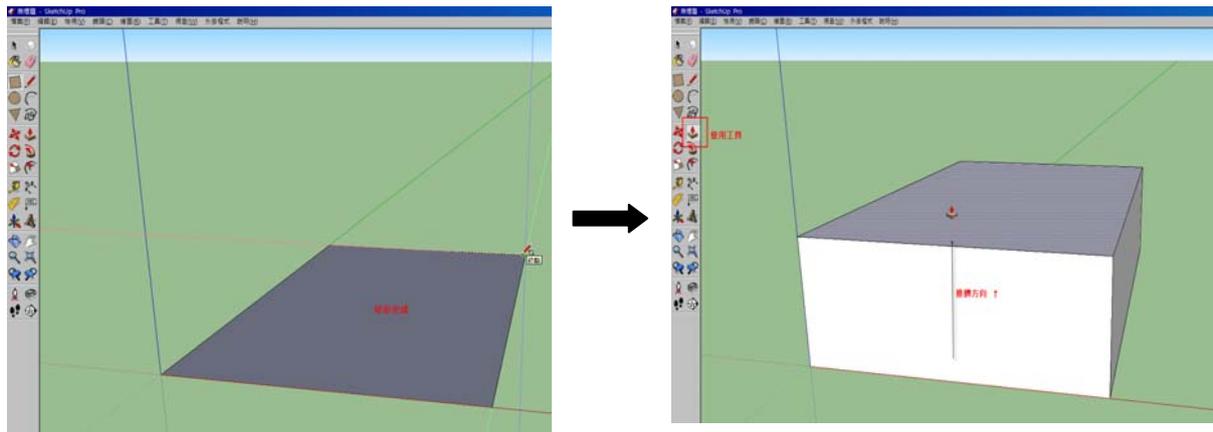
如圖3-2 建置矩形、圖3-3單鍵立即建立基本立體圖形

圖3-2



資料來源：本研究整理

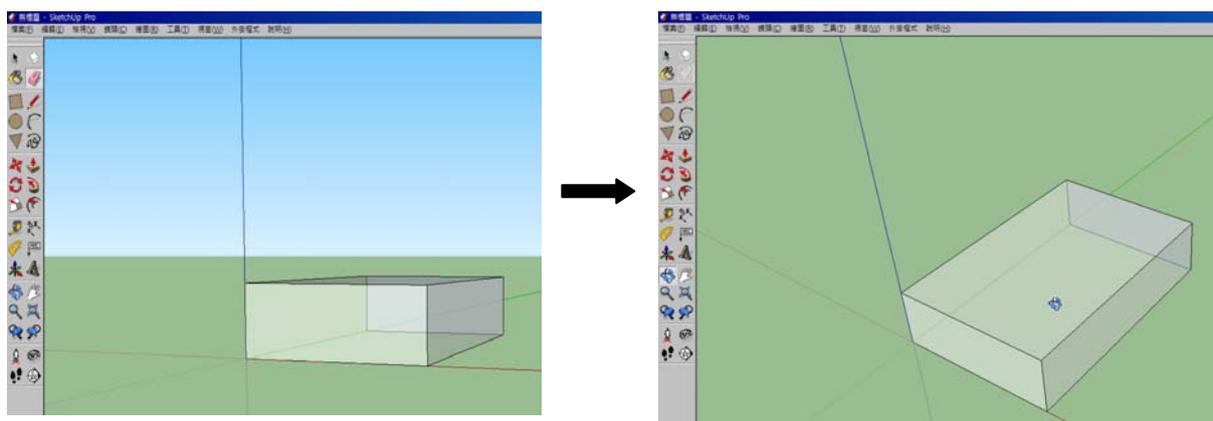
圖3-3



資料來源：本研究整理

四、能在虛擬空間中，指引學生學習幾何如，圖3-4 三度空間檢視

圖3-4



資料來源：本研究整理

其中的第三及第四點是研究者選用其為教學指導軟體的關鍵原因。本研究中，sketchup軟體皆會在每堂教學中使用，每次循序漸進，基本上分三階段來教學，第一階段熟練操作期，第二階段實際操作期，第三階段應用解題期。由入門階到到可獨立自行操作。

貳、教學試題光碟及試題

本研究進行之學生練習及測驗試題出處來源為出版社所提供之教學出題光碟，會選用此為試題來源，原因為各出版社出題光碟內之題目，皆已配合九年一貫課程綱要來設計，光碟中對每個題目都很清楚羅列出各題目之難易度、及該試題所符合之數學能力指標。依此，對題目難易度的界定才不會因各教學者的認知不同而出現不一樣程度的訂定。教學者可以輕易的使用手邊之資源，快速設計出該堂課所想呈現之題目。本研究在教學活動進行完畢後，會在課餘時間或下一次的課堂中，搭配難易度類似的試題供學生練習或測驗，此方式用來檢視教學者的教學目標是否確實達成，以利進行行動後的反思。

參、教學現場觀察記錄

教學現場觀察是教學者在教學時第一線所能掌握到的資訊，透過收集學生其互動反應、上課態度、教學回饋，皆有利於分析日後教學的改進，及評估學生學習狀況。所獲資料經整理分析後，將做為本研究教師教學反思及改進教學方式的資料。

肆、教學省思

教學省思記錄著教學者本身在行動研究的過程中，依教學現場學生行為的表現，問題回饋，偶發事件的教學片段，來推測本身在教學上的優缺點。藉由不斷省思的動作，尋求較佳的解決策略來於下一次的教學中做印證的動作。

伍、學生訪談

另外，為補足課堂上紙筆作業，電腦軟體操作，並無法確實了解上課學生的想法，會於課堂中場休息時間或放學後時間，對學生進行個別或團體性的晤談，以期對學生的想法與疑問有更進一步和即刻瞭解的機會。也順道蒐集相關資料以供本次研究分析。

第三節 研究流程與實施程序

壹、研究流程

本研究採行動研究法，研究流程如圖3-5。

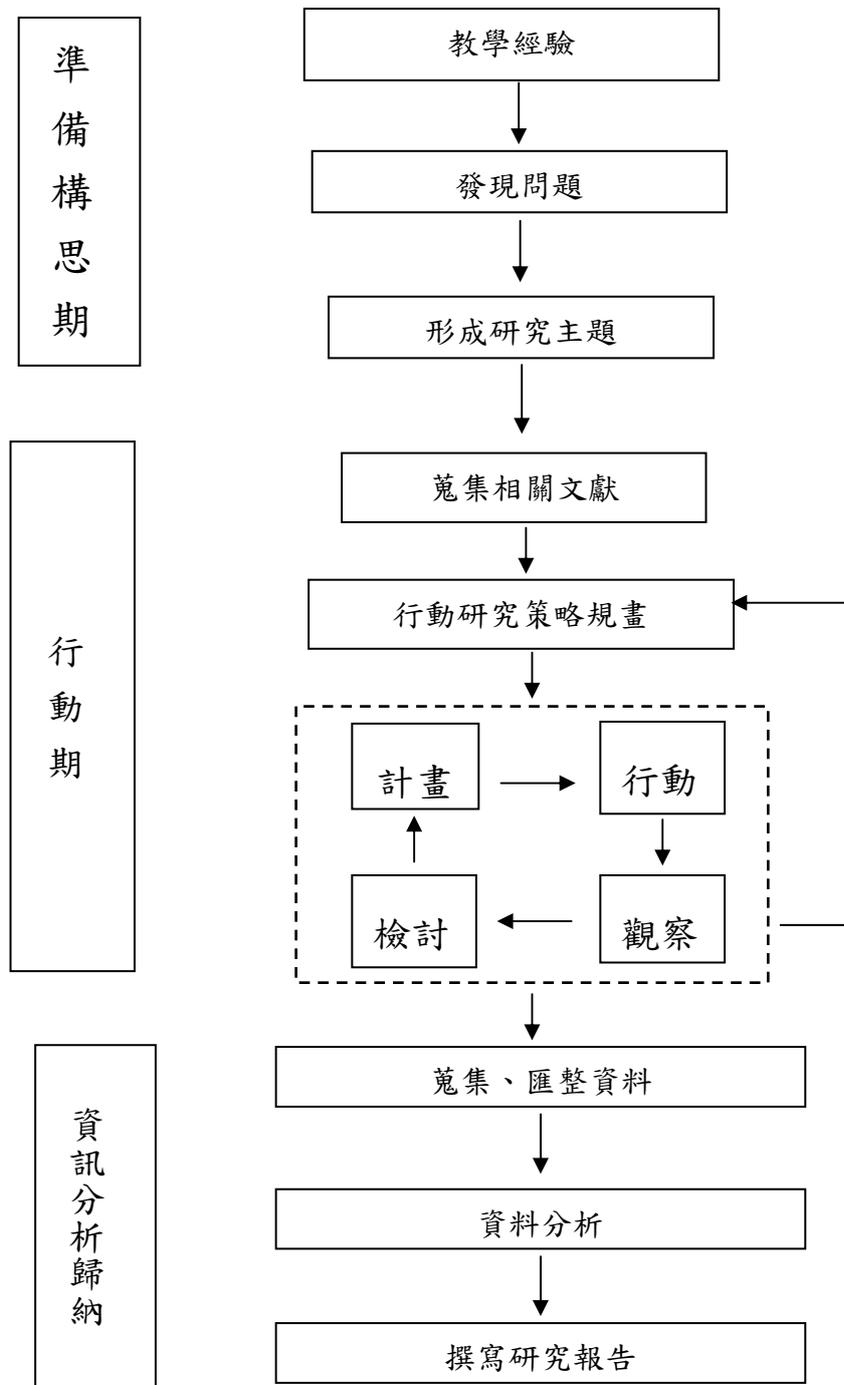


圖3-5 研究流程圖

貳、實施程序

本研究依研究流程，分三個期程進行，包括準備期、行動期、資訊分析歸納。如下：

一、準備構思期：

經指導教授與研究者討論、分析、檢討研究者在教學職務及兼任行政職務上的現況上，是否有切身待討論之教學議題後，就明確的確定將研究議題鎖定在教學法上。研究者在民國99年9月確定研究主題後，在徵得學校教務處行政方面的許可及支援後，即開始尋找相關教學用資源，蒐集相關文獻及國小相關之表面積教材，瞭解資訊融入教學的概念，理論基礎加以整理歸納，形成本研究之主題。

二、行動期：

第二階段主要是以在行動過程中，不斷的以計畫、行動、觀察、檢討等四方面檢視研究者之教學歷程，並透過不斷的循環來找出最適合本研究之教學方式。

(一) 擬定行動研究策略：將所遇到的問題透過所找到的相關文獻資料，擬定初期解決問題的行動策略開端。

(二) 行動研究策略規畫：研究者自民國99年10月中起，開始於就任之學校放學後所辦理之補救教學班，開始本研究，在此時期就已經開進行教學反思，教師反思教材設計反思的循環，以求找出適合本次研究的教學法。茲用下述之方式規畫研究進程。

1.sketchup教學：以Google公司所發行之自由軟體於每次上課教導學生由初期到後期，先後進行下載、安裝、使用、操作、應用之教學。

- 2.練習、施測：利用出版社廠商所配付之出題光碟，依其所界定之題目難易度及所對應的數學能力指標，研究者可統一題目層次難易度之設定，而不至有題目界定問題之疑慮；可專心於檢視所欲使用的sketchup軟體教材教法。不定期於每次上完軟體教學後，對學生施與練習或測驗之成效驗收，藉由收集這些資料以瞭解學生課堂上所學的成效是否顯著。做為研究者反思、改進之輔助資料，以利於研究者在教學上的改進。
- 3.學生訪談：不定期於課堂上、休息時間、課後對學生進行個別或團體的晤談或寫意見表，徵詢學生同意後，記錄訪談內容，並轉譯成書面文字資料，做為研究者反思、改進之輔助資料。
- 4.教學現場觀察記錄：因此研究會用到學生最愛去的電腦教室，故學生的學習狀態與感受應是一個可去探究的選項，故擬定將學生上課情形與狀態記錄，做為研究者改進教材或教法的輔助資料。
- 5.教師教學省思日誌：研究者於每次上完課後，對本身教學與上課掌握情況，學生學習狀態做個通盤的省思與檢討，找出應對之策略，並於下次的教學中予以改進與應用。

本研究是以利用sketchup軟體配合合作學習法來解決表面積教學現場中所遭遇發生的實務問題為主，因此在本研究中，教學現場即本校之電腦教室將是本研究主要的研究場域，另外，因本身兼任資訊組長，正值縣網中心推廣自由軟體之教師研習，並在辦理研習當下與許多有興趣之教師相互切磋交流在數學上如何的可應用於課堂教學，研究者本身也因此對此軟體多有摸索與體會，也因此較知道如何去利用本軟體之特性及操作應用方式來讓學生更快進入學習狀態而不覺乏味。並也因邊學邊教，也促成研究者對於表

面積教學之相關概念的反思與重新建構。在整個研究過程中，研究者透過與自己的對話、與文獻的對話、與學生的對話、與同事的對話、與教授的對話來達成「計畫→行動→檢討→觀察」的精神，也一再的重覆「行動→反思→修正→再行動」的反思精進歷程。

本研究整合和參考部分吳明隆(2001)所提出有關行動研究實施過程中所包含的幾個步驟及張文瓊(2002)所提於體積幾何教學之架構，因此本研究架構設計皆有內容與專家效

度，以下是本研究之教學流程圖 3-6

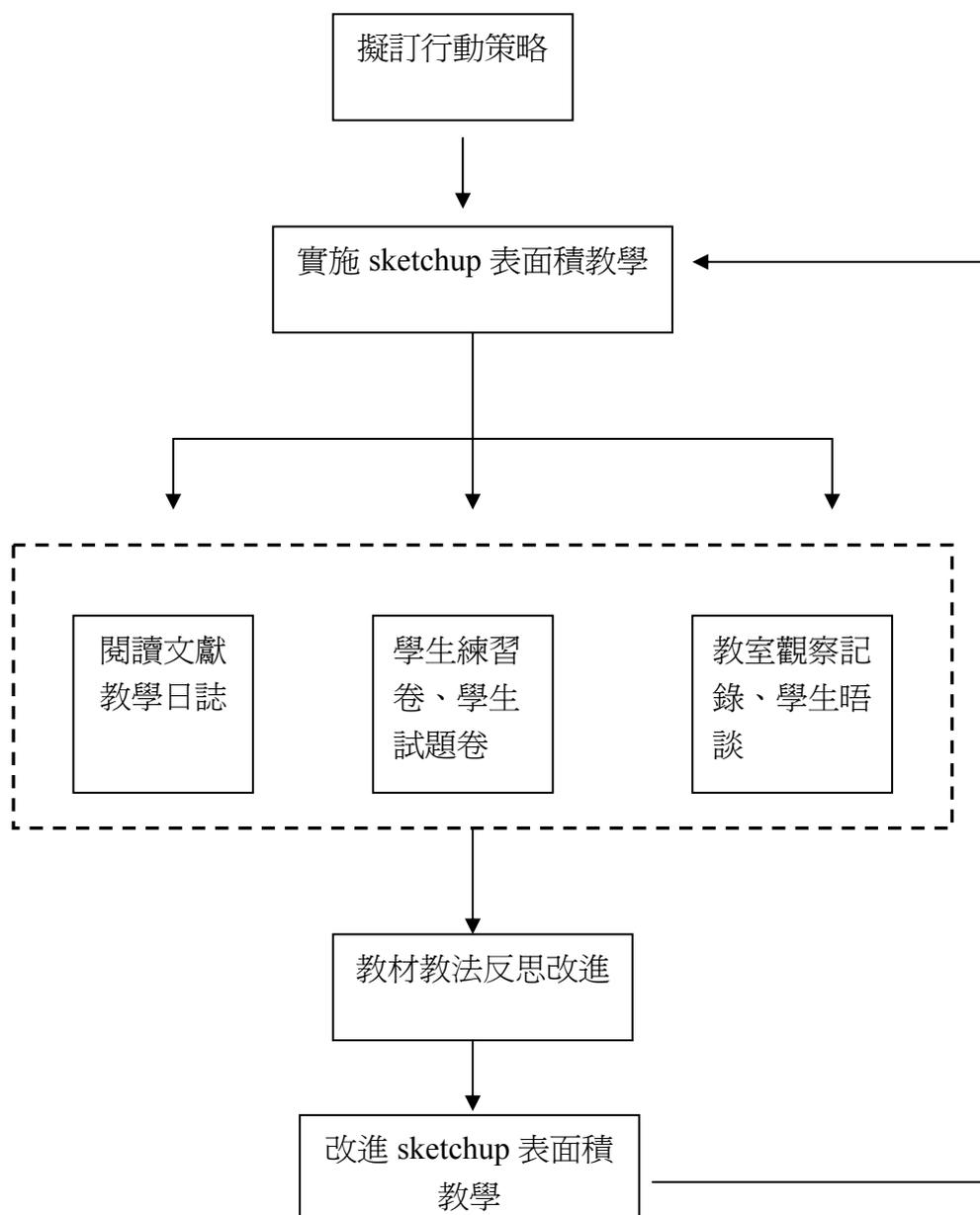


圖3-6 教學流程

參、資訊分析歸納：

在研究進行時，所產出資料一併開始整理歸納，分析，並依相關文獻資料予以解釋，據以撰寫完成本研究論文。本研究旨在透過反思精進的研究歷程，呈現教學者在利用Google sketchup軟體於表面積教學方式上的成長，期使參與補救教學的學習弱勢學生能因此獲得有義意的數學知識，並培養出積極參與數學學習的動機與遇到幾何問題時能利用此sketchup此工具來發展本身的解題策略並透過合作學習來精熟與建構表面積的概念。此外研究者也能從教學現場中找出可行且有效的教學策略，以提升教學者的教學層次。

第四節 研究對象與場域

研究本身，就會受許多外來或自身的因素影響，而衍生出不一樣的應對模式，尤其教育者、受教育者，受教育者背景等各種不能統一規格之因素影響，而會呈現出不一樣之資訊呈現及結果，本節將就研究者背景、參加對象、研究場域三方面來陳述。

壹、研究者背景

研究者有九年的教學年資，擔任高年級班級導師有6年經驗，在學校兼任的行政職為資訊網管教師之職。台中教育大學特教系畢業，修過身心障礙組及資賦優異組，在大學求學期間，修習數理輔系，在特殊教育背景之下，對於學生之個別教學法設計上是在求學期間所特別注重的一門課，本身對資訊軟硬體的有濃厚的興趣，喜歡嘗試各種事物與新的體驗，故在畢業任教職後一直在嘗試利用手邊相關資源來搭配進行教學，同時也促進自身教學經驗的成長，目的在期許能讓學生更快更有效率，也有更強的動機來進行學習。

貳、研究對象

因本研究所欲探討sketchup於幾何教學中，高年級的課程中，已接觸到立體空間的概念學習，sketchup的軟體特性，恰好提供了一個恰當的輔助幾何學習方案。故本研究需要參加的對象為本校高年級學生。研究者本身為班導師又兼任學校網管，又值學校有開設課後課業輔導班，在不影響一般課務及行政業務的前提下，決定從接手課輔班教學來著手本研究。現就研究者之研究脈絡、學生敘述如下：

一、學生背景陳述

課輔班學生共7名，皆為六年級生，三位男生與四位女生，學生皆為學習低成就學生，其中一位男同學為本校抽離式資源班學生。茲將本行動研究成員的背景資料介紹如表3-1。

表3-1 個案學習特質及基本資料

編號	性別	班級	個案學習特質及背景資料
B1	男	甲	樂天活潑，上課分心，心不在焉，較沒有耐心，教學完所給予的回饋總是應付了事，敷衍帶過，常說知道、很簡單、我懂了等詞語。在旁詢問才知學生一知半解並沒瞭解課程重心。玩心較重，上課若無特別調整座位，容易與同學講話。計算容易出錯，先備知識不明確，會有隨便套用的情形。題目理解能力稍差，常會問老師題目所欲表達的意思。
B2	男	乙	上課會依喜樂來決定是否聽講，因此專心度不一，基本運算能力尚可，學習方面不求甚解，性子較急，常想將師長給予的題目算完就自己做自己的事，偶會發問但不常，指導修正所做題目時，有時會給予回饋，最常講「喔、會了、老師講快一點。」。
B3	男	甲	個性憨厚，較愛說話聊天，但言談中有時抓不到重點，有些天馬行空；個性固執，自信心較不足，講話有些誇大，同班同學常會因此糗他，他亦會用言語反擊，上課尚稱認真，但瞭解程度不高，無法舉一反三，閱讀能力不佳，簡單的計算尚可，無法處理數學應用問題(題意理解能力不足)，讀寫能力不佳，目前通過資源班鑑定。較喜歡做完一題就問老師是否答對。較需要師長的肯定與認同。

(續下頁)

編號	性別	班級	個案學習特質描述
G1	女	丙	個性乖巧私下活潑，專心度夠，作業大多能自行完成，數學基本運算、語文讀寫沒問題，理解能力較弱，應用題型解讀能力仍需加強，觀念一多容易因此混淆。空間感能力不佳，抽象概念較無法由思考來解決。
G2	女	甲	個性文靜害羞，學習自動自發，語文能力尚佳，數學理解能力較弱，但其自學認真的態度可為其補齊此方面之不足。能靜下心來思考，直到算出答案。遇不會會主動請教師長，直到弄懂觀念為止。
G3	女	甲	個性靜默，自信心不足，說話或問問題有畏縮的感覺，理解能力稍弱，計算能力尚可，在學習方面算是會冷靜去解決問題的學生，不太愛發問於師長，但會向同學提問尋求解決之道。本身為單親家庭的原住民，課業方家裡無法提供解決之道。
G4	女	丙	個性較沉靜，不多話，個性較直。中等理解程度，可自主完成課業，專心度佳。數學基本運算能力佳，但邏輯概念尚須加強，中等程度題型大多能解決回答。

資料來源:本研究整理

參、研究場域

本校位於市中心，但周邊皆為攤商及自營店面，故本校學生來源許多皆為商人之子，較不像文教區家長般的重視孩子課業，若沒有送去安親班或課輔班或才藝班，通常家庭成員較無法為學生提供課業上的解答，孩子不會主動溫習課業，甚至必須協助家裡生意，所以學習上積極度和課業完成度常有賴學校或安親班來協助。

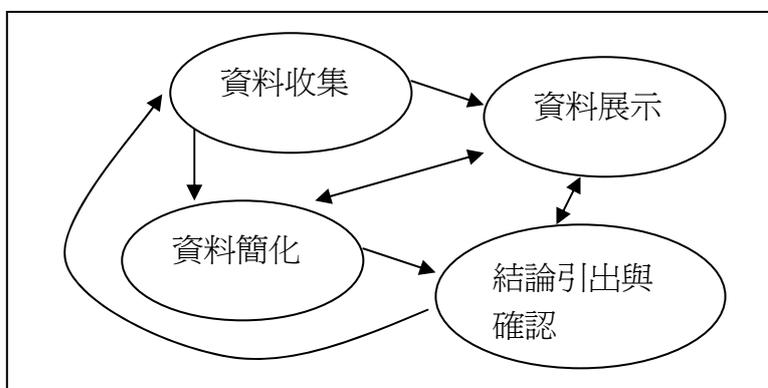
本研究需要使用電子白板教室或電腦教室及一般教室，以進行sketchup教學，並讓學生來實際操作。故特別商請了學校教務處方面於課後補救教學時間，可以借用這些教室。本校電子白板教室共有72吋電子白板一片，單槍投影機1台及教學廣播系統1組，群組電腦8組，可供學生分組時使用；電腦教室則有電腦31台，廣播系統一組，可供學生個別操作使用。本校之個人電腦皆為雙核心機種，故可以順利流暢的操作sketchup。研究者於本研究一開始先行使用電子白板教室來進行軟體入門教學。於中後期利用電腦教室讓學生一人一台電腦進行實作教學與操作，於中後期的研究就2-3人一組以合作學習的方式來進行教學。

第五節 資料蒐集

壹、前言

Miles 與Huberman 認為質性資料具有在地紮根性、豐富性與整體性，因此在作進行分析時需要有資料簡化、資料展示和結論引出三個活動，此三個活動是同時並行的，形成了一個持續的、具有循環性的過程，可由圖3-7質性資料分析過程圖來說明（張芬芬，2005）。

圖3-7 質性資料分析過程圖



資料來源：張芬芬（2005）。質性研究資料分析，台北：雙葉書廊有限公司。

因此研究者在分析資料時採用資料簡化、資料展示和結論引出三個活動（張文瓊，2002）。分述如下

一、資料簡化

資料的簡化是把行動研究歷程中所蒐集到的眾多資料進行選擇、聚焦和轉化的過程，因此研究者將針對蒐集到的資料進行編碼，以協助研究者聚焦研究問題，分析資料，也有助於讀者了解研究資料的來源。下表為本行動研究資料的編碼說明。

二、資料展示

經過組織與壓縮過的資料將會以更顯而易見的方式呈現在後面的章節中。

三、結論引出

資料分析的第三個活動就是引出並且驗證研究結論，當研究者在分析後引出結論的同時，其實也正在進行驗證的工作。

貳、資料蒐集

本研究藉由教室觀察、師生訪談、學習單分析、學生基本資料、教學省思、學習單、調查表等相關研究資料的蒐集進行自我省思以做為之後教學上之改進。凡是在教育現場當下所聽聞者，皆是行動研究可利用之資料(余文玲，2009)。本研究主要資料蒐集方式為透過訪談、觀察、文件記錄蒐集等三種方式來進行，分述如下：

一、訪談

本行動研究對學生採課間、課後群體訪談，進行訪談主要是幫助研究者釐清學生的學習動機，思考模式、態度及行為背後所隱含的意義，嘗試藉由學生對問題的看法來作為學習動機、學習態度、學習成效的佐證資料，及修正教學活動和設計的參考。

二、觀察

研究現場的觀察能詳細忠實記錄教學過程中師生及同儕互動的狀況，本研究的教室觀察主要是記錄並整理教學現場中口語和非口語行為的一切情形並加以記錄，並由記錄中分析出可以引發學生學習動機的因素，引響學生學習態度及成效的種種原因，並掌握課堂上的優劣教學，隨時改進作為下次教學的參考。研究者在行動研究期間隨時將現場中所遭遇的實質問題與思考歷程記錄在省思中，可做為修正回饋的線索及自我精進的記錄，研究者希望能藉由這些記錄的片段，來調整自身教學的步調，構思教學的歷程，以期不斷的檢討、反思，最終提出解決策略，再之後的教學中印證解決策略的可行性。

三、文件記錄

本研究蒐集的資料包括學生文件檔案資料、省思記錄、訪談記錄等文件資料。

學生文件檔案資料則包含在教學現場中，學習過程中，所用之學習單解題過程紙本等學習表現記錄。學生班級教師所提供之學生基本學習資料狀況，以供教學者在教學初期可快速的針對學生狀況做個教學活動設計上的起始標準。

教學省思記錄則包含教學者的教學反思，教學改進策略及學生學習單分析。上述記錄是研究者在教學後對上課情況、學生學習態、成效來做個評估。以做為下次上課修正之依據與參考。

訪談記錄是記錄教學者與學習者間、教學者與教學者間之專業對談，針對教材教法，教學情形對學習者或教學者進行討論，隨時把摘要記錄，提供研究者本身在反思過程中所無法顧及到的盲點有提示點醒之作用。

透過多元的蒐集方式，使資料來源更多元化，透過交互的檢核分析，來提高研究品質。

參、資料分析與編碼

本研究資料主要採用主題分析法來分析訪談資料，是質性研究分析的方法之一。主題分析是指對訪談資料或文件進行系統化的分析，從片段、瑣碎、零散的資料中，歸納整理出與本研究目的有關的語意，進行整理檢視教學過程的來龍去脈，並找尋可議之處來進行修正反思。

為讓資料成為可用、清楚的，研究者先依第一節所述之方式整理簡化資料並進行資料編碼，讓所蒐集之資料，並將資料壓縮成可檢索，以協助研究者聚焦研究問題，分析資料，也有助於讀者了解研究資料的來源。原始資料的編碼意義詳見下表3-2，以方便日後資料分析之進行：

表3-2 行動研究資料編碼表

編碼	意義
SB、SG	S表示學生，SB為男學生，SG為女學生
研究者	教學者(研究者)本身
學資SB1	表示SB1學生資料
問卷20101104-1-SB3	表示SB3學生於20101104所發問卷的第一題題目的回答
學生訪談(老師訪談)20101014	表示於2010年10月14日對學生(老師)進行訪談
教室觀察20101014	表示於2010年10月14日觀察學生上課情形
省思20101014	表示針對2010年10月14日當日教學過程中的省思或感想
SB1學習單分析20101014-2	表示針對2010年10月14日當日SB1學生的學習單的第2題做分析
()	描述研究期間學生之行為舉止(如語氣、表情、情緒、肢體動作)

資料來源：本研究整理

第四章 實施與分析

本研究的設計期望參與補救教學的學生，在透過 3D 繪圖軟體 sketchup 搭配表面積教學的學習歷程後，能讓學生覺得學習數學幾何是有趣的活動，搭配軟體的操作，進而提升對立體圖形表面積的理解，並有效的提升空間幾何的學習成效。

本研究進行期間自民國 99 年 10 月 14 日到民國 99 年 12 月 9 日，每週上課兩節，共進行了 9 週 18 節課，研究者將研究期間與學生的互動關係，記錄成教室觀察日誌、並於課後與班導師和受輔導學生的訪談加以記錄、在每一個完整的教學階段完成後以學習單驗收學生的學習成效，綜合以上資料來進行主題分析。透過不斷反思與持續改進，並對教學策略提出檢討與修正。

本研究是採用行動研究法，在課後補救教學行動研究過程中，透過 3D 繪圖軟體 sketchup 的輔助應用在數學科補救教學的教學行動過程，以提供日後教學者在課程規畫與教學設計的參考例證。

研究者在進行行動研究、文獻探討及整理之後，透過行動研究的方式，持續地蒐集學生在學習過程中所呈現的資料記錄，觀察現象及練習的學習單。利用蒐集、檢討、反思、改進策略的循環，提供研究者在每個階段的教學歷程。本章節以導入教學法於本研究四次階段，分述於以下四小節。每小節主要以以下三個面向來呈現分述。

壹、教學情況及過程摘要

教師瞭解當時的成員組成、程度、態度或軟硬體設備的支援度、適用性等，整個教學的時空與背景來設定整個行動研究的教學走向。

貳、教室觀察及問題發現

一、學生學習態度、成效：

透過教室觀察，師生訪談、學習單等質性資料記錄分析，來討論學生學習態度的轉變與學習之成效。

二、問題發現：

透過上述質性資料，來發現教學歷程中所引起遇到的問題。

參、教學省思及改進策略

教師針對教室觀察日誌、教學省思日誌、學習單分析來檢討反思整個教學過程中是否有該保留或該摒棄的情形，並提出解決策略，來為下一階段教學設計與精進的依據。

第一節、準備期

壹、教學情況及過程摘要

在一開始的補救教學課中，研究者是該學年的級任老師，知道剛上完「立體圖形表面積」之課程，補救教學本身就是針對未達成教學目標者，或學習有困難者，提供後幫助的功能，為達成教學目標及瞭解其學習之困難點，所謂工欲善其事，必先利其器，研究者本身先著眼於瞭解學生成員之個人內、外在狀況及外顯行為之狀態，再訂定下次教學之目標。所以先行參著班級導師所提供參加補救教學之資料記錄，並利用簡短的時間透過觀察學生與學生對話，來瞭解學生的個人狀況。

基本計算易出錯，上課分心，題目的閱理解力不足。(學資SB1)

數學理解力較落後，但基本的運能力尚可(學資SB2)

除法不靈光，加減乘尚可。無法處理應用問題(題意理解不好)(學資SB3)

數學是庭華的弱項，題意理解力不佳，計算也錯誤百出，雖然已給予個別指導，但成效欠佳。(學資SG1)

數理理解能力尚可，但計算易出錯誤(能耐心多算幾次，努力克服)

(學資SG2)

計算上勤能補拙，理解力稍弱但尚可。(學資SG3)

基本運算能力尚可，但邏輯概念尚須加強。(學資SG4)

從以上資料，可知道參加補救教學的學生普遍理解程度不佳，在解題的過程中，通常是題意理解度不佳，造成答非所問的現象。其中 SB3 從基本料中得知是資源班學生。

數學國語的程度皆不佳。

SB2:「不要啦！為什麼要上數學，給我們寫作業就好了啦，不會的再問你就好了，人家之前的老師都可以！老師~~」

SB1:「數學很難耶，最討厭上數學了。」

SG1:「老師~要上什麼單元，不喜歡一直算一直算。」

研究者:「哇！這麼不想上數學喔。為什麼要這麼講，這麼問呢？」

SG1:「因為有的怎麼算都算不出來。」

SB2:「啊！因為上課很無聊呀！一直要聽老師講，又不一定聽得懂。」

SB1:「數學很難聽懂，最喜歡國語了」

SB3:「數學要想，有時就想不出來。」 (學生訪談20101014-4)

上課初，研究者問：你們喜歡數學嗎？它好玩嗎？還是很難，難到不想算。

我來問問幾位。

SB3:「我數學很爛，看都看不懂」

SB2:「一點點，算不出來的時候就很討厭」

SB1:「數學不好玩，怎麼算都算錯。很努力了也不會。」

SG1:「不是很喜歡但也沒有討厭，最不喜歡計算了。」

SG4、SG2:「還好！不討厭，但也沒有喜歡，要看單元，有的單元都弄不太清楚」(學生訪談20101014-6)

問題1：你喜歡數學嗎？為什麼？

SB1:不喜歡。因為很難理解。

SB2:不喜歡；因為數學有的要算很多東西

SB3:有很多不知道的。

SG1:不太喜歡；很難懂

SG2:不太喜歡；因要計算

SG3:不喜歡；因為很多算式，又要計算很麻煩

SG4：還好，因為數學有時很有趣，有時卻很複雜(問卷 20101209-1)

在訪談的過程中，研究者發現這些參與補救教學的學生中，絕大多數都是數學經驗不佳，害怕計算，怕麻煩，在計算出錯，觀念不清所造成的挫折感中，對數學產生排斥感。仍有部分學生是看單元來選擇喜惡數學的。

貳、教室觀察及問題發現

在上課之初，研究者仍需知道每位學生的個性與上課狀態，但因非研究者班上的學生，故需花一些時間來觀察並瞭解每一位學生的特性，特從教室觀察及訪談過程及問卷選項來瞭解與分析。

一、學生學習態度、成效：

上課之初有稍微提到這幾週的課輔課會上數學，上關於有關幾何圖形表面積的課，學生聽了都先皺了眉頭，面有難色，紛紛表示是否可以寫作業就好，不會的用問的。(教室觀察 20101014-2)

上課之初，SB1 小朋友顯得較活發，愛講話，也愛接話，顯得較沒有禮貌也較不專心。SB2 則是一搭一唱，會被 SB1 牽著鼻子走，步調與態度會被拉走。但上課時專心度比 SB1 高很多。SB3 則是無法融入裡頭唯一的男生團體，想接話切入話題中，但總是會被 SB1 打斷並吐嘈。(教室觀察 20101014-3)

一提到考試大家都紛紛愁眉苦臉，一提到之後上課要用電腦上課則是情緒大好，躍躍欲試。(教室觀察 20101014-10)

在學校遇到不會的數學題目，你通常如何解決？

SB1：問同學。

SB2：問同學怎麼寫。

SB3：抄別人的。

SG1：問同學

SG2：問同學

SG3：問同學

SG4：找同學討論或問老師。(問卷20101209-4)

在家遇到不會的數學題目，你通常如何解決呢？

SB1：問媽媽

SB2：問哥哥和姐姐。

SB3：等到明天

SG1：問哥哥AND 姐姐

SG2：打電話問同學

SG3：先空著，早上上學再問別人

SG4：問父母親或姊姊來教我。(問卷20101209-5)

在家通常是誰幫你解決相關數學問題呢？都如何解決呢？

SB1：媽媽；媽媽會打電話給安親班老師

SB2：姐姐；問他要怎麼做

SB3：爸爸；到明天

SG1：姐姐；教我公式

SG2：電腦；上網問同學

SG3：自己；先空著早上上學再問別人

SG4：姊姊，畫圖讓我理解和這題的問題所在。(問卷20101209-6)

在進行正式課堂上課前，打從上課一開始就告知接下來的幾週會進行幾何圖形的數學課程，並告知會使用到電腦來教學，研究者就開觀察學生在課堂的外顯行為表現，發現學生只要聽到上課尤其是數學課，心中就有排斥感覺顯現，希望老師不要進行數學課的教學。課堂中，男學生是屬於較活潑的一群，專注力不足，易影響到別人，也易受別人影響。從問卷中得到的答案中，發現，學生不會的通常是問他人，而非自己先去找尋資料或先行思考，這在數學的學習中，是很不利的。

二、教學省思

男同學較活潑，有時的表現，讓秩序有些亂，需要留意。(省思20101014-3)

在一開始的前測，應該先為小朋友複習，雖然在測驗過程中有提示，但仍感覺需要在事前為他們複習，喚醒先前所學的知識。(省思20101014-1)

教學過程中，不會的同學似乎早早就注意力不集中了，會同學也懂了，也意興闌珊的。需要在教學過程中注入一些新鮮的元素。(省思20101014-9)

因學生特質不一，上課的投入度也不一，故在學習秩序應予以適度的管控，以免影響到其它學生的學習權益。學生在學習意願上是無法有高度的熱忱，尤其是對於他們所不喜歡的科目更是如此。部分學生的基本知識仍不足以來應對現今所教的課程，需要再為這些程度落後的學生再架構出清楚的觀念。

參、問題發現及改進策略

問題發現：

SB1：「我媽會的會教我，但大多數她都不會。」

SB2：「爸媽都會叫我去問哥哥姐姐，但他們有時也不會。我都到學校問

同學，或等老師檢討。」

SB3：「我姐姐會教我，但常常很生氣，所以我就不想問他了，爸媽也不會。我會等到明天問別人」

SG1：「去安親班問老師，那裡的老師會教我。」

SG2：「哥哥會教我，真的哥哥不會，再去問媽媽」

SG3：「爸媽都說很忙沒有空，叫我到學校問老師就好！他們懶得教我。」

SG4：「我不會的會問媽媽。不然就是到學校問老師」

研究者：「SG2 你沒有上親安班嗎。」

SB2：「沒有！媽媽說有哥哥就可以了」

SB3：「老師~我有時會拿去資源班問老師！那裡的老師人很好。」

(學生訪談 20101014-5)

SG1：姐姐；教我公式

SG2：電腦；上網問同學

SG3：自己；先空著早上上學再問別人

SG4：姊姊，畫圖讓我理解和這題的問題所在。(問卷 20101209-6)

研究者發現有學生遇到問題是等到隔天再處理，大多數學生皆會先尋求解決資源，有的來自於家人，有的來自於安親班或求助於同學；但從資料上顯示有的家人無法有立即提供解決的能力，需借助他人才能完成，有學生求助於網路，而網路所能呈現的方式，只有文字，所以研究者認為學生只是求「答案」而非求「解法」。而家人的解決態度，也是一個可議的現象，大多數家長皆會提供協助，不一定是由家長本身，也有可能從家中兄長來提供協助，可是家中兄姊也是在學階段，程度不一，能否提供正確解決之道，或許仍需要檢視一番；學生無法立即且有效的得到解決之道是這個階段所得到的結論。

在設計教學課程前，需要瞭解學生程度而先做一個練習單來測知學生目前本身的

先備知識程度，來提供研究者來設計題型；也因為學生在家無法有效的去解決當下所面臨的問題，所以研究者欲利用一個學習輔助工具軟體，來提供學生可自主檢視問題的工具，也藉此改變以前學生學習是被動吸收且無法自行操作的模式，藉此提高學生之學習動機與學習興趣。

第二節、導入建構式教學法

壹、教學情況及過程摘要

在約略瞭解學生學習概況後，研究者將所預先準備好的學習單發下，以利收集學生的先備知識結果，來瞭解目前學生在沒複習過的情況下，先前所學的知識，到底是瞭解到什麼程度。這結果是研究者所欲知。而接下來的課程是跟面積有關的，對於學習者在學習階段會遇到什麼的狀況，在研究前輩的研究中提及學生在處理面積時會有一些迷思，而對學習產生錯誤想法，對此研究者先行瞭解相關迷思，以對日後所遇之問題能有所準備。「迷思概念」指的是學習者在某特定的學習項目之中，對某件事情或現象，所持有的一些想法是有別於目前科學家或各領域專家所公認的想法（謝青龍，1995）。而該研究的目的，就是要找出學習者在學習過程中的所產生部分錯誤的概念，希望能夠以此來導正學習者暨有的一些錯誤想法。

研究者：「幾何求面積這單元你們在三四年級前就上過，待會我們來個小測驗，看你還記得多少？」（一講完，大家臉沉了下來，沒有笑容）

SBI：「都忘記了啦！」（笑笑講...）

SG1：「老師有幾題呀！會很難嗎？有很多題嗎？」（學生訪談 20101014-8）

SBI：「老師面積是什麼？」

研究者：「四年級就教過囉！跟邊長有關。」

SBI：『喔~~~對對對！我知道了...』，

（SB3 咬著鉛筆努力吃力的算著。）

SB2 清楚的標示邊長，並於計算紙計算著。

SG1 感覺有些猶豫狀的思考著。

研究者見狀：「SG1 還可以嗎？」

SG1：「嗯！應該可以。」

SB1：「老師這樣對嗎」的句子重複了許多次。

研究者：「你可以算算看！錯沒關係！這與你們的分數無關。我們日後檢討再記得回想即可。」，交完卷

SB3：「老師可以回家了嗎？」，研究者：「時間還沒到！老師要先檢討。」

(學生訪談 20101014-12)

在未做複習前，學生對以往所學是半懂甚至是觀念稍加模糊沒有把握去完成的，需要自己回想或解題提示才有辦法克服或補足觀念上的缺漏。高敬文等人(1989)發現學生在答題時所呈現的錯誤類型，有計算錯誤、不了解題意，有些則是概念錯誤引起的。而這些迷失的概念又往往導致學習者在學習面積測量時成效不彰。(高敬文，1989，譚寧君，1998a)指出國小五、六年級學童在解決面積問題時，受視覺的影響很大，因為它們常死背公式，在解題時，往往不了解題意在初測階段，發現學童容易誤用面積公式，誤用一些無關的訊息常會有選用無相關的運算。若經提醒則學生的解題通過率則會提昇，但只要稍一改題目，則通過率降為二成，即使予以提醒，這些學童也不易進行反思。故研究者需留意這些小細節，預先將其先備知識充實完整。在寫完學習單之後，研究者花了一些時間來為學檢討該份學習單，並大致瀏覽一下學生作答的狀況，並針對其缺失來做複習或建構其所缺漏的觀念。

研究者：「SB2 第四題為何錯？」

SB2：「老師，這題我會啦！看錯題目。」(學生訪談 20101014-1)

研究者：「SB1，許多題型不對喔！是因為忘記了嗎？還是不會」

SB1：「老師你一講我就又會了。很簡單啦！」

研究者：「那你要再記牢些，因為以後的幾次上課，我都會用到這些觀念。」

SB1：「好啦！好啦！」

研究者：「老師希望你的回答能不要加「啦！」，讓我感覺你是在應付老師喔！」

SB1：「喔！」(學生訪談20101014-3)

SB3：「老師我知道了。就是邊相乘嘛！」

SB1：「那有！笨咧！要看是什麼圖形啦！不一樣。」

研究者：「嗯！有些不一樣，但那些呢？」

SB1：「嘿！嘿！就那些那些呀！」

研究者：「可以再清楚的說出是那些圖形嗎」

SB1：「三角形和平形四邊形，嘿！應該吧！」

SB2：「老師！三角形和梯形都需要除以2才可以算出來。」

研究者：「SG1 你說看看SB2 講的對嗎？」

SG1：「對！應該沒有錯。」(學生訪談20101014-3)

在剖析學生所做學習單之後，研究者照傳統方式，檢討講述學習單內容，以喚回學生之前的學習記憶。此次學生大多能想起以前所學，有的表示粗心大意造成錯誤。因為檢討，在學生的互動過程中，研究者可以瞭解學生目前的程度與需要支援或提醒的地方。

在瞭解學生先備知識後，研究者也經由傳統的講述方式，在黑板上教學生認識面積的基本元素和概念，雖然學生在中年級時已學過，為建立其一貫的知識，從基礎講起在引申到表面積的解題概念。並接著引用軟體配合電腦來操作使用。

跟同學提到，測驗完，看一下結果，接下來的進度，就會到電腦教室用一套好用的軟體 sketchup 來教學。

SB2：「耶！好棒喔！老師可以玩電腦喔！耶~」

SB1：「哇！我們老師都不會帶我們到電腦教室用電腦教我們。耶~」

SG1 與 SG4：「老師要怎麼上呀！會很難嗎？我們可以操作嗎？還是只是老師教而已，我們不能用。」(學生訪談 20101014-9)

貳、 教室觀察及問題發現

一、 學生學習態度、成效

開始數學課程前，我表明要先瞭解一下他們到底懂多少了，所以發下了學習單要他們完成。因事先未告知學生要做測驗，所以學生的作題狀態似乎有些生疏，信心不夠，有些一直詢問如何解題，有些則陷入長思狀態，另外有一些則是沒有思考就直接將自己的想法寫入

SB3 碎碎念的自言自語，似乎有些緊張，SB1 則仍是一付樂天狀，女生則是乖乖靜靜的聽著。SG3 跟 SG4 聳聳肩，吐了一下舌頭，應該表示無奈吧！
(教室觀察 20101014-4)

發下學習單練習時，SB1 一直詢問有關內容的問題，似乎不懂學習單內的內容，看一題問一題。SB3 咬著筆努力認真計算著，但似乎有些吃力。(教室觀察 20101014-5)

SB2 則靜靜穩定的算著。SG1 則是若有所思的算著，不時抬頭望著天花板思考著。(教室觀察 20101014-5)

SG4 是最早完成，並舉手表示要交卷者。SB3 第 2 個完成，SG1 最後一

個交卷。SB3、SG1 感覺較無自信，下筆畏縮。眼神中透露出需要幫忙的眼神。
(教室觀察 20101014-7)

在課堂檢討之初，就大至發現男學生部皆未能有效完全的利用所學來解題，先備知識不足或不熟悉，或本身程度不佳，乃至無法順理解題。而女學生則大多順利完成學習單內容。導入電腦的教學應用前，研究者必先確立學生基本概念已建立，如基本圖形長方形、正方形、三角形的長和寬、底和高。這些都是之後課程中最主要的基底觀念，許多概念的延伸皆由此來生枝發芽。在此階段，學生學習單上較易發生的錯誤。學生在解面積問題時較容易將單位弄錯、粗心而漏寫或單位轉換錯誤。學生對不同維度間的轉換不易掌握，圖形的放大與縮小含有「相似」的概念，必需透過操作方能瞭解一維度與二維度之間的關連。傳統的講述建構知識，再導入也就是電腦 3D 繪圖軟體 sketchup (催化劑)是本次研究想探討的主要部分。

接下來我就馬上檢討這張學習單，在檢討的過程中，我講解了一些之前所學的面積計算方法，也告訴他們高與底的關係，學生們則是靜靜的聽著，問他們會不會，每個人都說會，有點應付的感覺，活潑樂天的 SB1 更是明顯。SB1 與 SB2 表示有些生疏感，忘了一些東西。SB3 則表示他都有寫，可是都是隨便拼湊出來結果。女生部分則表示沒有什麼大問題。SB3 的學習狀態似乎較沒有抓到重點，有「背」的感覺，都在注意別人說什麼，也想接話題，從言談中感覺內心較沒有自信，但外在又怕別人看不起，因此講話有些誇大與天馬行空。其它人不太理會他就是。(教室觀察 20101014-8)

SB3 基本圖形判斷仍需加強，五種國小常見圖形，該生只能正確指出三種高和底的概念及相對位置仍不懂。面積概念無。解題邏輯是將所有邊相加(即求周長) $\times 2$ 。(學習單分析 20101014-1)

SB1 底和高的概念無。只會用長與寬來填入題目。只會簡單的正方形與長方形圖形。面積計算方式皆錯。只是單純將所見之邊長來套用記憶中的公式。沒單一規則可循。面積單位與長度單位錯用。(學習單分析 20101014-2)

SB2 複合圖形有切割的概念。對於錯誤題目，學生表示看錯題目，造成錯誤。因其餘題目皆解題正確。故看錯一辭，應是如此。(學習單分析 20101014-3)

SG1、SG2、SG4：皆接近滿分。基本幾何圖形概念正確。(學習單分析 20101014-5)

SB1：「老師！可以上快點嗎？這些我大概都懂了，可以到電腦教室上課了嗎？」

研究者：「老師還沒將上週的觀念複習完，是不會帶你們到電腦教室去上的。有耐心點！其它同學這邊都知道了嗎？」

SB2：「老師這些我們上次聽過了，我有記在腦中了。」

SG1：「老師再上快點，這邊我們早就懂了。不然很無聊咧~」

(學生訪談 20101021-3)

研究者：「我們現在來複習上個星期的基本圖形面積算法」

SG1：「老師這些我們都記得，很簡單。」

研究者：「SG3 老師看你上課，有點累的感覺喔！」

SG3：「這學期的抽考，老師有幫我們複習過了，所以我都懂」

(學生訪談 20101021-4)

SG2、SG4 皆表示這些四年級就學過，觀念都很清楚。SG3 表示學期初的抽考，老師已經幫班上複習過了。所以不會想再聽一次。(教室觀察 20101021-8)

在使用 sketchup 過程中，學生的第一次使用經驗是新奇與愉悅的，學生也表示使用 sketchup 的基本操作中，圖形的建立是簡單，且可自行快速創建的，程度較佳的同學甚而會先自行摸索相關功能。

研究者開始導入 sketchup 的下載和安裝教學

所有學生皆認真觀看，並詢問如何安裝及下載。紛紛表示回家

要試看看。在操作軟體過程中，學生主動嘗試去試新功能，並高興的分享他們的新發現。(教室觀察 20101021-9)

軟體操作過程中，SG3 靜靜的試著各種圖示的功能，偶爾跟 SG4 討論如何畫。此時 SB1 和 SB2 正在你一言我一語的畫出他們心中的圖形。SB3 則一邊看著 SB2，一邊看一邊操作。(教室觀察 20101021-10)

研究者：「這套軟體是免費的，大家在家都可自行安裝使用，不用擔心有侵權的問題。」

SB1：「老師這要去那裡下載，我家可以裝嗎？」

SB2：「我回家要試看看！只不過要等我爸沒有玩線上遊戲才可以。」

SG1：「我想裝，但只能星期日才可以玩，其它時間爸爸不給我們小孩子玩。」

SG3：「我家沒有裝網路。」(學生訪談 20101021-4)

SB1：「老師，你看~這我畫的，這個正方形，怎麼那麼快就可以畫出來」

SB2：「這套軟體叫什麼呀！」

研究者：「sketchup，速描的意思」

SB2：「我要畫一間屋子」

SB1：「你要在上面畫個長方形，上面再補個三角形」

SB2：「嘿嘿~我這麼畫也可以畫出來。」（學生訪談 20101021-5）

開始認識 SKETCHUP 的基本圖示操作

SB1：『老師這好好玩喔！』

SB2：「老師這叫什麼名字呀！我回家要也裝來玩」

SG1：「SG3 你看，我好快就畫好一個圖形了」（學生訪談 20101021-6）

研究者開始導入 sketchup 的下載和安裝教學

所有學生皆認真觀看，並詢問如何安裝及下載。紛紛表示回家要試看看。

在操作軟體過程中，學生主動嘗試去試新功能，並高興的分享他們的新發現

現(教室觀察 20101021-9)

三、教學省思

利用 sketchup 簡單且基本的操作圖示，就可為學生建構基本圖形提供很大的幫助，傳統教學單向的傳授方式，你說我抄，你講我聽無法有效的將教學者的想法具體呈現是一大挑戰，通常透過輔具才有辦法更清楚明白的表達，教科書廠商所提供的教具有限，通常只提供教師使用，學生無法每個人都有操作或觀察的機會，然而電腦卻是一個可行且有效的方式。學生專注意也因 sketchup 而大大提高。學習動機也更強烈了。

學生的幾何圖形知識建構，若是用傳統黑板教學，所以呈現的面向有限，對於程度較落後的小朋友是較無效果的。需配合額外的教學資源，才能由抽象理解到實際理解。(省思 20101021-1)

引起學習動機很重要，但要如何維持這熱忱，可是需要更多想法加註在裡頭。

(省思 20101021-2)

sketchup 的操作方式雖直覺，易使用，但仍需要再讓小朋友多熟悉最基本的操作，因部分小朋友對眾多操作圖示無法精確區分。(省思 20101021-3)

參、問題發現及改進策略

SB1：「老師！可以上快點嗎？這些我大概都懂了，可以到電腦教室上課了嗎？」

SB2：「老師這些我們上次聽過了，我有記在腦中了。」

SG1：「老師再上快點，不然很無聊咧~」(學生訪談 20101021-3)

研究者：「我們現在來複習上個星期的基本圖形面積算法」

SG1：「老師這些我們都記得，很簡單。」

SG3：「這學期的抽考，老師有幫我們複習過了，所以我都懂」(學生訪談 20101021-4)

SG2、SG4 皆表示這些四年級就學過，觀念都很清楚。SG3 表示學期初的抽考，老師已經幫班上復習過了。所以不會想再聽一次。(教室觀察 20101021-8)

反覆教學的傳統教法對學生而言無法引起其學習興趣，學生因為對新的教學方式有所期待所以紛紛主動表示研究者可以快快結束黑板教學，然後到電腦教室上課。故針對此現象研究者除利用 sketchup 的電腦軟體輔助教學，來促使學生印象更深更象之外，也希望藉由軟體的操作解決學生覺得枯燥乏味的問題。

SB3 基本圖形判斷仍需加強，五種國小常見圖形，該生只能正確指出三種高和底的概念及相對位置仍不懂。面積概念無。解題邏輯是將所有邊相加(即求周長) $\times 2$ 。(學習單分析 20101014-1)

研究者在檢討此卷，點出各圖形面積公式時。

SB3：「老師我知道了。就是邊相乘嘛！」

SB1：「那有！笨咧！要看是什麼圖形啦！不一樣。」(學生訪談 20101014-13)

SB3 需要重新建立觀念。所有圖形之面積算法皆用(周長 \times 2)的邏輯來算。觀念明顯未建立。圖形只認識正方、長方、三角形。梯形和平形四邊形在未提示下，無法回憶出。(省思 20101014-7)

針對 SB1、SB3 圖形、面積的基本觀念建立，仍需再教學一次。否則無法進行到現在六年級的階段。需要個別予以教導與特別提示。

(省思 20101014-8)

SB3 的學習狀況，仍較屬於不穩定的，基本觀念尚未建立，看似計算過的學單，隱含著單一直線的思考模式，也就是未理解就照著用同樣的方法來解題。每次的上課的複習中發現教學者都要再重新一次，或許每週一次的教學並無法將他的短期記憶轉化為長期記憶。故仍需在下一階段的學習中實施個別化教育計畫。

研究者：「我們現在來複習上個星期的基本圖形面積算法」

SG1：「老師這些我們都記得，很簡單。」

研究者：「SG3 老師看你上課，有點累的感覺喔！」

SG3：「這學期的抽考，老師有幫我們複習過了，所以我都懂」(學生訪談 20101021-4)

SG2、SG4 皆表示這些四年級就學過，觀念都很清楚。SG3 表示學期初的抽考，老師已經幫班上複習過了。所以不會想再聽一次。(教室觀察 20101021-8)

開始認識 sketchup 的基本圖示操作

SB1: 『老師這好好玩喔!』

SB2: 「老師這叫什麼名字呀!我回家要也裝來玩」

SG1: 「SG3 你看,我好快就畫好一個圖形了」(學生訪談 20101021-6)

研究者開始導入 sketchup 的下載和安裝教學

所有學生皆認真觀看,並詢問如何安裝及下載。紛紛表示回家要試看看。

在操作軟體過程中,學生主動嘗試去試新功能,並高興的分享他們的新發現。(教室觀察 20101021-9)

在教學過程中,學生對 sketchup 的喜好是正向的,也充滿興致的,對於提高專注度與學習動機是很好的一個機會。學生對教學者的教學表示聽過了、懂了,這些都是單向的學習吸收,學生只有聽和寫,較少有與教師的互動情形存在,若再導入 sketchup 的教學或許同樣的情形的也會發生,畢竟電腦的操作是需要老師教導才會使用的順利,依此類推,是否我在電腦教學演繹 sketchup 的過中也會佔去太多時間在聽講。所以研究者將減少講述教學的時間,用引導講述,學生操作的方式來增加學生操作的機會,提升其學習興趣,也藉由引導講述的方式,引導學生去探索幾何的知識。使其原本被動學吸收的角色轉化為自主探索建構的的發現者角色。

第三節、 導入輔導發現法及個化教教育計畫

壹、 教學情況及過程摘要

在此教學過程中第二階段分界是從民國 99 年 10 月 28 日至民國 99 年 11 月 18 日為期約四周，有別於上次的教學，此階段研究者計畫將 sketchup 的操作由原本的基本平面幾何圖形，進階到基本立體圖形的建立，藉由操作、實作引導學生一步一步架構出立體的圖形，也透過 sketchup 的成像來讓學生瞭解圖形點、線、面在空間中是如何的分佈與如何的呈現其面向，相信對日後筆畫的圖形會有正面的影響。就上次所檢討出的解決策略中，研究者也將減少教學單方講述的時間，改為引導學生操作，並鼓勵學生可先行探索 sketchup 之功能，從作中學的去探索建構自己的幾何知識，相信新穎簡易的軟體配上操作的新鮮感可為學生解決傳統枯燥乏味的刻板印象，對於提升學生的學習興趣是有相當幫助的。至於部份學習較落的學生，研究則是採以簡化題目觀念或個別予以教導的方式來因應其學習上的障礙與困難。

貳、 教室觀察及問題發現

一、 學生學習態度、成效

在課堂中穿插了引導式的講述 3D 繪圖軟體 sketchup 的操作，及數學觀念解說，學生的表現與學習興致明顯的改善與增加，甚至有學生自行探索此軟體的功能，發現了一些現象，修正了一些幾何圖形上的觀念。

學生還是一樣非常的期待開機並使用 sketchup。今天教學生利用拖曳的方式來製造出正方體和立方體，並特別解釋正方體與立方體的圖形特性。(教室觀察 20101028-4)

學生在使用軟體的過程中，遇到問題會馬上提出來，尋求解決。反觀先前

先板上課所教時，學生一再聽講，反而沒什麼問題詢問。(教室觀察 20101104-6)

學生會想探究軟體其它的功能，會主動詢問老師一些問題，藉由一步步的操作與觀察也讓學生自己發現了一些現象及問題，進而修正自己的觀念。(教室觀察 20101104-4)

今天的教學目標：學生會利用 sketchup 繪製基本立體圖形(長方體和正方體)。藉由 3D 旋轉的功能，來檢視其每一面，算出其表面積。也會知道每個面都有 2 個一個正方體和長方體共會出現 3 組相同的面。(教室觀察 20101028-1)

譚寧君 (1998a) 指出，學生的面積迷失概念，常出現在課本類似題目上，不容易察覺，教師唯有重視師生互動，透過關鍵性的佈題技巧，來探悉、瞭解學生問題所在，才能瞭解學生的迷失概念。另外，學生常對題意不求甚解，教師應多提供多元問題類型（如圖畫式、短語式、文字式）或多餘資訊的問題，培養學生瞭解與分析題意的習慣。

教學的過程中，也利用輔輔發現法的方式，來引導學生一步一步循序漸進的發展建構自己的知識，在此互動發展的過程中，學生會嘗試多次的練習與失敗，來確認與修正自身觀念上的盲點。sketchup 的介面中有一個指令是拖曳，另一個是 3D 旋轉的功能，可以將建立好的形體 360 度任意翻、旋轉動，學生可以輕易觀察到圖形在各種面向中的呈現，也能針對題目的圖形來更清楚呈現各角度所呈現的外觀。

SB1：「老師！為什麼要乘以 2」

研究者：「來！看一下你的螢幕，利用旋轉功能，你就能翻轉到本來看不到的另一面相同的面喔！」

SB2：「老師！真的咧，好好玩喔！」

SB1：「老師！這樣子轉一圈，就可以看到另一面耶！」

SB3：「老師我也會轉！這個面跟那個面一樣，那個面跟那邊那一個一樣...

我會了！」(學生訪談 20101028-4)

SB3 的成效非常另人相看，解題的方式雖較為土法煉鋼，但也是朝此解題的概念一個形體中相同的面有三組，每個面積算出來後都要乘以 2。雖在小測驗之初有給予觀念與解題上提示與加強。(學習單分析 20101028-4)

SG1：「老師！這個圖形要怎麼樣畫成邊長一樣呀！」

SG3、SG4 跑來旁邊看！

研究者：「要利用尺的工具，來輸入我們要的長度。」

SG3：「在那裡，在那裡」

SG4、SG1 興致高昂的看著。之後三位在位置上談論著。(學生訪談 20101028-5)

研究者：「請先畫出一個正方體，在角落處再畫一個長方形，利用拖曳的功能往上拉，和往下拉，看一下有什麼事發生？」

SB3：「老師！我不太會。你教我。」

研究者：「嗯！這樣。那樣...」

SB3：「原來這麼簡單喔！」

SB1：「老師！是不是這樣！」

研究者：「嗯！」

SB2：「老師那我這麼畫可以嗎？就是將這個邊先畫出來，再擦掉一些邊，也可以畫出來耶。」

研究者：「哇！真棒，你找了另一個作法喔！看來你的空間概念不算差喔！」

SG1：「老師你來看我的，我畫另一個圖形，然後再把它加上去」

SG2：「嗯！這樣感覺比較快就可以畫出」(學生訪談 20101111-4)

SG1：「老師今天教的表面積，原來是可以補來補去的喔！以前老師都說

上移，下移，可是我還是有些不懂，但現在我比較知道老師在說什麼了。」
SG3：「對呀！用這個來講我比較清楚，不然要想半天。」(學生訪談 20101111-5)

引導學生操作，利用軟體建立一個虛擬空間，也利用軟體呈現出學童在傳統教學上的空間盲點，學生更能體會教學時老師所想表達的概念。
SB3 較無法將實際的概念轉化成抽象的概念。在解釋圖形時，仍需要靠電腦才有辦法將想法解釋出來。SB3 概念的建立需較長的時間與多次的練習。仍無法跟上我的進度。(教室觀察 20101104-7)

在畫複合圖型時，發現小朋友都能跟著老師的步驟畫出類似的圖形，連 SB3 再經過一些些的指導，也都能順利畫出圖形。(教室觀察 20101104-7)

在第二階段的過程中，SB3 的學習狀況，是主動且有興致的，有些操作後所產生的結果對他的學習而言是簡單輕鬆易懂的。有些在上課的過程中，遇到的困難，會求助於研究者，但熱心的同學也會協助幫忙，在同儕的教導下，SB3 也是能慢慢的解決所遇到的問題。

研究者：「一個完整的面，加加減減後，就可以成為一個不一樣的複合圖形。現在我們利用 sketchup 的畫筆功能，請把每一個面，畫一筆，切出另一塊圖形，利用拖曳或複製的功能，建立一個相同的圖形，你移動看看，是否是可以補到另一個面呢？或是扣掉後就可以出現與紙本相同的圖形呢？」

SB3：「我不太會操作。我聽不太懂」

SB2：「這樣子啦！先畫一個圖形，然後用複製的方式，再增加一個...」

SB3：「喔喔喔！我會...」

在此時間，SG4 正在教 SG3。

研究者：「SG3 那邊有問題呢？」

SB3：「沒有~只不過有些不知道按那個按鍵。」

SG4：「老師教好了，他會」

SB3 點點頭~ (學生訪談 20101118-7)

SB3：「老師！我會畫。就把它畫出來，這個可以拉出來，補在這，那個可以拉出來補在那邊，就跟沒有凹凸時的面積一樣。」

研究者：「哇！厲害喔！這樣想就對了。」

SB3：「因為這個軟體，我比較會想得到。」 (學生訪談 20101111-6)

在 sketchup 的操作中，基本的圖形繪製一定要會，才有辦法衍生出其他形體，一個形體的繪製不是只有單一一種方法才能產出，許多功能鍵的搭配也可以做出一樣的效果，隨著學生學到較多的控制技巧，也能在摸索的過程中，整理建構出屬於自己所探索驗證的知識。

SB2：「老師那我這麼畫可以嗎？就是將這個邊先畫出來，再擦掉一些邊，也可以畫出來耶。」

研究者：「哇！真棒，你找了另一個作法喔！看來你的空間概念不算差喔！」

SG1：「老師你來看我的，我畫另一個圖形，然後再把它加上去」

SG2：「嗯！這樣感覺比較快就可以畫出」 (學生訪談 20101111-4)

SG1：「老師！你會畫其它圖形嗎？」

研究者：「這套功能強大，你若已經會老師上課所教的，那麼你

可以先自行試看看！看有什麼發現。」

SG1：「真的嗎？那我要試看看。」(學生訪談20101104-4)

研究者：「之前你們寫過的題目中，老師發現，有些小朋友都太相信自己的頭腦了，結果東忘一塊，西忘一塊。」

SB2：「對呀！老師我就是會忘掉。但是在寫考卷時，因為不能像電腦般的作記號，所以我就會漏掉。」

研究者：「嗯~那老師教你一個方法，就是拿起筆在題目圖形上補上幾筆，算是提醒一下自己，不要忘了少寫，也不要忘了多算。再配合電腦中的畫面解題。」

SB3：「老師！我會畫。就把它畫出來，這個可以拉出來，補在這，那個可以拉出來補在那邊，就跟沒有凹凸時的面積一樣。」

研究者：「哇！厲害喔！這樣想就對了。」(學生訪談20101111-6)

SB1 在解長方體時，有將「看」起來很像的側面把它視為面積相同，為何不用「心算」因為數字都算簡單，原因為其該生九九乘法不太熟，導致直接用「看」的來判斷，直接乘以個數，沒有細查其不同之處。但在部份題目中，可看見學生會利用 sketchup 來會檢視自己是否有漏掉的面沒算到。觀念進步許多，思考也正確，再細心些應能更好。(學習單分析20101104-3)

在 sketchup 從做中學的學習模式中，其友善易操作的介面，不僅提高了學生的學習動機，在操作繪製圖形的過程中也無形中增強了他們的記憶與印象與解決問題的能力。得以將所學觀念類化用於驗證和檢視幾何圖形的問題。

一開始用電腦，SB3 就自行畫了一些圖樣玩玩。

SB3：「老師你看這像不像你上次說的正方形。」

研究者：「你怎麼認為他是正方形呢？」

SB3：「阿你上次說要用一樣的數字輸入，就可以出現！本來就是每個邊都一樣了。因為它是正方形」

研究者：「很好喔！你竟然知道數字都要一樣，沒錯！這裡的

數字就是我們所說的邊長，SB3 同學這是立體的，我們要稱它為正方「體」，不是正方形。」

SB3：「對哄！我記錯了啦！」(學生訪談 20101104-1)

發下考卷測試時，學生們看到題目時，

SG2：「老師！這跟上次的主題好像喔！只不過變較短和較長。」

SB1：「簡單啦！我會~」

SB3：「這個我上個星期就會了，你現在才會喔！」

SB2：「老師！可以用電腦來畫嗎？我回家有用過，所以我今天

也會畫。像面積的公式我還記得，你叫我看到兩個邊，然後相乘就是面積了。」

研究者：「喔！不錯嘛。還記得咧。」(學生訪談 20101104-5)

研究者：「SB1 老師想知道，為什麼你沒有用電腦來解題。」

SB1：「老師這個很簡單，用 sketchup 畫那麼多次了，我都記得了。」

研究者：「這麼有自信」

SB1：「嘿呀！簡單啦！」(學生訪談 20101118-2)

一開始用電腦，SB3 就自行畫了一些圖樣玩玩。

SB3：「老師你看這像不像你上次說的正方形。」

研究者：「你怎麼認為他是正方形呢？」

SB3：「阿你上次說要用一樣的數字輸入，就可以出現！」

本來就是每個邊都一樣了。因為它是正方形」

研究者：「很好喔！你竟然知道數字都要一樣，沒錯！這裡

的數字就是我們所說的邊長，SB3 同學這是立體的，我們

要稱它為正方「體」，不是正方形。」(學生訪談 20101104-1)

一個完整的面，加加減減後，就可以成為一個不一樣的複合圖形。現在我們利用 sketchup 的畫筆功能，請把每一個面，畫一筆，切出另一塊圖形，利用拖曳或複製的功能，建立一個相同的圖形，你移動看看，是否是可以補到另一個面呢？或是扣掉後就可以出現與紙本相同的圖形呢？」(學生訪談 20101118-7)

SB3 的解題策略是利用減法的方式來算，先算一個完整的形體，再用「剔除」的方式來算，在兩側凹陷的題型中，SB3 算出來後，會把邊長相加，如此結果，表示該生無法正確區分，面積與長度的概念。但在其它前幾週所教的類題中，SB3 學生的解題策略是完全正確的。要個別針對 SB3 再加強複合圖形的認知。最好策略一對一。(學習單分析 20101118-1)

SG1、SG2、SG3 都懂得去「補」成一個單一的長方體圖形。(學習單分析 20101118-4)

學習是一連串練習與操作的過程，總有一些學生是程度較佳，上手較快的。在此階段的學習中，部分學生在操作上很快就達成老師要的結果，再加上老師在講述或尋堂時，一沒注意，學生就會利用時間來進行非課業以外的行為，而此行為都是基於對電腦

的喜好而產生，如玩線上遊戲，單機軟體……等。

SB1：「老師~~SG2 在用 FACEBOOK 』

SG2：「那有~」神色慌張

SB3：「她在玩別的遊戲，我在家有玩過」

研究者：「SG2, 希望你上課先聽課，這堂不是來上網的喔。」

SG2：「喔~」(有些不悅)(學生訪談 20101118-8)

在操作的過程中，SB2、SG4 因操作比較熟練，很快就畫完圖，紛紛表示想要自己使用電腦的意願，我是當下就否決。(教室觀察 20101111-6)

SG2、SG4 算裡頭程度較佳者，許多的操作都很快就可上手，並做出老師的要求，被同學指出會偷偷玩上網或玩小遊戲。(教室觀察 20101118-2)

在教學的過程中，學生中難免有一些較文靜不善發表的學生，與老師的互動不多，皆較屬於被動式的回答，即教師問，學生答的模式，通常偶會借助於同儕的幫助。

SG4 算是比較靜態的一位學生，看似都會操作，與同學互動也算有，但不多，參照之前學習單的表現，應是學習狀態還不錯。(教室觀察 20101118-1)

SG3 靜靜的試著各種圖示的功能，偶爾跟 SG4 討論如何畫圖。(教室觀察 20101121-7)

面積屬於二維量，學生在此部份容易以一維量的想法切入面積概念中，造成錯誤的結果，且上一階層的幾何概念會深深影響之後第二階層的幾何概念學習。因此，研究者在設計教學活動及紙筆測驗的面積問題時，必需將學生容易犯

的一些迷失概念，納入學習者實際操教學活動及課堂測驗問題中，藉此讓學生有正確的解題觀和數學經驗來解決所遇到的問題。sketchup 的教學功能提供了學生一個親自操作與體驗的學習經驗，它雖然是一套十分強大的 3D 繪圖軟體，但是其簡單直覺的基本操作卻足以提供國小階段的小孩子操作執行來學習幾何課程，在高年級階段學生在保留概念上受到空間的影響，較無法去「想像」立體圖形，藉此利用此軟體建構其圖像釐清觀念。再加上其為免費自由軟體的特性，學生在家只要幾個簡單的步驟即可安裝使用。

研究者開始導入 sketchup 的下載和安裝教學

所有學生皆認真觀看，並詢問如何安裝及下載。紛紛表示回家要試看看。

在操作軟體過程中，學生主動嘗試去試新功能，並高興的分享他們的新發現。(教室觀察 20101121-9)

利用拖曳的方式來製造出正方體和立方體，並特別解釋正方體與立方體的圖形特性。(教室觀察 20101028-4)

教學生使用 sketchup 的塗色功能來標定「面」，學生很容易就上手了。(教室觀察 20101104-3)

利用軟體建立一個虛擬空間，也利用軟體呈現出學童在傳統教學上的空間盲點，學生更能體會教學時老師所想表達的概念。(教室觀察 20101104-7)

研究者：「今天所教的，你們感覺簡單嗎？有趣嗎？」

SBI：「簡單，一下子就會操作了。而且感覺很好玩」

SB2：「這樣看圖形就方便簡單多了，但不會感到好玩呀！」

SB3：「老師這個我回去也要灌在電腦上來用。」

SG1：「這樣子，來看圖形才比較有感覺，我用手畫，是無法畫出來的。」

SG2：「蠻好玩的，老師我們用這套軟體能做什麼」

SG3：「簡單，讓我知道原來圖形是可以這樣變化的。」

SG4：「很容易就可以畫出以前無法畫出來圖形，用手畫的看起來都怪怪的。(學生訪談 20101028-6)

研究者：「來！看一下你的螢幕，利用旋轉功能，你就能翻轉到本來看不到的另一面相同的面喔！」

SB2：「老師！真的咧，好好玩喔！」

SB1：「老師！這樣子轉一圈，就可以看到另一面耶！」

SB3：「老師我也會轉！這個面跟那個面一樣，那個面跟那邊那一個一樣...」(學生訪談 20101028-4)

貳、教學省思

總得來說，在此階段大多數學生透過輔導發現法，藉由教師一步一步的引導學生學習，由基本的圖形建構到建構出較複雜的立體圖形，再加上 sketchup 的直觀功能，讓學生在操作時就已開始建構出空間的概念，一些表面積所會遇到的迷思，也可透過觀察 sketchup 所建構出來圖形及教師引導學生思考、操作來釐清觀念。

從上次解題的情形上看來，學生單獨解題時，若沒搭配此軟體，程度較不佳的小朋友，不太能在腦中建立立體圖像。但是若是多操作幾次，應該愈能瞭解此圖形的「面」的配置(省思 20101111-1)

今天學生也是興致高亢的跟著學習，本想說會不會因為今天的課程，只是多加了一個著色的動作，來增加其空間「定位」的概念，應該會很快乏味，結果卻是學生盡情的發揮其想像力，並給予研究者相當正向的回饋。(省思 20101104-1)

這個單元的測試結果，蠻令人滿意的，如 SBI 從模模糊糊的狀態，進步許多。或許多次的反覆與個別的針對其較弱的一環來個別強化，對於聰明的 SBI 似乎是個不錯的方法。(省思 20101104-2)

孩子普遍認為這套軟體，在搭配教學上，是很可行的，易瞭解的。
(省思 20101111-1)

在操作的過程中，搭配 sketchup 一步一步的教導小朋友從線、面、立體圖形的建構，小朋友較能體會教學者所要表達的概念與思維。(省思 20101111-5)

男學生的除本身狀況不穩定、玩心較重、本身理解力也較弱外，但也逐步的建構出一些空間概念。解題的邏輯與方法，也漸漸建立。雖有部分題目有錯，卻也自己能找出自身所錯，再藉以軟體來修正自己的錯誤觀念。
(省思 20101118-1)

同儕間的互動似乎較能引起學習的共鳴。值得鼓勵與利用。(省思 20101118-6)

參、問題發現及改進策略(教學省思、改進策略)

在此階段的中後期，部分程度較好的學生已瞭解 sketchup 的操作模式，也熟悉了操作技法，所以學習的動機減弱，有要求可否從事一些非課業上的活動。因此階段較著重在個人的單機操作，學習方面也都是獨自建構出知識，在獲得一定程度的知識後，就沒有新鮮感也沒有學習的動機，故希望彼此合作，藉由互動彼此牽制，能者出智，不能者學。教人者從獲得成就感，受教者則能在同儕的共同語言中，較可敞開心胸學習，無需在意老師的感受，彼此受惠，提供競爭與同儕合作的機會，藉此引起強烈學習動機。

SB1：「老師~~SG2 在用 FACEBOOK 』

SG2：「那有~」神色慌張

SB3：「她在玩別的遊戲，我在家有玩過」

研究者：「SG2, 希望你上課先聽課，這堂不是來上網的喔。」

SG2：「喔~」(有些不悅)(學生訪談 20101118-8)

在操作的過程中，SB2、SG4 因操作比較熟練，很快就畫完圖，紛紛表示想要自己使用電腦的意願，我是當下就否決。(教室觀察 20101111-6)

SB3 的解題策略是利用減法的方式來算，先算一個完整的形體，再用「剔除」的方式來算，在兩側凹陷的題型中，SB3 算出來後，會把邊長相加，如此結果，表示該生無法正確區分，面積與長度的概念。但在其它前幾週所教的類題中，SB3 學生的解題策略是完全正確的。要個別針對 SB3 再加強複合圖形的認知。最好策略一對一。(學習單分析 20101118-1)

譚寧君 (1998b) 研究發現國內學生在透過個別單位的覆蓋活動來描述面積大小、

單位量的分割的問題中，對高年級的學生而言較困難，通過率不到四成，如果再加上其他形狀的干擾，則通過率不到三成。也指出學生在解決面積問題時，常採用的錯誤策略有：1.依照形狀來處理，認為形狀只要一様，就能彼此覆蓋。2.只憑視覺去做判斷，用看的。3.採取切割的方式，但忽略了選取相同的單位。所以研究者在此階段需留意並改正學生「看」的習慣。對SB3這位資源班學生而言，教學者的教學語言仍嫌艱澀，雖說學習上都有在進步，可是進度仍是落後現階段，從學習單題目中發現，SB1、SB3在解題方面很「單一」就是單張考卷的若是只出一個觀念的題型，他幾乎都會做，可是當題型是有兩個以上觀念要解決的，就無法正常作答了，似乎是遵循一定模式解題，而沒有去理解。諫議將學習單題型的難易度平均的配置，並將部分題型配置為「複習」型，讓學生能在作答中與先前所學知識連結，使學生直接理解該課程所需達成的學習指標。

SB3 較無法將實際的概念轉化成抽象的概念。在解釋圖形時，仍需要靠電腦才有辦法將想法解釋出來。SB3 概念的建立需較長的時間與多次的練習。仍無法跟上我的進度。(教室觀察 20101104-7)

在課堂上除了一般進度的進行著，在給學生自我練習時，我也會特地來到 SB3 這，用較淺顯易懂話語，再為他講解一次(教室觀察 20101118-4)

在講解複合圖形的同時，SB3 表示聽不太懂老師所教和所陳述的內容。(教室觀察 20101118-5)

一個完整的面，加加減減後，就可以成為一個不一樣的複合圖形。現在我們利用 sketchup 的畫筆功能，請把每一個面，畫一筆，切出另一塊圖形，利用拖曳或複製的功能，建立一個相同的圖形，你移動看看，是否可以補到另一個面呢？或是扣掉後就可以出現與紙本相同的圖形呢？」

SB3：「我不太會操作。我聽不太懂」

SB2：「這樣子啦！先畫一個圖形，然後用複製的方式，再增加一個...」

SB3：「喔喔喔！我會...」

在此時間，SG4 正在教 SG3。

研究者：「SG3 那邊有問題呢？」

SB3：「沒有~只不過有些不知道按那個按鍵。」

SG4：「老師教好了，他會」

SB3 點點頭~(學生訪談 20101118-7)

SB3、SB1 學生表現的很不錯，但這不錯在部分題目中則出現了隱憂，原因是不太相同的題型，他沿用了上題或本身錯誤的觀念來做答，讓研我懷疑他們是用背的方式來解題。可能本身並不瞭解計算的原理。(省思 20101118-8)

SB1 在解長方體時，有將「看」起來很像的側面把它視為面積相同，為何不用「心算」因為數字都算簡單，原因為其該生九九乘法不太熟，導致直接用「看」的來判斷，直接乘以個數，沒有細查其不同之處。但在部份題目中，可看見學生會利用 sketchup 來會檢視自己是否有漏掉的面沒算到。觀念進步許多，思考也正確，再細心些應能更好。(學習單分析 20101104-3)

SB2 這次仍跟上次一樣發生用「看」的來判斷面積一樣大，但也看到他遇到較不會的題目時，會想用 sketchup 來協助判斷，與標計算過的面。可能是較無法一心多用吧！一邊操作，一邊計算，造成漏算了一個面，卻又將已算過的面又多算一次的情形。但總括來說仍較上次進步許多。(學習單分析 20101104-4)

學習過程中，較靜默的學生總是會有，若是教學者無法察覺，學生又沒有積極表達，很容易成為被忽視的一群，他們所學是好是壞最終只能憑藉最後的測驗來得知，到這地步，其實已經過了學習的黃金時期。所以為因應這情況，研究者需留意這些內向型學生的表現，並以鼓勵代替責罰讓學生提出自己的想法或問題。從學習過程中研究者也發現

同儕間互動的影響力大於教學者教學。許多話語或表達方式是流通於同儕間的，他們之間有默契有共識，若再由教學者提供競爭與合作的機會，會更容易引起彼此強烈的學習動機與競爭欲望。

SG4 算是比較靜態的一位學生，看似都會操作，與同學互動也算有，但不多，參照之前學習單的表現，應是學習狀態還不錯。(教室觀察 20101118-1)

SG3 靜靜的試著各種圖示的功能，偶爾跟 SG4 討論如何畫圖。(教室觀察 20101021-7)

第四節、 導入合作學習法

壹、 教學情況及過程摘要

此段教學著重於學生在幾何教學的統整工作，透過分組學習的一個教學機制，提供一個能引起動機的與競爭的環境，再輔以輔導發現法慢慢引領學生進行此階段的學習與思考，圖形發展概念，也將複合圖形納入教學及 sketchup 的操作。其間會有一次的分組上台發表，上台學生是依抽籤而定，所以每個人皆有機會上台，在分組討論中，鼓勵學生，會的人教不會的，不會的，提出問來一起思考探究，也利用同組的榮譽心，共同體的概念來互相鼓勵與分享問題解決之道。對於較內向的學生則採鼓勵的方式提出自己的想法或問題。上台發表的施行在於促進小組發揮團隊合作的精神，在競爭中求取進步。本階段的教學策略有別於傳統老師主導的教學，是由學生來主導架構自己的知識，並透過同儕間的討論，自身的察覺、辨識、操作、實驗來發現形體的組成要慌及形體目的關係。

貳、 教室觀察及問題發現

一、 學生學習態度、成效

在此階段中，有別於以往單打獨鬥的方式，採分組方式來提升學生的學習動機與意願，透過提供合作與競爭的機會，來達到事半功倍的成效。研究者發現，學生在加入分組這元素之後，學生學習意願提高不少，小組成員間會互相提醒、教導、相互學習。小組成員在一來一往的互動中，不僅自尊心提高，個人學習動機及企圖心明顯增加，觀念也愈見清楚。

同學在分組共同解題的過程中，學生不斷的進行討論與互動，SB2 主動教 SB3。SB1 繪圖時蠻用心的，還會去教 SB2，和指正 SB3，可見這操作對他而言不是大問題。(教室觀察 20101125-3)

SG1、SG2 則討論出用別的方法也解決了問題。SG2 與 SG1 會互相討論互補與剔除的概念，繪圖建立立體圖形也不是問題。兩位可以很快的就建立起圖形。並一起解決黑板上的題目(教室觀察 20101125-8)

為了得到獎品，小朋友都希望能快快解完題，而他們就密集的討論著。(教室觀察 20101125-9)

SB3 在此次的學習中，感覺的出來有很認真在學習，在與同學的互動過程中，他也採取了較低姿態的學習方式。(教室觀察 20101202-4)

SB2：「我們這組要快點！這樣才有獎勵」

SB1：「你這個算錯了啦！你看你忘了這一片啦！」

(SB1 旋轉 SKETCHP 給 SB3 看。)

SB2：「SB1 你幫他著色，他才知道啦！」

SB3 靜靜的看著。(學生訪談 20101125-6)

SB3 是我最訝異的，因為進步許多，觀念上與解題方面觀念都正確，研究者本來想說有這張屬於混雜的題目卷，SB3 會有觀念混淆的情形發生，但是確沒有。較多問題是出現在凸形體，會有補齊後，多出面的情形，這邊 SB3 較無法處理。尤其是互補完後的圖形，他的作法是減掉「一個邊長」這現象，讓我覺得他仍不是很懂面積的概念。所以我認為該生是屬於熟練型的學生，一種概念持續的計算，他會記得這類型計算的模式。因為凸形體是較後期的圖形種類，所以還沒有記住這模式，才会有此計算情形發生。(學習單分析 20101209-3)

SB1 在這份學習單上，可以看出大部份凸凹複合立體圖形，在互補後，多餘的面的處理，有些題多算，有些題少算，我推測是該生沒有做好計算的管理，與標記的動作。但在解題的過程上可看出比較有章法，而非

之前漫無目的寫法(測五 3, 6 題)。(學習單分析 20101209-1)

在分組之後，研究者要求抽組員進行報告，每位學生都扮演教學者和學習者兩個角色，隨時是可以教同學或讓同學教甚而可以質疑課程中的觀點。部份較強勢的同學會主導整個小組的步調，平時靜默的同學則也因小組互動或希望上台發表有好表現，而或多或少需表達個人見解或是解題上的需求。

研究者：「SB1 跟同學一起分組好玩嗎？」

SB1：「還好！隨便啦！」

研究者：「怎麼這麼回答。」

SB1：「因為我都要教人家。老師！那很煩耶。SB3 他都不太會。」

研究者：「哇！你不錯呀！可以教他。剛才我有看到呀！你教的不錯呀！雖然剛剛有教錯。但~很好！你有在動頭腦喔！」

SB1：「嘿！真的嗎？」(學生訪談 20101125-1)

SG3：「這個樓梯圖形，你可以這麼畫，然後把這片去掉，這片也去掉。」

SG4：「可是這一題，我是把這片補過來，那片移來這邊呀！」

兩個人你一言，我一語的互動著。(學生訪談 20101125-9)

SB3：「老師！我知道。這個可以補過來，這個可以補過去。」

研究者：「嗯！那麼這圖形除了一片一片算，還可以把它看成一個完整的立體圖形又加上多出來的面！來~你看」

(SB3 一臉思考狀，頓了一下子)

研究者：「知道了嗎？」

SB3：「知道！可是...」(有疑問)

SB2：「老師我教他看看！」

SB1：「對呀！老師你去別組，我會教他。」(教室觀察 20101202-2)

SB1 學生在該組中，扮演了主導的角色，講了蠻多的想法很熱衷的與同學分享，在尋堂的過程中，他有錯誤的觀念並且被 SB2 發現怪怪的，雖然 SB3 說不出所以然，卻也無了了之。(教室觀察 20101125-4)

透過分組合作學習，研究者發現學生的學習氣氛是愉悅不緊繃的，學生可以不用擔心有說錯被質問或被處罰之情事發生，是可以放心與同儕討論與辯證的。對於參與知識的建構與討論，學生的表現是樂於學習的，勇於面對的。

研究者：「SG1、SG2 你們兩一組有什麼問題嗎？老師看你們聊的很高興耶。」

SG1：「老師！我們又不是在聊天。我們在討論」

SG2：「對呀！剛剛畫圖時，有個面旁邊的一條被擦掉了，我跟 SG1 在那邊修改重畫。」

研究者：「OK！瞭解，所以說你們在討論題目，也找到解決的辦法了嗎？」

SG2：「對呀！我們用別的方法，也補上了那條線。」(學生訪談 20101125-3)

SG3：「這個樓梯圖形，你可以這麼畫，然後把這片去掉，這片也去掉。」

SG4：「可是這一題，我是把這片補過來，那片移來這邊呀！」

兩個人你一言，我一語的互動著。(學生訪談 20101125-8)

SG3、SG4 這組的表現平時就不錯，所以今天的討論與題目算是小 CASE 他們今天的討論熱絡，沒有緊張的感覺。(教室觀察 20101209-3)

研究者：「老師知道有些人可能會，不需要用 sketchup 來輔助，但你們同組的學生，也要懂呀！一起完成，才算過關。不能丟下你的同伴，老師會

抽問，你們為何要這麼解題喔！」

SB1：「快記下來！」

SG1：「老師！男生偷用先跑」

SG2：「老師可以用筆直接算嗎？這個題目我應該會。」

SG1：「老師說要討論啦！快~~ 我們兩個寫一樣，然討論一下看要怎麼講。」

SB2：「可是！老師~SB3 很慢，有時要講很久才懂呀！」

SB3：「那有！我這幾次上課，講一下就又懂了。你才不懂。」(學生訪談

20101202-4)

分組發表時，研究者採隨機抽取學生的方式來發表，如此每個學生就都有機會要上台發表，其上台發表成敗與否也事關整組的表現，所以在分組討論時，每個學生都參與了與組員之間的討論，全組取得一個共通的解決方式，並需利用 sketchup 軟體來輔助說明。雖然部分同學有認為若抽到的同學不善表達或程度不佳就不公平，研究者當下鼓勵同組組員盡力協助教會同學，同組合作精神也是評比的項目之一。

SG3、SG4 這組的表現平時就不錯，所以今天的討論與題目算是小CASE 他們今天的討論熱絡，沒有緊張的感覺。(教室觀察 20101209-3)

SG1 和 SG2 這組也是密集的討論著，有時笑，有時看一下電腦畫面，有時則是低頭認的做筆記。可能怕待會上台會出槌吧！(教室觀察 20101209-4)

SB1：「老師！那若抽到 SB3 那我們這組一定輸的呀！」

研究者：「你們沒試看看教一下同學，怎能知道他一定不會呢？」

老師相信你們一定可以的。盡力而為就好！有進步就

很棒很棒了。」

SB2：「那就是講個大概就好了，是不是。」

研究者：「你們講的方法和你們的解題方式，老師一聽就知道你會或不會了。所以你會講多少就講多少，對與錯老師不是老師要測驗你們的主要目的，而是要看你們懂了多少，這樣學習是有沒有效果的。」(學生訪談 20101209-2)

研究者：「老師知道有些人可能會，不需要用 sketchup 來輔助，但你們同組的學生，也要懂呀！一起完成，才算過關。不能丟下你的同伴，老師會抽問，問你們為何要這麼解題喔！」

SB1：「快記下來！」

SG1：「老師！男生偷用先跑」(學生訪談 20101202-4)

在教學的後期，部分學生在評測時，不需要利用 sketchup 來協助思考，紛表示空間概念已清楚建立。表示利用 sketchup 配合之前的教學方式，學生進步不少。

研究者：「SB1 老師想知道，為什麼你沒有用電腦來解題。」

SB1：「老師這個很簡單，用 sketchup 畫那麼多次了，我都記得了。」

研究者：「這麼有自信」

SB1：「嘿呀！簡單啦！」(學生訪談 20101118-2)

研究者：「準備發下考卷了！請大家注意，細心一點，可以配合電腦來操作」

SB3：「這樣我就比較會了」

SG2：「老師我會，可不可以不要用電腦」

研究者：「可以呀！確定會了，就可以直接寫。」(學生訪談 20101118-10)

SG2、SG4 在寫學習單的過程中是直接寫也沒有配合電腦的操作使用，她表示她已經會了，不需要靠電腦來配合。(學生訪談 20101118-7)

本階段搭配合作學習的方式，讓學生在學習上有了不同的學習體驗，不僅再度活化了學習的興致，也強化了學生學習的企圖心，利用共同體的概念，彼此互助牽制，在合作學習中學到在群體中分享、尊重與接納的重要性。

參、問題發現及改進策略

在此合作學習階段，學生經驗分享，意見交流，溝通討論免不了需要與組員磨合和驗證才能得到結果，難免會有意見不合，想法相左的情形出現。再者每組成員程度不一，程度的落差，也會造成教學的學生有不耐心，被教者不專注或不配合於小組討論的事情上，而產生學生會有歧視、不配合的動作或語言出現。

研究者：「SB1 跟同學一起分組好玩嗎？」

SB1：「還好！隨便啦！」

研究者：「怎麼這麼回答。」

SB1：「因為我都要教人家。老師！那很煩耶。SB3 他都不太會。」

(學生談談 20101125-1)

研究者：「SB3，分組之後你對題目有比較瞭解嗎？」

SB3：「有一點！我有比較聽的懂。可是 SB1 都會笑我！我很氣。」(學

生談談 20101125-2)

男同學 SB3 則是無法融入裡頭唯一的男生團體，想接話切入話題中，但總是會被 SB1 打斷並吐嘈。(教室觀察 20101014-3)

SB3 與 SB2 發生小小爭執，在討論的過程中，SB3 無法瞭解 SB1 所講的，而遭致 SB1 嘲笑。當下我就予以 SB1 觀念上的教導與疏通，表示尊重他人的重要性。(教學省思 20101125-5)

由教學活動的進行過程來看，學生程度落差所造成的學習現象及行為，研究者採當場對學生進行觀念上的輔導，加強其尊重他人與謙虛、接納包容的觀念。利用其優勢特質來鼓勵協助他人來代替責罰，以免收反效果之效。

SB1 個性較直率，在組中較活躍，對於 SB3 的進度與學習成效有落後或跟不上時，會有不耐心及嘲諷的行為，需當場制止，並強化其尊重他人的觀念。(教學省思 20101125-4)

SB1：「因為我都要教人家。老師！那很煩耶。SB3 他都不太會。」

研究者：「哇！你不錯呀！可以教他。剛才我有看到呀！你教的不錯呀！雖然剛剛有教錯。但~很好！你有在動頭腦喔！」

SB1：「嘿！真的嗎？」(學生訪談 20101125-1)

SB1：「那有，聽不懂還說別人講太快，我才聽不懂你們講的」

研究者：「SB1，注意一下你的發言，別人有發表看法的權利，而且不是針對個人，是針對整個過程，所以這樣說人家是很不禮貌的。」(學生訪談 20101209-9)

學生合作學習，是需要各組組員相互討論與教學的，然而在其中發現有些學生本身觀念不熟，在教導同儕的同時，也將錯誤的觀念傳遞給了同學，在這些需要參加補救教學的學生身上，教學者需要將程度較佳、理解力強、善表達者平均配置於各組中，讓其成為一位學習的核心人物，扮演小老師角色協助教學者過濾學習時所衍生出來的錯誤資訊，讓各組在競爭時有個齊頭式的平等。教學者亦需隨時留意學生之討論內容，必要

時介入導正觀念。而分組方面應由教學者來主導，依學生程度，將程度較佳、理解力強、善表達者平均配置於各組中，讓其成為一位學習的核心人物，扮演小老師角色協助教學者過濾錯誤資訊，讓各組在競爭時有個齊頭式的平等。

SB1 學生在該組中，扮演了主導的角色，講了蠻多的想法很熱衷的與同學分享，在尋堂的過程中，他有錯誤的觀念並且被 SB2 發現怪怪的，雖然 SB3 說不出所以然，卻也無了了之。(教室觀察 20101125-4)

SB2：「老師！你看我們一起算好了。」

研究者：「有用到這個 sketchup 嗎？」

SB1：「有呀！SB3 都要我一個一個講才會。」

SB3：「那有！老師他剛剛就有講錯，是我告訴他的。」(學生談談 20101125-9)

第五節 行動歷程發展

根據上節所述四個階段，將四階段行動研究歷程整理如表 4-1，以更清楚瞭解整個行動研究的過程發展。

表 4-1
行動歷程表

階段	第零階段 準備期	第一階段 導入建構式教學	第二階段 導入輔導發現法及 個別化教育計畫	第三階段 導入合作學習法
教學 法	傳統講述 教學法	傳統講述教學法 建構式教學法	1、建構式教學法 2、輔導發現法 3、實施個別化教育 計畫	1、建構式教學法 2、輔導發現法 3、實施個別化教育 計畫 4、合作學習法
概念 發展		基本平面幾何圖 形	立體圖形(基本型)	立體圖形(複合型)
發現 問題	學生認為 數學不好 玩，圖形無 法正確想 像。	初期學生學習興 趣缺缺。 教師單向傳授教 學。學生無法將 理論與實際驗 證。 每週一次的補救 教學對 SB3 的學 習成效而言並不 顯著。 短期記憶無法發 展成長期記憶。 老師講解時間過 長，學生處於被 動接受狀態。	後期，因操作模式已 熟悉，部份學生學習 動機減弱。(程度較 好學生心生倦怠。) 對 SB3 學生而言，教 學者的教學語言仍 嫌艱澀，在此階段仍 無法跟上進度及腳 步。 每個單元設計觀念 單一，易造成低成就 學生用「背」的方 式，遵循一定的模式 解題，而不求理解。 內向型的學生較不 勇於表達自己的想 法或提出問題。	同組學員程度皆不 佳的組別，該組無法 明顯提升彼此的學 習成效。 同組成員程度較差 者，可能會錯誤解讀 老師的教學概念，因 此可能會有教錯同 儕的狀態發生。 3. 發現部分組成員 別有搗亂、不參與討 論、歧視…情形)。

解決策略		<ol style="list-style-type: none"> 1. 減少講述，增加學生操作機會，提升學習興趣。 2. 導入 sketchup 的軟體輔助教學，增加學生的長期記憶，也可解決枯燥乏味的問題 3. 針對 SB3 此位學生實施個別化教育計畫。 4. 引導學生去發現規律和結論，使其在探索知識的過程中扮演發現者的角色 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將學習單題型的難易度平均配置，並將部分題型配置為複習型，讓孩子能在作答中與先前所學知識連結，使學生直接理解該課程的學習指標。 2. 將學生分組，提供競爭機會與同儕合作學習的機會，藉此引起強烈學習動機 3. 鼓勵組員，藉由互動與「共通」語言並利用「教學相長」的理念來達成學習的目標。 4. 教學者需留意內向型學生，並鼓勵學生提出自己的想法或問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 隨時留意各組間學生的學習狀態，若發現錯誤或偶發事件，老師需馬上介入予以導正；最好確定一位主導型學生，並確定其觀念是否正確。 2. 於課堂中強化尊重他人與謙虛的觀念。 3. 老師依同學程度平均分配於各組中，讓各組有個齊頭式的平等競爭。
預期效益		<p>學生對學習產生興趣，操作機會的增加，給了學生主動去探究驗證的機會，進而延長且加深了學生的記憶時效。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同儕間能激起彼此間的學習動機，相互牽制與合作，以增加學習成效。 2. 兼顧公平性與學生學習狀態的差異性；課程的設計能讓學習者在每次的學習中能溫故知新。 	<p>強化學生正確的學習觀與態度，並藉由教學者的主導權建立一個合適的競爭與合作學習環境。</p>

第五章 結論與建議

本研究主要目的在於透過行動研究教學過程，實施 3D 電腦軟體 sketchup 的幾何圖形補救教學以探討此 3D 電腦圖形軟體(sketchup)與教學策略的搭配，對國小參與補救教學的兒童學習成效之影響，是否對學生的學習成效有所改變，是否有助於提升學生的學習成效，作出整體的探討與描述，並歸納出幾點研究結論與諫議，期望藉由所得到結論與諫議，能夠對教師及教育研究者未來在探討相關問題時，提供進行教學改進以及研究發展方向之參考。

本章旨在對本研究作出整體描述，並歸納出幾點研究結論與建議；期望藉由這些所得到的結論與建議，能夠對教師及教育研究者未來在探討相關問題時，提供進行教學改進以及研究發展方向之參考茲將本章分為二個部份；第一節為研究結論與貢獻，第二節為研究限制與建議。

第一節 結論與貢獻

本研究基於行動研究的精神與架構，以sketchup為主教學法為輔的研究方式來進行資料的蒐集與分析。本研究分四個階段並配合教學法的改進來完成此次的研究，茲將本研究結果說明如下：

壹、結論

一、3D繪圖軟體的應用於補救教學學生幾何課程學習態度與成效的影響。

- (一) 利用3D繪圖軟體架構學生幾何基本概念的學習成效有正向的影響。
- (二) 配合教學法的進行，對於輔助學生釐清空間幾何概念上的盲點與迷思有正向的影響。
- (三) 3D繪圖軟體的應用能為傳統教學所無法呈現之觀念或面向提供解決之道。
- (四) 因為此軟體屬於操作型軟體，其簡單易懂的特性在提升學生學習動機上有正向的影響。

(五) 強化了學生配合題意繪圖的能力

二、教學法搭配3D繪圖軟體sketchup對補救教學學生學習態度上的影響

(一) 傳統講述教學搭配3D繪圖軟體(sketchup)的操作應用成效不顯著，提升學生的學習動機幅度有限。

(二) 第二階段所實施的輔導發現法，引導式的教學，對於學生在操作3D繪圖軟體(sketchup)來建立幾何觀念時有積極且正向的影響。

(三) 第三階段所實施的合作學習法與輔導發現法並行實施，提升了學生的學習興趣，也改變了學生在認知、情意、技能學習上的表現態度(如包容、接納、謙虛……)

(四) 有了3D繪圖軟體(sketchup)的輔助再加上合作學習法，對學生討論與發表的能力有加乘的正向影響。

(五) 學生自行操作對於數學低成就學生之學習成效有正向的影響。

(六) 合作學習法增加了學生間的互動，有效的提升學生的學習效率與教學成效，減少了教學者需多花時間來個別解說與幫助學習者減少解決幾何圖形時，對圖形的抽象思考花時間。小組成員可擔任教學者和監督者的角色，立即提供組員適切的指導。

四、3D繪圖軟體(sketchup)對教學者本身教學態度、技巧的影響

(一) 教學者可以在短時間上手，並清楚呈現出所欲表達的觀念。

(二) 為解決學生在面積幾何圖形問題，教師需採取更主動與積極的態度來進行教學反省，進而精進自己的教學方式

(三) 使用初期，教學者必需先瞭解sketchup基本功能的操作與使用，才得以應付學生在課堂中所提出的操作問題。

整體而言本研究結果顯示參與補救教學的學生對於3D繪圖軟體(sketchup)於數學幾何補救教學之學習態度是持正面肯定的，並驗證了sketchup應用於國小數學幾何圖形的課程是可以提升參與補救教學學生的學習成效。

貳、研究貢獻

本研究經文獻探討、行動研究教學歷程以及資料分析後，所取之資料經過整理與歸納，了解本研究發現其結果，具備以下之貢獻。

一、在學術上

- (一) 本研究所發展出來的各項結論可作為後續研究者發展相關研究時之參考。
- (二) 目前國內學術論文較少針對3D繪圖軟體(sketchup)之應用於國小學童參與補救教學時空間幾何上的教學，故本研究以此為主題來進行探討，可做為學術界後續研究者的參考。
- (三) 本研究發掘出3D繪圖軟體(sketchup)影響教學者教學者搭配教學法及學生學習態度及學習成效之因素及其關係，可日後作為學術界研究者的參考。

二、在實務上

經本行動教學歷程之結論，可作為政府、學校單位，及相關數學研究小組對於3D繪圖軟體，融入教學之政策擬定或教學設計，或教師個人教學精進與教師施行幾何教學與家長乃至於學童在家自主練習之重要參考。

第二節 限制與建議

本研究為行動研究教學，探討3D繪圖軟體對於空間幾何在補救教學之應用及成效，而其他影響研究的因素，則有待後續研究。針對本研究之限制與建議分述如下。

壹、研究限制

本研究限制研究者擬從研究對象、研究方法、研究工具、及研究時間提出相關限制，限制如下：

一、研究對象:

本研究因研究者時間、人力及校務行政上的考量，研究對象只選擇研究者所任職學校國小六年級參加課後照顧補救教學之學生為對象，並無規畫其它學校學生來參與研究，因此在研究結果的推論上僅適用於類似的學校及年級。

二、研究方法:

本研究方法以行動研究方式進行，並輔以教學日誌，教室觀察與學生訪談質性研究方式進行，無法与其它量化研究比較。

三、研究工具:

本研究以康軒版數學第十二冊為發展核心，利用Google公司所發佈之自由軟體sketchup為教學工具，配合本校資訊電腦教室和電子白板教室，來進行教學研究。利用康軒官方版的出題光碟來出題，其內建之相關課程指標，題目難易度皆為研究者提供一個平等且一致的出題機制。

四、研究時間:

本研究僅能在每週一次，為期9週之教學時間內來進行教學，並觀察記錄學童的學習成效，未能分析電腦輔助教學与其它學習法的差異。

貳、對學術研究之建議

一、在研究對象方面

本研究對象為參加國小六年級數學低成就學生，樣本僅有7人，略嫌不足，未來研究對象若能擴及到初、中、高等教育或成人教育階段，城鄉教育體系其教學效果如何，或是應用於特教學生，都是值得研究的主題。

二、在研究方法方面

本研究方法主要以質性的分析，訪談方式進行資料蒐集，將來研究可採行實驗研究；問卷調查等方式進行，更深入探究3D繪圖軟體教學對補救教學學生學習數學之影響，建構完整教學處理的歷程。

三、研究時間方面

本研究在進sketchup補救教學過程中，時間不夠是一大問題與每節課的間隔為一週，每節課二個小時，並無法讓老師有足夠時間教學引導，而學生也沒有足夠時間操作練習，因而有些學生的表現並沒有達到理想的狀態。因此未來的類似研究應考慮長時期且連續的時間，讓學生都能從容的進行教與學。

四、在研究學科領域方面

在此次行動研究中，許多資料結果皆顯示學生對3D繪圖軟體(sketchup)對數學在幾何方面的補救教學多是正向肯定的，再加上3D繪圖軟體(sketchup)為目前一新興軟體，許多技職院所也陸續導入此軟體來教學建模，故除應用層面外，其邏輯性的操作方式，是可以導入幾何教學及設計教案中，以探究學生的學習反應與成效。

參、對實務上之建議

本研究從各角度面向提出幾點建議以供參考：

一、從教學者角度

- (一) 鼓勵教師利用3D繪圖軟體施行於表面積與立體圖形之教學。
- (二) 教學者需先瞭解3D繪圖軟體相關功能操作及特性，以利用課堂上隨時可修正教學方式與導正學生操作時會提問的問題

二、從家長、學童的角度

可推廣及鼓勵家長應用此軟體，來陪同孩子學習並和熟練空間幾何的概念。

三、從學校教育政策角度

- (一) 學校可利用週三教師進修的時間進行相關教師研習，來學習3D繪圖軟體的操作與特性，將之導入於日後的數學課程。
- (二) 可於教育單位中，實行幾何教學工作坊，將3D繪圖軟體置入教學教材教法設計。

四、從政府教育政策角度

- (一) 政府教育相關部門，能檢視現今教學教法中，是否能於教科書中，將3D繪圖軟體納入相關教學資源的推薦中。
- (二) 教育部門能重視孩童在學習空間幾何上的需求與解決之道。

參考文獻

中文部份

- 丁世芳 (2006)。以小組合作學習探究國小四年級學童「月亮」單元的概念學習 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，台北市。
- 于富雲 (2001)。從理論基礎探究合作學習的教學效益。教育資料與研究，38，22-28。
- 王瑋樺(2001)。國小三年級數學學習障礙學生加法文字題解題歷程與補救教學之研究 (未出版之碩士論文)。屏東師範學院，屏東市。
- 田興蓉 (2003)。數學遊戲對國一學生學習動機影響之研究 (未出版之碩士論文)。彰化師範大學，彰化。
- 江武雄 (1996)。建構主義的教學策略—以「科學教學專題研究」為例。建構與教學(2) 國立彰化師大科教中心。
- 江麗瓊 (2005)。國小生活課程合作學習教學成效之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺東大學，台東縣。
- 李詠吟 (2008) 加州小班教學的實施成效及其對台灣教育的啟示。文教新朝季刊，6(1)。
- 李宏彥 (2001)。適合國小學童之錯誤類型導引式數學學習系統—以國小三角形面積 (未出版之碩士論文)。國立台北師範學院，台北。
- 李秋芳 (2002)。國小高年級社會科合作學習之行動研究 (未出版之碩士論文)。屏東師範學院，屏東。
- 李進福 (2006)。數學教材設計之研究-以視覺理論為基礎 (未出版之碩士論文)，國立交通大學，新竹市。
- 李致誠 (2007)。國小中年級學生社會學習領域合作學習之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立臺東大學，台東縣。
- 余文玲(2009)。運用平衡閱讀教學於符合教育部課後扶助攜手計畫之國小學童英語補救教學行動研究 (未出版之碩士論文)。屏東教育大學科技研究所，屏東。
- 何榮桂(2000)。電腦、網路與國中教育。民國91年5月15日，取自：
<http://kids.yam.com/help/article1.htm>
- 杜正治(2001)。補救教學的實施。學習輔導-學習心理學的應用，425-472。台北：心理。
- 林佩璇 (1992)。台灣省國立高級職業學校合作學習實驗研究 (未出版之碩士論文)，國立台灣師範大學，台北。
- 林佩璇 (2000)。個案研究及其在教育研究上的應用。載於中正大學主編，質的教育研究方法，頁239-262。
- 林碧珍 (2001)。發展國小教師之學生數學認知知識—理論結合實務研究取向的教師專業發展。台北：師大書苑。
- 林生傳 (2003)。教育心理學。台北：五南。
- 吳明隆 (1993)。國民小學學生電腦態度及其相關因素之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 吳明隆 (2001)。教育行動研究導論：理論與實務。台北：五南。

- 吳愛玲 (1999)。台北市國民小學級任教師領導行為類型與學生學習行為之相關研究(未出版之碩士論文)。台北市立師範學院，台北市。
- 李秋芳 (2002)。國小高年級社會科合作學習之行動研究 (未出版之碩士論文)。屏東師範學院，屏東縣。
- 周筱亭 (1994)。國民小學教師對於數學新課程應有的認識。載於**台灣省國民學校教師研習會 (編) 國民小學數學科新課程概說 (低年級)**，頁18-44。
- 周立勳 (1994)。國小班級分組合作學習之研究 (未出版之碩士論文)。國立政治大學，台北市。
- 周冠男 (2003)。國三學生改善數學學習態度之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄。
- 洪明洲 (1999)。網路教學課程設計對學習成效的影響研究。台大管理論壇網站，取自於 <http://mgt.ba.ntu.edu.tw/management/>。
- 教育部(1993)。國民小學課程標準。台北：教育部。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 教育部(2008)。國民教育九年一貫課程綱要。2009年8月9日，取自於 <http://teach.eje.edu.tw/9cc/index.php>
- 孫賢霖 (2008)。應用鷹架教學策略於網頁設計技能檢定數位學習課程之研究 (未出版之碩士論文)。國立台東大學教育大學，台東縣。
- 陳伯章 (1998)。教育研究方法的新取向—質的研究方法。台北:南宏圖書。
- 陳英哲(2007)。運用資訊融入合作學習在解決國小四年級學童分數迷思概念之補救教學研究 (未出版之碩士論文) 國立嘉義大學，嘉義。
- 高敬文 (1989)我國國小學童測量概念發展研究。國立屏東師範學院初等教育研究第一期，183 - 219。
- 郭聰貴 (1978)。國小學生對學校態度之調查分析 (未出版之碩士論文)。台灣師範大學，台北。
- 郭重吉、江武雄和王夕堯 (1999)：輔導中學數理教師設計教學活動之行動研究(2/3)。行動研究國際研討會，國立台東師範學院。
- 郭重吉 (1999)：行動中的學習、反省與成長。1999行動研究國際研討會，國立台東師範學院。
- 郭重吉 (1992)。從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進。科學發展月刊，20 (5)，548-570 頁。
- 郭生玉 (1973)。國中低成就學生心理特質之分析研究。師大教育研究所集刊，15，451-534。
- 郭生玉 (1999)。心理與教育測驗。台北市：精華書局。
- 陳延澤、侯龍躍 (2005)。成就需求理論在學校組織領導上的應用。師說，185，23-26。
- 許天威 (1986)。學習障礙者之教育。台北市：五南。
- 康木村、吳吉昌(2000)。國中數學科個別化補救教學實驗研究。發表於高雄師範大學教育系主辦之「九年一貫課程改革下的補救教學方案研習」。
- 張新仁 (1982)。國中學生學習行為之研究 (未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學，

- 台北。
- 張寶蓮 (1995)。如何激發學習的內在動機。**研習資訊**，12 (6)，65-66。
- 張芳全 (1997)。教學法的新典範--合作學習。**國教月刊**，44 (3)，7-16。
- 張文瓊(2002)：**一位五年級教師實踐體積教學之行動研究** (未出版之碩士論文)。新竹教育大學，新竹。
- 張國恩 (2002)。從學習科技的發展看資訊融入教學的內涵。**北縣教育**，72，頁2-9。
- 張春興 (1996)。**教育心理學**。臺北：東華。
- 張春興 (1998)。**教育心理學-三化取向理論與實踐** 台北：東華。
- 張春興 (2002)：**教育心理學**。台北：東華。
- 張新仁(2001)。**實施補救教學之課程與教學設計**。**國立高雄師範大學教育學系學刊**,17, 85-106。
- 張芬芬 (2005)。**質性研究資料分析**，台北：雙葉書廊有限公司。
- 甯自強 (1993)。**國小數學科新課程的精神及改革動向-由建構主義的觀點來看**。**科學教育月刊**，1 (1)，101-108 頁。
- 甯自強 (1996)。**數學的格式與內容：皮亞傑與維高斯基**。1996年台北市立師院「皮亞傑與維高斯基的對話」百年校慶學術研討會。
- 黃政傑、林佩璇 (1999)。**合作學習**。臺北市：五南。
- 黃雅慧 (2003)。**教師資訊素養對學習成效之影響探討**。**網路社會學通訊期刊**，33，
<http://mail.nhu.edu.tw/~society/>。
- 葉玉珠等著 (2003)。**教育心理學**。臺北：心理。
- 歐用生(1996)：提升教師行動研究的能力。**教師專業成長**，PP. 137-150。台北師大書苑。
行動研究國際學術研討會主題論文集，p1-p16。
- 歐用生 (1999)：**行動研究與學校教育革新**。國立台東師範學院。
- 劉海鵬 (2002)。**台南地區高中職學生體育課學習滿意度與學習成效之相關研究** (未出版之碩士論文)。台北市立體育學院，台北市。
- 臧俊維 (2003)。**高雄縣高一學生小組合作學習教學法對數學學習態度影響之研究** (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄。
- 蔡清田 (2000)：行動研究及其在教育研究上的應用。載於中正大學教育研究所主編，**質的研究方法** (頁307-333)。高雄：麗文文化。
- 賴銳霞 (2002)。**合作學習對國小五年級學生國語科學習成效之研究** (未出版之碩士論文)。國立嘉義大學，嘉義縣。
- 盧秀琴、姚乃丹 (2002)。**資訊教育融入國小課程的應用與省思**。**國民教育**，42(6)，19-24。
- 簡妙娟 (2000)。**高中公民科合作學習教學實驗之研究** (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄縣。
- 鍾 靜 (2000)。**學生學習為中心的數學教學特質分析研究II**。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告，NSC 89-2511-S-152-029。
- 謝青龍 (1995)。**從「迷失概念」到「另有架構」的概念改變**。**科學教育月刊**，180，3-29。
- 譚寧君 (1998a)：國小兒童面積迷思概念分析研究。**台北師院學報**，11，573-602。

譚寧君 (1998b)：高年級教材分析。國民小學數學科新課程概說（高年級）協助兒童
認知發展的數學課程（p214-229）。台北：台灣省國民學校數學教師研習會。

英文部份

- Brown, C. A. & Borko, H. (1992) .Becoming a mathematics teacher. In D.A. Grouws
(Ed.) ,*Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* ,
pp.209-239) .NY : Macmillan.
- Bower G. H., and Hilgard E. R. (1981) .“*Theories of Learning*,” Prentice-Hall: Englewood
Cliffs. HJ
- Bruner, J (1966) “*The Growth of Mind*,” Cambridge. MA: Educational Services,
Inc.
- Driver, R. & Bell, B.(1986). Students’ thinking and learning of science : A constructivist view.
School Science Review, 67 (240), pp.443-456.
- Deutsch, M. (1949) . *A theory of cooperation and competition*. Human Relations, 2: 129-151.
- Freudenthal, H. (1968). Why To Teach Mathematics so as to Be Useful.
Educational Studies in Mathematics, pp.3-8.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T.(1990).Cooperative learning and achievement. In S.
Sharan(ed.). *Cooperative learning: Theory and research* (pp.23-37). New York:
Praeger.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T.(1991).*Learning together and alone: Cooperative,
competitive, and individualistic learning (2nd ed..)* . Englewood Cliffs,
NJ:Prentice-Hall.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computer as mindtools for schools: Engaging critical
thinking* (2nd ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Kagan, S. (1992). *Cooperative learning (8th Ed.)*. San Juan Capistrano, CA: Kagan
Cooperative Learning.
- Lewin, K. (1936). *The Dynamic Theory of Personality*. NY: McGrew-Hill .
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1983). *An agenda for action*.
Reston, VA: Author.
- Malone, T.W. & Lepper, M.R. (1987). Making learning fun: a taxonomy of
intrinsicmotivations for learning, in: RE Snow & MJ Farr (Eds) *Aptitude, Learning,
and Instruction, III: Cognitive and Affective Process Analysis* (pp 223-253).
- National Research Council. (1989). *Everybody counts*. Washington, DC: National
Academy Press.
- National Research Council (1996). *National mathematics education standards*.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principle and Standards for School
Mathematics*. Reston, VA:NCTM.Washington, DC.: National Academy Press.

- Millar, R. (1989). Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, 1,587-596.
- McClelland, D. C. (1961). *The Achieving society*. Princeton N. J.: Van Nostrand Reinhold Co.
- Piaget, J .(1926) .*The language and thought of the child*. Orlando,FL: Harcourt Brace Jovanovich.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63,167.
- Paris, S, G., Cross, D. R., & Lipson, N. Y. (1984) . Informed strangies for learning: Aprogram to improve children’s reading awareness and comprehension. *Journal of Education Psychology*, 76, pp1239-1252.
- Slavin, R. E.(1983) . *An introduction to cooperative learning* . New York: Longman.
- Slavin, R. E.(1984) .Component building: A strategy for research-based instructional improvement. *The Elementary School Journal*, 84(3), pp254-269.
- Slavin, R. E.(1990) .*Cooperative learning: Theory, research, and practice* . Boston:Allyn and Bacon.
- Vygotsky, L. S. (1978).*Mind in society*. Cambridge, MA:Harvard University Press.
- Winter, D. G. John, O. P. , Stewart, A. J. , Klohnen, E. C. , & Duncan, L. E. (1998). Traits and motives: Toward an integration of two traditiona in personality research . *Psychological Review*, 105(2), pp.230-250 °
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), pp.458-477
- Zuber-Skerrit, O (1992) *Improving Learning and Teaching Through Action Learning andAction Research* , Draft paper for the HERDSA Conference 1992 University 1992 University of Queensl.

附錄一 學生資料調查表

學生姓名 身份證字號		入學年度： 年	班級： 年 班
監護人姓名		關係	
連絡電話			
1、與小朋友同住的家 人，共()人 (請寫出稱謂即可)			
2、父母親的婚姻關係 <input type="checkbox"/> 同住 (若非，請勾選右列項目)	<input type="checkbox"/> 分住 現與何人同住 ()	<input type="checkbox"/> 分居 現與何人同住 ()	<input type="checkbox"/> 其他 原因： ()
3、母親是否為外籍配 偶？	<input type="checkbox"/> 是，國籍：() <input type="checkbox"/> 否。		
4、父母是否有一方為原 住民？	<input type="checkbox"/> 是，()族 <input type="checkbox"/> 否。		
5、家庭的經濟狀況	<input type="checkbox"/> 富裕 <input type="checkbox"/> 小康 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 清寒 <input type="checkbox"/> 低收入戶(有證明者)		
6、小朋友是否領有殘障 手冊？	<input type="checkbox"/> 是，手冊名稱：() <input type="checkbox"/> 否。		
父母是否領有殘障手 冊？	<input type="checkbox"/> 是， <input type="checkbox"/> 父 <input type="checkbox"/> 母 手冊名稱：() <input type="checkbox"/> 否		
國語			
數學			
英語			
其他補 充資料			

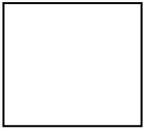
附錄二 各階段學習單

班級：

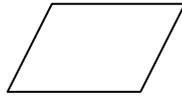
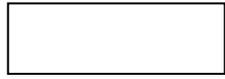
座號：

姓名：

1、請寫出下圖，邊和圖形的名稱



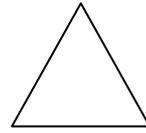
()



()

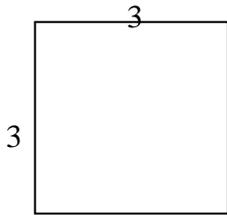


()

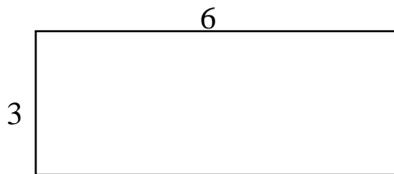


()

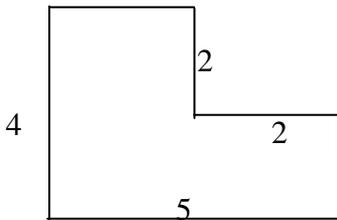
2、求此圖的面積？(單位：公分)



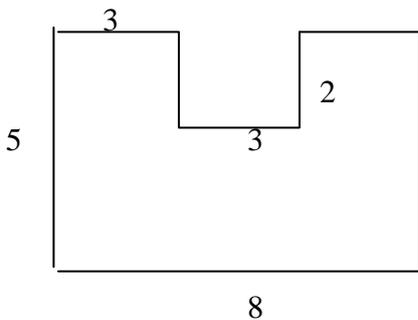
3、求出此圖的面積？(單位公分)



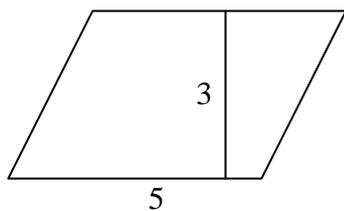
4、求出此圖的面積？(單位：公分)



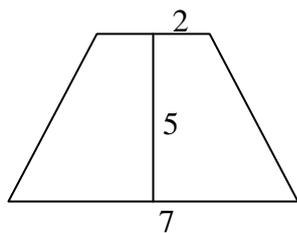
5、求出此圖的面積？(單位：公分)



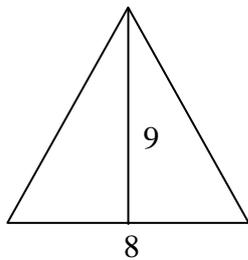
6、求出此圖的面積？(單位：公分)



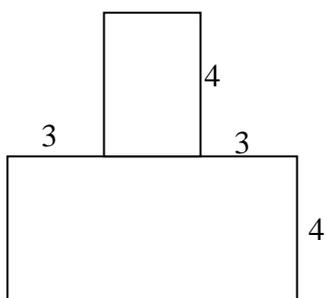
7、求出此圖的面積？(單位：公分)



8、求出此圖的面積？(單位：公分)

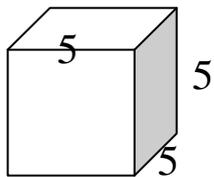


9、求出此圖的面積？(單位：公分)

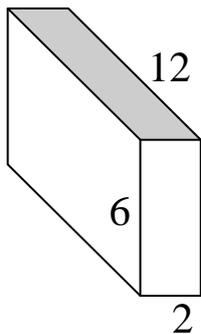


★求出下列圖形的表面積(單位：公分)

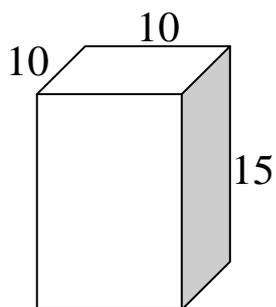
1、



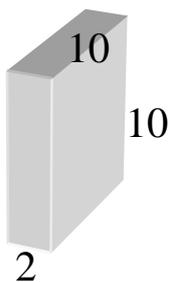
2、



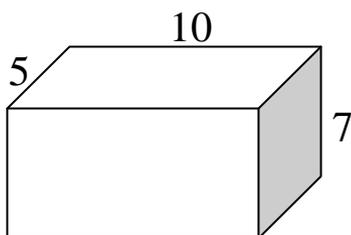
3、



4、



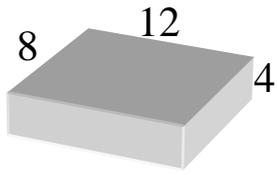
5、



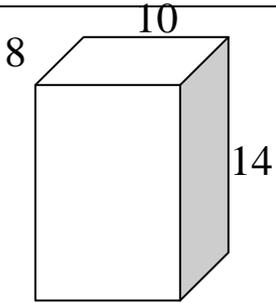
學習單編號： 3 班級： _____ 座號： _____ 姓名： _____

★求出下列圖形的表面積(單位：公分)

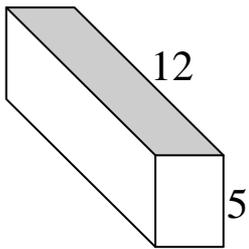
1、



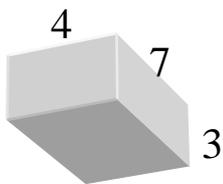
2、



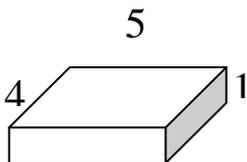
3、



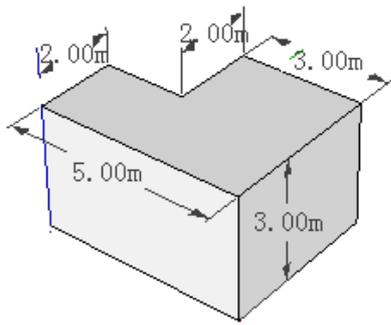
4、



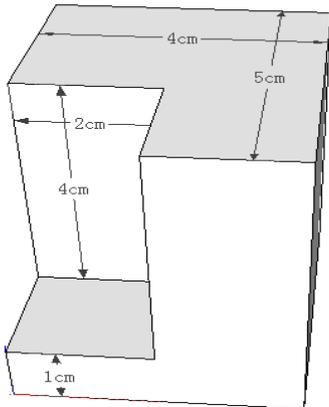
5、



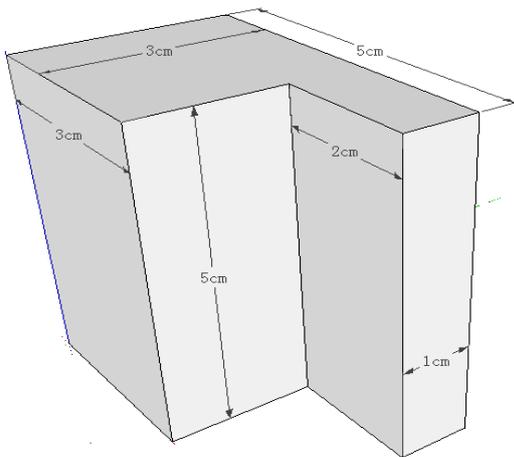
★ 求出下列圖形的表面積(注意單位)



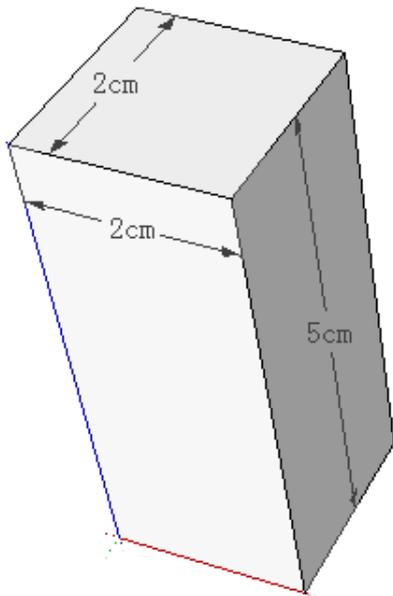
1、



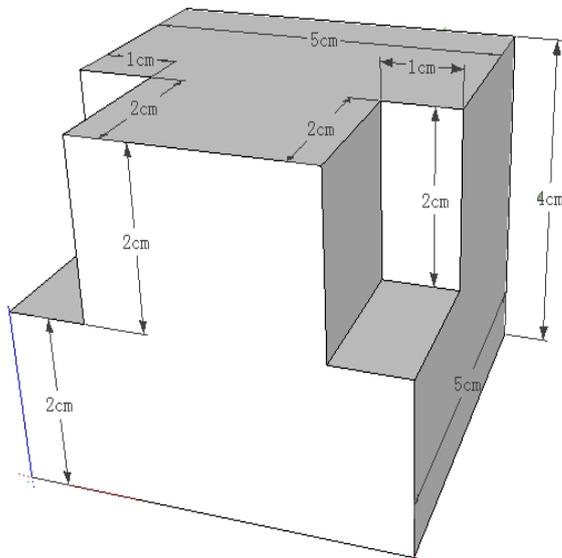
2、



3、

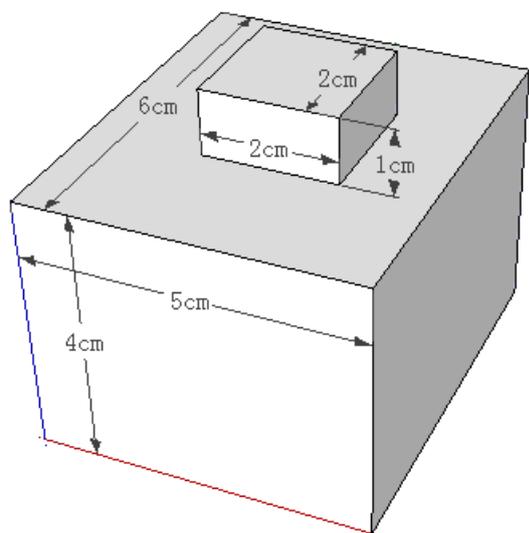


4、

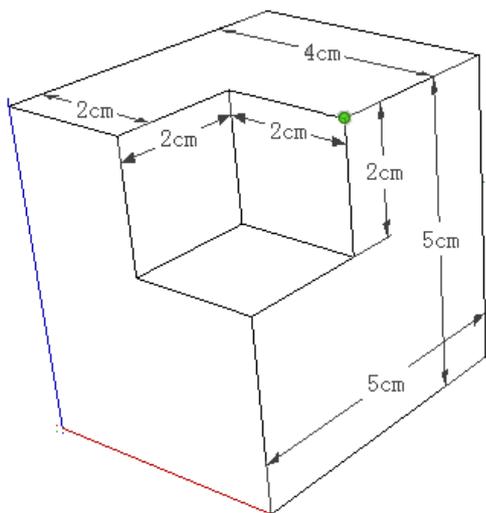


5、

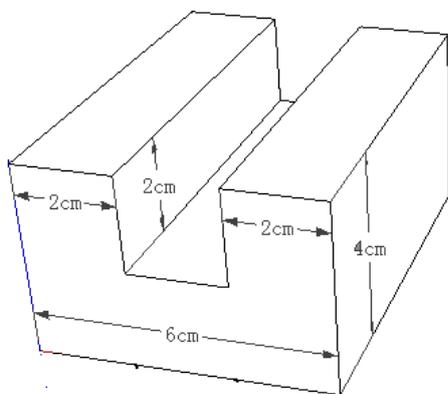
★ 求出下列圖形的表面積



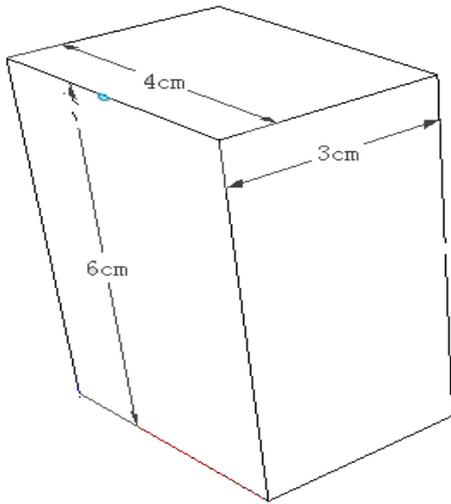
2、



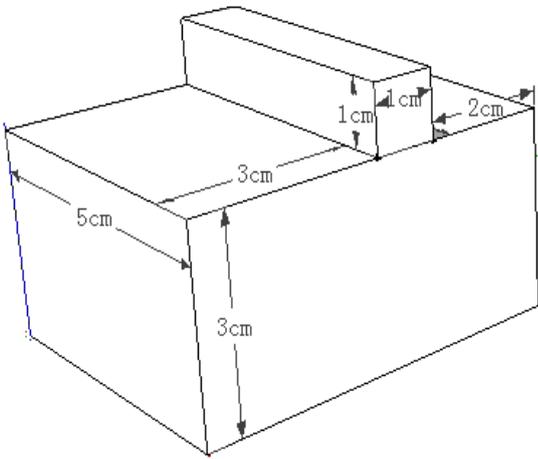
2、



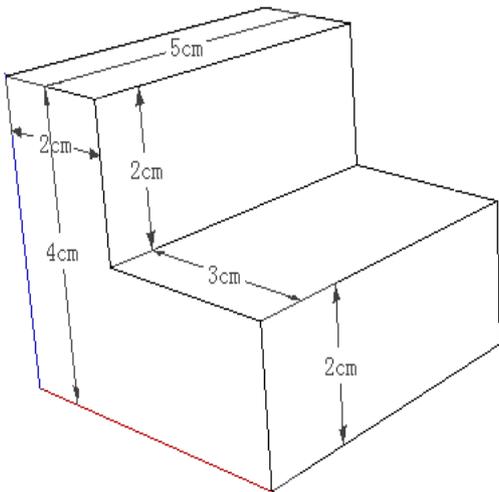
3、



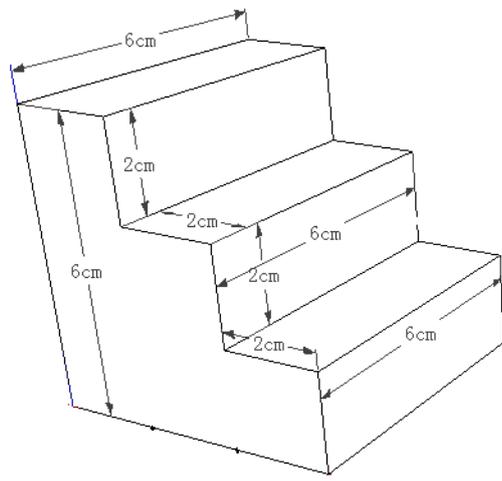
4、



5、



6、



7、

附錄三 教室觀察表

教室觀察表			
日期	年 月 日	時間	
教學者			地點
教學單元			
學生學習 概況	SB01 : SB02 : SB03 : SG01 : SG02 : SG03 : SG04 :	備註：	
上課表現			備註：
學習態度			

附錄四 教學省思

教學省思			
日期	年 月 日	時間	
教學者			地點
教學單元			
學生表現、 學習單分 析	SB01 : SB02 : SB03 : SG01 : SG02 : SG03 : SG04 :		
教學 情形 備忘			
自我 省思			
解決 方案			

附錄五 調查表

調查表(一)			
姓名		班級	
日期	年 月 日	座號	
問題 1、小朋友！請將你今天上課的 感覺或不會的地方寫出…			
問題 2、我今天還比較不懂的地方 是…			
問題 3：其它			

調查表(二)

姓名		班級	
日期	年 月 日	座號	
1、你喜歡數學嗎？為什麼？ 2、表面積這單元會比其它不是幾何的單元更容易瞭解嗎？ 3、立體圖形的表面積，你覺得那方面是你較不容易懂、或容易混淆的？ 4、在學校遇到不會的數學題目，你通常如何解決？ 5、在家遇到不會的數學題目，你通常如何解決呢？ 6、在家通常是誰幫你解決相關數學問題呢？都如何解決呢？ 7、用電腦上數學課，能讓你較想學習嗎？為什麼？ 8、SKETCHUP 這套軟體好用嗎？容易操作嗎？有那些地方是你較不會的？ 9、用 SKETCHUP 有比較容易瞭解立體圖形表面積的空間概念嗎？有			

解決對你而言較不清楚的地方嗎？

10、 SKETCHUP 教學中的，旋轉功能有讓你更容易找到自己的盲點嗎？

11、 SKETCHUP 教學中，曾有教過利用著色的方式來標註已經算過的面，這樣容易讓你找到自己常忽略的「面」嗎？

12、 自行操作？還是老師講解後操作？邊講邊操作？這三種方式那種讓你覺得較容易？

13、 回去的話，你會自行下載安裝來幫助自己瞭解表面積的題目嗎？

14、 由同學兩兩一組的方式來操作互助，你覺得比只聽老師講解後操作更容易瞭解嗎？

附錄六 訪談記錄表

訪談記錄表			
訪談對象		班級	六年級課輔班
日期	年	月	日
內容記錄：			