國立臺灣師範大學

圖文傳播學系

碩士論文

以Google SketchUp進行國中正投影圖學學習成效之研究

Learning Effects of Othographic Projection Drafting Courses at Junior High School Is Teaching by Google SketchUp

研 究 生：楊志偉

指導教授：王健華 教授

中華民國 102 年 1 月

中文摘要

本研究旨在探討於國中生活科技圖學課程之正投影單元中，以 Google SketchUp 進行資訊融入教學後，以教學實驗的方式，探討比較不同教學方式下學生之學習結果。研究以前、後測準實驗研究設計，以國中一年級（七年級）學生為研究對象。實驗組與對照組都在電腦教室進行教學，二組都以電腦操作和觀察 Google SketchUp 建立的 3D 模型，實驗組並教授如何使用 Google SketchUp 來建立 3D 模型，對照組則照一般圖學教學方式進行。比較在不同教學方式下對於學習動機、學習成就、與空間能力測驗表現之差異。

研究結果主要發現：

一、在學習動機方面，實驗組的學習動機高於對照組。男生的學習動機高於女生。

二、在製圖測驗與空間能力測驗方面，兩組沒有顯著差異。但不同空間能力與不同資訊能力之間有顯著差異。

三、二組的空間能力前、後測有顯著差異，學習正投影製圖能有效提昇空間能力。

由研究結果得到以下結論，在電腦教室使用 Google SketchUp 進行正投影圖學教學能有效提昇學生的學習動機及空間能力。空間能力和資訊能力是影響學習正投影圖學課程的重要因素。

關鍵詞：空間能力、學習動機、學習成效、Google SketchUp

Abstract

This study is to determine how Google SketchUp in Othographic Projection Drafting Courses the effects on 7th grade students' learning. A quasi-experimental design was used in the study and were pre- and post- tested. The experimental group was taught to make 3D models by using Google SketchUp in a computer lab; the control group the traditional method. The study tries to find out if students perform differently in the aspects of learning motivation, drawing test, and spatial abilities.

The results responsed：

Ⅰ. In learning motivation aspects, the experimental group got higher scores than the control group. Male students were slightly more motivated than female students.

Ⅱ. No difference were found between two groups in the spatial abilities and the darwing test. However the two groups achieved different spatial abilities and computer skills.

Ⅲ. Both of two groups students showed singifivantly higher scores in spatial abilities test. The facts suggest Othographic Projection Drafting Courses can improve students' spatial abilities.

The findings suggested that applying Google SketchUp in Othographic Projection Drafting Courses can improve students' learning motivation and spatial abilities, and the spatial abilities and computer skills are important factors to students when learn Othographic Projection Drafting.

Keywords：Spatial Abilities, Learning Motivation, Learning Effectiveness, Google SketchUp

目次

表次

圖次

第一章　緒論

萬志祥（2005）認為「資訊融入教學」不是為了將資訊強迫融入教學的工作，而是教師親自體驗過資訊科技帶給教學上的便利與教學成效的提升之後，教師才會更接受資訊融入教學，資訊融入教學的實施應從有效達成教學目標的角度來設計資訊融入的方法。

在本章中，將藉由研究背景與動機、接連研究目的、問題及名詞釋義、研究範圍與限制、研究流程這五個小節，說明本研究所要探討的主題，並就相關的範疇進行概要的論述。

第一節 研究背景與動機

隨著資訊科技的日新月異，世界各國紛紛提出相關的資訊教育計畫。如美國在 2001 年的『NO Child Left Behind』教育政策中，明確表示以科技加強教育的方針，並提出五大方向：補助中小學更多的軟硬體經費、e 化行政公文增加行政效率、過濾不良網路內容、設定資訊教育評鑑目標確保教育成效、於貧瘠之區域設立資訊科技中心（劉家賓，2001）。在國內，教育部從民國八十六年開始實施「資訊教育基礎建設計畫」及「TANet 到中小學計畫」，到八十七年行政院「擴大內需方案」，已經使得中小學電腦教室及網路連線的普及率達到了 100%。然而有了這些硬體設備後政府也開始重視教師在教學上應用電腦的狀況。教育部為加速資訊科技融入各科教學以及貫徹未來九年一貫新課程之精神（培養學生具備「運用科技與資訊」基本能力），除了重視教師的資訊能力及資訊素養外，更需重視教師如何應用資訊科技於教學上（教育部，2008）。

3D 電腦繪圖技術可以模擬出真實世界的物體，是電腦圖學在技術發展及應用上的重心所在，這些技術目前大量的運用於影視、教育、遊戲、網路傳播以及建築、醫療等方面（陳玫吟、林頌堅，2007）。

康鳳梅與簡慶郎（2000）指出工程圖是工業界的共同語言，不論是設計者、

製造者或品管檢驗等相關人員都必須賴以作為彼此間溝通或傳遞訊息的依據。康鳳梅與戴文雄（2001）也指出正投影是工程製圖的基本能力內涵。國中製圖課程正是學習工程圖的基礎。

周立倫（2008）認為「設計與製作」是教育部所頒布的九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域中的八個「科學與科技素養」能力要項之一。在中學階段，不論從前的工藝課程或者現在的生活科技課程，「製圖」一直都是首要的教學內容之一。如果不先把製圖學好，學生就無法在後續的課程中，從事任何與立體造形相關的設計及規劃工作。學習製圖最基本、也是最難的部分，就是如何從三視圖中想像出立體造形。老師要花許多工夫，用許多模型或道具，來解釋正投影到底是怎麼一回事。

鄭兆明（2007）使用了高雄師範大學工業科技教育系趙世範老師研發之 3D 視覺模型識圖教學系統研究發現，接受 3D 視覺模型識圖教學學生的空間能力測驗及識圖能力測驗，成效高於接受傳統 2D 平面識圖教學學生。由此可知經由適當的教學方式，可以使學生的空間理解能力與學習成效提升。

曾玉泉（2006）採用 Rhino3D 試用版軟體研究發現，學生對於使用 3D 電腦圖形演示方法的接受度，從與實體模型演示實驗組別的學習結果來看，兩者在後測成績結果並無差異，兩組學生對於兩種教學方式的接受度是相同的。研究結果可推論採用 3D 電腦圖形呈現的方法在學生理解方面是可行的。

在資訊科技融入教學的推展過程中，有許多的大型計畫嘗試讓著讓學生和電腦的比例趨近於一比一，也就是所謂一人一機學習環境。隨著資訊科技的不斷進步，行動運算裝置（如筆記型電腦、個人數位助理）的運算能力越來越強大，而價格也越來越合理。近年來，許多電腦廠商開始推出更精簡、低價的筆記型電腦，讓一人一機學習環境的理想又邁進一步（姜善迪，2009）。

林雅玲、李大偉與林展立（2007）認為生活科技教師的教學更應廣泛運用各種教學策略及適當的教學方法，以提升學生對科技學習的興趣，且教學設計應以學生活動為主體，引導學生依問題解決流程進行設計與製作專題。

由此可知利用 3D 模型製作軟體作為識圖教學應該會慢慢取代傳統的實體模

型教學。然而之前的研究大多是以教師演示為主，不論是教師製作的實體模型，或是以 3D 軟體製作模型，學生多是以觀察的角色，沒有實際去製作 3D 模型。本研究以 Google SketchUp 這個免費的 3D 軟體為主，實驗組與對照組都在電腦教室進行教學，二組都以電腦操作和觀察 Google SketchUp 建立的 3D 模型，實驗組並教授如何使用 Google SketchUp 來建立 3D 模型，對照組則照一般圖學教學方式進行。在不同教學方式下，探討在不同的自變數，空間能力、性別及資訊能力，對於學習動機、製圖成就測驗、與空間能力測驗表現之差異。

第二節 研究目的與問題

本研究基於研究背景與動機之描述，期能探討「在電腦教室，藉由 Google SketchUp 軟體的學習，教導學生製作簡單的 3D 模型，同時教導學生正投影視圖的概念」與「由老師先行由 Google SketchUp 製作 3D 模型，在電腦教室讓學生操作觀察，並進行傳統正投影視圖的教學」二種教學方式，進行教學後，對國中學生識圖能力學習表現之差異，做為日後建構提昇學生識圖學習表現的有效教學策略之參考，因此本研究之目的為：

一、比較不同的正投影視圖教學方式對學生學習動機的影響。

二、比較不同的正投影視圖教學方式對學生學習成效的影響。

三、比較不同的正投影視圖教學方式對學生空間能力的影響。

根據研究目的，本研究的研究問題將陳述如下：

1-1 不同的正投影視圖教學方式對學生學習動機是否會有差異？

1-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的學習動機是否會有差異？

1-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的學習動機是否會有差異？

1-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的學習動機是否會有差異？

2-1 不同的正投影視圖教學方式對學生的學習成效是否會有差異？

2-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的學習成效是否會有差異？

2-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的學習成效是否會有差異？

2-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的學習成效就是否會有差異？

3-1 不同的正投影視圖教學方式對學生的空間能力是否有會差異？

3-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的空間能力是否有會差異？

3-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的空間能力是否會有差異？

3-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的空間能力就是否會有差異。

第三節 名詞釋義

茲將本研究所提及之重要名詞，作以下定義與界定：

一、資訊能力（computer skills）：

資訊能力指的是使用資訊的能力，或是擁有相關資訊的知識。本研究所指的資訊能力的操作型定義，是指國中七年級資教育課程，第一次定期評量的成績，並依此成績區分學生的資訊能力。

二、空間能力（spatial abilities）：

空間能力指的是經由觀察、記憶個體後，能在腦海中經由邏輯思考，能夠平移、轉換成二度空間與三度空間圖像的能力。本研究所指的空間能力的操作型定義，是指經由空間量表測驗後，學生的測驗成績，並依此成績區分學生的空間能力。

三、學習動機（learning motivation）

學習動機指的是引起並維持學生自發從事課業學習活動的內在動力。本研究所指的空間能力的操作型定義，是指經由學習動機量表測驗後，學生所得的分數，並依此分數區分學生的學習動機。

第四節 研究範圍與限制

本研究雖力求嚴謹，但在實施過程中，仍有許多因素可能會對本研究產生規範與影響。以下分別就研究範圍與限制進行說明：

一、研究範圍

(一) 就研究內容而言：

由於國中自然與生活科技課程中「圖學」屬傳播科技之一部分；主要是簡介製圖與識圖初步概念，本研究之實驗範圍是以國中生活科技課程最常教授的正投影視圖繪製為研究範圍。內容以三視圖與立體圖轉換能力為核心，無法對九年一貫課程的「自然與生活科技領域」作全面性的適切性評估。

(二) 就研究對象而言：

研究者為考量學校班級編制之實際情況及取樣方便，因此研究的對象採立意取樣，以新北市立 XX 國中一百零一年度入學之七年級學生為研究對象。

二、研究限制

(一)本研究以新北市國中一年級（七年級）學生為研究對象，為強調能將研究結果作為改進實際教學之參考，採維持常態編班之班級型態，且為避免影響實驗班級原有的教學與作息，未對實驗對象進行隨機分派之不等組準實驗設計。因此本研究所獲得之結果僅可推論至國中一年級之學生，不適宜做過度之推論。

(二) 本研究以九年一貫課程「自然與生活科技領域」之圖學「正投影單元」教學為基礎，以 Google SketchUp 3D 模型製作軟體，融入圖學教學活動，有鑒於目前國中圖學教學仍受限於課程教材及節數，因此參考相關文獻資料，自行編制教材，至於其他領域之實施模式則未在本研究探討

之列。因此本研究所得之結果能否推論到其他領域或其他單元教材內容上，有待進一步的研究與探討。

第五節 研究流程

依照本研究進行的過程與步驟，擬訂定以下之研究流程，如圖 1-1 所示：

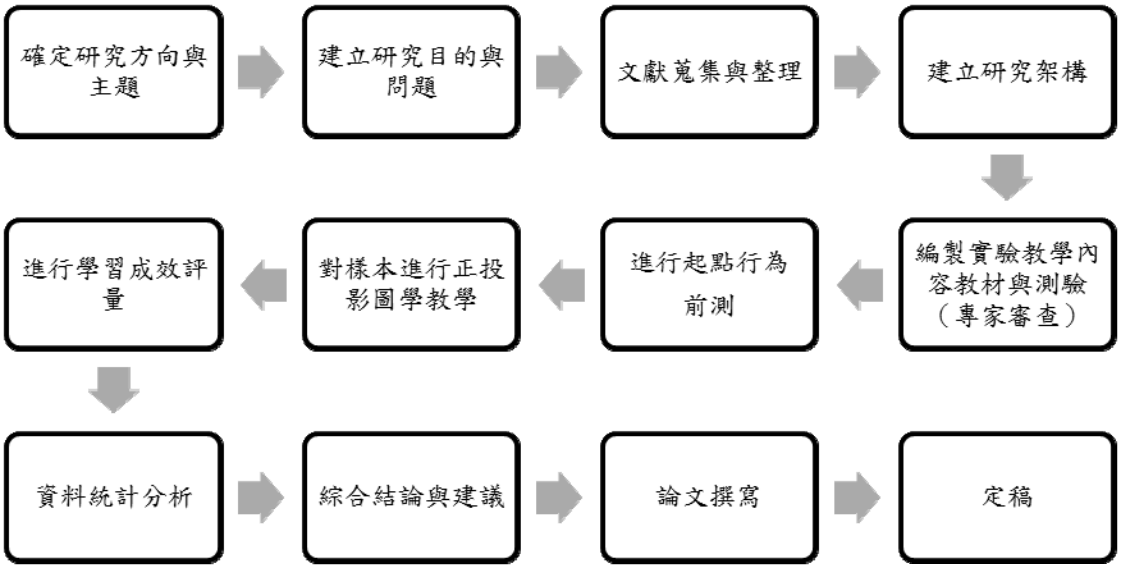


圖 1-1 研究流程圖

第二章　文獻探討

本研究是探討學習 Google SketchUp 對國一學生正投影視圖學習成效之相關研究，為使本研究進行更具理論基礎，並做為提出問題與假設之依據，研究者進行國內外相關文獻資料整合，歸納為「空間能力」、「學習動機」、與「資訊科技融入教學與 Google SketchUp」等三方面，分別詳述如下：

第一節 空間能力

空間能力被國內外智力理論學者認為是人類智能的重要因素之一 （康鳳梅、吳煥昌，2001）。我們生活在一個三度空間的世界，空間能力不只是適應生活情境所必須的，也是一種專業的重要技能（Shea, Lubinski, & Benbow, 2001）。另外，國內學者左益台與梁勇能（2001）指出，空間能力是學習各種知識必備的基本能力。

一、空間能力的定義

因研究者所持觀點與分析層面之不同，國內外研究學者對空間能力有不同之定義與解釋，整理各研究對空間能力的定義如下表：

表 2-1

空間能力的定義

研究者	空間能力定義
Lohman（1986）	空間能力是指空間關係、空間定位及想像透視。其中的想像透視是指將平面圖形想向成立體物件的能力。

（續下頁）

研究者	空間能力定義
Linn 與 Petersen（1985）	空間能力是一種關於空間的知覺、概念、表徵及推理的能力。
Macnab 與 Johnstone（1990）	指一種空間關係的能力，即三度空間的心智旋轉，包括能將三度空間轉換為二度空間，進而配對二度空間形狀的能力。
Lord 與 Holland（1997）	空間能力為心智中圖示或圖像的操縱能力。
Reio、Czamolewski,、與 Eliot（2004）	空間能力是能在心理上呈現出空間關係以及能預測、運用空間關係轉換的過程與結果的能力。
戴文雄（1993）	經由思考三度空間，以及依據圖解或圖案在心理上想像或作物體旋轉，或移動及改變方向和位置的抽象能力。
蔣家唐（1995）	一種「轉換」的能力， 也就是將二度空間中的平面圖形或者三度空間中的立體圖像在腦海中想像性地轉換，辨識圖形及操控圖像的能力。
康鳳梅與鍾瑞國（2000）	指能夠正確辨識觀察透視圖形並將物體記憶在腦海儲存區中，然後透過想像的操弄圖形在心中作位移或旋轉的能力。
康鳳梅與吳煥昌（2002）	個體觀察物體而精確成像及辨識之空間觀感能力，二度空間平面及立體加以旋轉、操控之能力。
魏春蓮與陳光勳（2006）	將形體在二度或三度空間中進行觀察、辨識，並在心理上作不同方位摺合、展開、位移、旋轉、翻轉的操弄，以達成轉換或類化心像的一種記憶、邏輯思考、創造能力。

資料來源：本研究整理。

綜合表 2-1 國內外各學者與研究者對空間能力的定義，研究者認為，「空間能力」是指經由觀察、記憶個體後，能在腦海中經由邏輯思考，能夠平移、轉換成二度空間與三度空間圖像的能力。

二、空間能力相關研究

空間能力被國內外智力理論學者認為是人類智能的重要因素之一，並認為此能力的高低與數理、科學、機械製圖等科目學習成效能力有密切的關係，並可激發空間創造力（康鳳梅、吳煥昌，2001）。整理各類型空間研究如下表：

表 2-2

空間能力相關的研究

研究者	類別	研究發現
Kaufmann、Steinbügl、Dünser 與 Glück（2005）	數學	幾何教育是一種強而有力能改善學生空間能力的方式。
Hegarty 與 Sims（1994）	機械	空間想像作業表現越好的參與者，機械推理的表現也就越好。
Lim（2005）	地理	地理科教學對提升空間能力均有良好成效
Huk（2006）	生物	3D 細胞資訊可以增進中高空間能力學生的空間能力。
Feng、Spence 與 Pratt（2007）	電玩	玩動作類的射擊性電玩可以增進空間能力。

資料來源：研究者整理

綜合以上研究可知空間能力在數學、機械、地理、及生物等科目都有密切的關係，而各學科也想嘗試用不同的方式來加強空間能力，也包含利用遊戲的方式來增加空間能力。

三、空間能力的類別

許多研究空間能力的學者都認為，空間能力並不是單一的技能，而是由許多因素組成（Linn & Peterson, 1985；McGee, 1979）。

了解空間能力的定義後，國內外研究者對為能確實掌握到空間能力的精義，以做為空間能力量表制訂時的重要依據，對於空間能力也有不同的分類。整理各研究對空間能力的分類如下表：

表 2-3

空間能力的分類

研究者	空間能力分類
McGee（1979）	1. 空間視覺：係指個體能將平面或立體的外在刺激物進行心理操作、轉動、翻轉的能力。 2. 空間定位：係指個體將一個視覺刺激物形式中成分重組理解的能力，亦即能正確辨識刺激，即使物件或圖形改變方位後，仍然能保持精確辨認的能力。
Lohman（1986）	1. 空間關係：指個體對於圖形或物體旋轉位移的認知能力。 2. 空間定位：指個體設想從不同角度觀察圖形或物體的能力。 3. 空間視覺：指個體想像將立體圖形或物體展開或摺合平面圖形或物體的能力。
Mumaw 與 Pellegerino（1984）	1. 空間關係：比較兩旋轉中心之心理影像異同之能力。 2. 空間視覺：一連串複雜影像的內部組成之折疊與移動的能力。

（續下頁）

研究者	空間能力分類
Linn 與 Petersen（1985）	1. 空間感知 (spatial perception)：係指個體以自身方位辨別空間關係之能力。 2. 心像旋轉 (mental rotation)：指個體能在心中想像旋轉 2-D 或 3-D 圖像之能力。 3. 空間視覺 (spatial visualization)：為個體能操弄圖像之能力，並牽涉空間感觀與心像旋轉之能力。
McCormack（1988）	1. 空間感觀：指個體對所觀看的物體形成精確影像的能力。 2. 空間記憶：指個體在腦中存取影像的能力。 3. 邏輯空間思考：係涉及心理影像之邏輯推理。 4. 創造性空間思考：在不同領域中形成獨特與原始心理影像之能力
Lohman（1990）	1. 空間導向能力：指的是受試者，能否設想從不同的角度觀察眼前景物的情形。 2. 空間關係能力：是指受測者是否能將眼前呈現的刺激在腦海中作快速的旋轉。 3. 空間視覺模想的能力：指的是能否在腦海中形成有關刺激的心像，並作必需的轉換。
蔣家唐（1995）	1. 辨識圖形：指個體在複製圖形、鑲嵌圖形、視覺記憶、圖形完成與圖形平移等五種測驗的表現。 2. 操控圖形：指個體在積木計數、積木旋轉、紙張摺合、圖像拆解與空間定位等五種測驗的表現。

（續下頁）

研究者	空間能力分類
康鳳梅、簡慶郎、詹秉鈞與蔡榮吉（2002）	1. 空間定位：能從不同角度想像物體或圖形在空間的旋轉變化，且對改變方向之物體或圖形保持清晰，並能迅速和精確想像其以 2 D 或 3 D 旋轉的能力。 2. 空間關係：能夠在空間中將不同物體的面作關聯的想像，並想像操弄物體摺合、展開或旋轉組合與分解的能力。 3. 空間感觀：能夠辨識物體相接合外觀所形成的線，且對所觀看的物體能夠形成精確影像的能力。 4. 空間視覺：能夠經由心理旋轉、移動，而將相對位置改變的物體操作或轉換其空間模式的能力。 5. 空間組織：能夠組織經由不同方向觀察物體之空間影像，而揣想其另一方向之影像或立體的能力。
戴文雄（2003）	1. 空間知覺：係指個體對於顯現的視覺圖像或物件感知，並回憶圖像或物件的心智能力。 2. 空間辨識：係指個體心智認知、辨識、保留與擷取圖像或物件並能形成影像的能力。 3. 空間旋轉：係指個體心智處理旋轉圖像或物件後能保持圖像或物件特徵清晰不亂的能力。 4. 空間組織：係指個體心智上能對二度或三度空間圖像或物件的結構及特徵進行分解、組合、重疊或展開的能力。 5. 空間推理：係指個體心智上能從不同的觀點思考或轉換處理圖像或物件之特性或關係等之推理的能力。
魏春蓮與陳光勳（2006）	1. 空間視覺化能力：是對刺激物件進行心理圖像的摺合、拆解和操弄的能力。 2. 而空間方位的能力則包含了對一個外在刺激物進行心理圖像的平移、旋轉、翻轉，及對一個刺激物在空間中改變了方位或從不同角度，仍能掌握其空間關係而不被混淆的能力。

（續下頁）

研究者	空間能力分類
鄭海蓮與陳世玉（2007）	1. 空間視覺：指個體在腦中形成有關刺激的心像，並進行必要轉換之能力。 2. 空間定位：指個體能設想從不同角度去觀察物件的能力。 3. 空間知覺：指個體能運用自己的身體，定義出空間關係的能力。
Yang 與 Chen（2010）	1. 空間感知 (spatial perception)：能由一個個體，或分散的資訊，來決定空間的關係的能力。 2. 心像旋轉 (mental rotation)：能快速、正確的在心理旋轉 2D 或 3D 的圖形，不需要任何工具的幫助。 3. 空間視覺 (spatial visualization)：當個體對折或移動，或想像 2D 或 3D 的圖形的改變，能運用現有空間的資訊的能力。

資料來源：研究者整理

綜合以上的研究發現，不同空間能力的分類，也發展出各種不同的空間能力量表，使用在數學幾何方面上，量表試題多以平面轉換為主。只有康鳳梅等 2002 年及戴文雄 2003 年所建立的空間量表，更包含平面與立體轉換的量表。其中更以康鳳梅建立的空間量表，多用於製圖相關課程研究使用。不僅在高工使用（康鳳梅與吳煥昌，2002；康鳳梅等人，2003）。也在國中生活科技製圖相關課程使用（曾玉泉，2006；鄭兆明，2007）。且都有良好的信效度。

本研究主要使用康鳳梅等人於 2002 年國科會專題研究計畫所發展的空間量表，並取得授權使用，康鳳梅等人於 2002 年之國科會計畫中依其內涵針對高工學生建立空間能力指標及空間能力量表，空間能力修改成空間定位能力（spatial orientation）、空間關係能力（spatial relation）、空間感觀能力（spatial perception）、空間視覺能力（spatial visualization）、空間組織能力（spatial organization）其與次指標項目。如下表：

表 2-4

空間能力指標項目表

指標項目	次指標項目
空間定位（Spatial orientation）	「立體旋轉空間定位能力」 「平面旋轉空間定位能力」
空間關係（Spatial relation）	「立體展平空間關係能力」 「型版摺合空間關係能力」 「型版分解空間關係能力」 「型版組合空間關係能力」
空間感觀（Spatial perception）	「表面相交線形成空間感觀能力」
空間視覺（Spatial visualization）	「型版連結空間視覺能力」 「型版組合空間視覺能力」 「圖形對應空間視覺能力」
空間組織（Spatial organization）	「物體多向圖形空間組織能力」 「平面轉換立體空間組織能力」

資料來源：康鳳梅等人（2002）。**高工學生空間能力指標與量表建構之研究**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC91-2516-s-003-007），未出版。

因研究對象為尚未接觸過圖學課程之國中七年級學生，因此經過專家康鳳梅及簡慶郎之建議剔除不適用之量表；所採用之空間量表為：一、空間定位能力之次項（立體旋轉空間定位能力）。二、空間組織能力之次項（平面轉換立體空間組織能力）。三、空間組織能力之次項（物體多方向圖形空間組織能力）。分別於教學前、後施測，進而探討識圖教學與空間能力的關係。（鄭兆明，2007）

所以本研究之空間能力之分類主要為：1．空間定位：能從不同角度想像物體或圖形在空間的旋轉變化，且對改變方向之物體或圖形保持清晰，並能迅速和精確想像其以 2 D 或 3 D 旋轉的能力。2．空間組織能力：能夠組織經由不同方

向觀察物體之空間影像，而揣想其另一方向之影像或立體的能力。而這兩種能力也正是學習正投影視圖所能獲得的。題目類型如下圖：

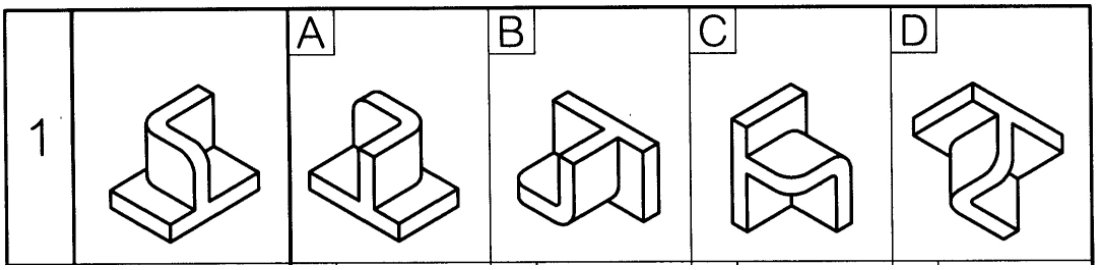


圖 2-1 立體旋轉空間定位能力測驗題目

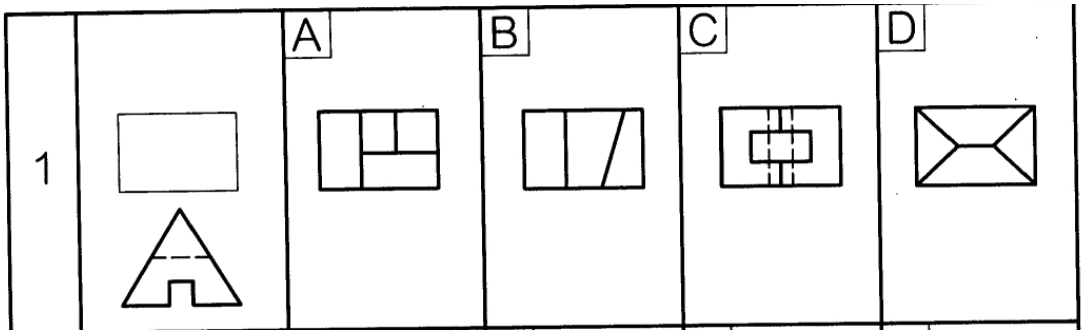


圖 2-2 物體多方向圖形空間組織能力測驗題目

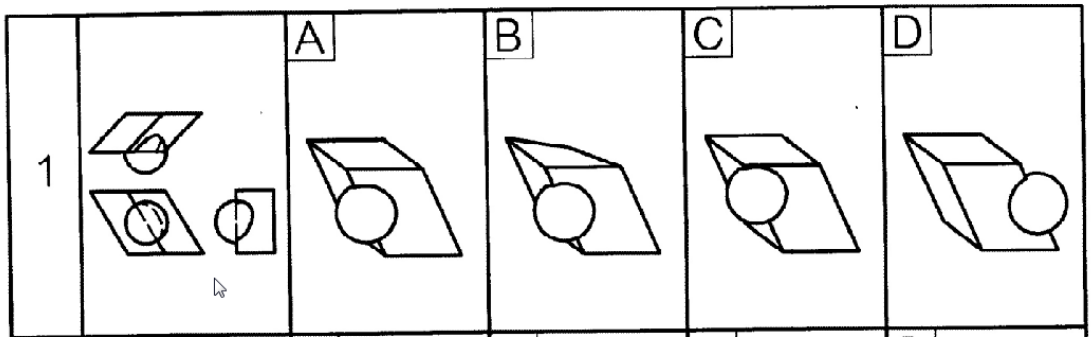


圖 2-3 平面轉換立體空間組織能力測驗題目

資料來源：康鳳梅等人（2002）。**高工學生空間能力指標與量表建構之研究**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC91-2516-s-003-007），未出版。

四、空間能力與圖學的關係

國內中小學課程標準中，小學部份將圖形與空間列入領域目標之一。國中部份將「從實物與圖案認識平面、空間圖形」列入教材綱要。九年一貫課程綱要，在數學學習領域規劃中，將數學內容分為五大主題，其中之一便是圖形與空間。由此可知空間能力的培養對教學有重要地位（教育部，2000）。

Mumaw 與 Pellegrino（1984）認為學生經由實物之接觸後，然後描述此實物與他人是一有效增進空間能力的方法。

戴文雄（1993）認為空間能力是指個體因人而異之揣想或思考三度空間以及依據圖解或圖案在心理上想像或作物體旋轉或移動及改變、方向和位置的抽象能力。

康鳳梅、鍾瑞國、劉俊祥與李金泉（2002）指出空間能力雖假設是與生俱來，但如能利用實體、模型、圖形分析等方法進行教學，將可增進學生之空間能力。

圖學學習成效與空間能力相關的文獻整理，如表 2-5

表 2-5

圖學學習成效與空間能力相關的文獻

研究者	研究結果
Lord 與 Holland（1997）	對空間能力低於平均數的學生施予十二週的空間能力課程，課程內容包括正、斜投影及圖形轉換，課程結束後再次測驗空間能力，發現學生的空間能力測驗分數均有進步，證明了正、斜投影及圖形轉換對於提升空間能力是有效的。

（續下頁）

研究者	研究結果
康鳳梅與鍾瑞國（2000）	研究師範院校機械相關系所學生工程圖學之空間能力。研究主要發現： 1. 空間能力量表具有良好的信效度。 2. 台師大工教系相關學生在立體圖旋轉能力及空間組織能力以及整體空間能力等方面均較彰師大工教系學生高。
康鳳梅與吳煥昌（2001）	研究不同性質、地區學校的男女生之機械製圖科三年級學生空間能力及展問圖學習成效之表現差異。 研究發現：在空間量表和學習成效 1. 不用背景因素之學生在「空間能力量表」表現，公立學校優於私立學校。北部學生優於中、南部學生。男生優於女生。 2. 不用背景因素之學生在「展開圖學習成研量表」表現，公立學校優於私立學校。中部學生優於北、南及東部學生。男生優於女生。 3. 學生在「空間能力量表」及「展開圖學習成研量表」之表現存在顯著正相關
康鳳梅等人（2002）	研究在分析不同學校性質、學校區位、性別及年級別之機械製圖科學生在空間能力的差異。研究主要發現： 1. 公、私立學校學生在空間能力的表現一致。 2. 城市學校學生在空間能力的表現顯著高於鄉村學校學生。 3. 男生在空間能力的表現顯著高於女生。 4. 不同年級之學生在空間能力的表現一致。

（續下頁）

研究者	研究結果
康鳳梅、簡慶郎與詹秉鈞（2003）	以工程圖交線電腦化創意教材來增進學生交線學習成效並提昇其空間能力。研究發現： 1. 實驗組在交線空間能力表現顯著高於控制組。 2. 不同性別學生在交線空間能力表現，男生高於女生。 3. 實驗組交線成就量表表現顯著高於控制組。 4. 不同性別學生在交線成就表現未達顯著差異。
曾玉泉（2006）	研究在國中生活科技圖學課程之正投影單元中，使用3D電腦圖形來進行教學演示之可行性。研究發現： 1. 使用3D電腦圖形演示方法於生活科技正投影圖學課程中，是可行性的。 2. 使用3D電腦圖形演示，教師在能力上必須具備3D電腦圖形之概念與操作。 3. 學生對於使用3D電腦圖形演示方法的接受度，從與實體模型演示實驗組別的學習結果來看，兩者在後測成績結果並無差異。

（續下頁）

研究者	研究結果
鄭兆明（2007）	研究以3D視覺模型進行識圖教學後，不同教學方式及性別因素之空間能力測驗及識圖能力測驗表現之差異。研究主要發現： 1. 識圖能力測驗與空間能力量表所表現的學習成效成正相關。 2. 擁有電腦時間較長之學生的識圖能力測驗成績高於擁有電腦較短時間之學生。 3. 女生識圖能力測驗成績顯著優於男生。 4. 接受3D視覺模型識圖教學之女生顯著高於接受傳統2D平面識圖教學之女生。 5. 接受3D視覺模型識圖教學學生的空間能力測驗及識圖能力測驗成效高於接受傳統2D平面識圖教學學生。
林漢裕與李玉琇（2010）	空間能力是影響圖學表現的重要因素，如果在設計訓練的過程中，能加強對空間能力訓練的話，對圖學表現就會產生影響。

資料來源：研究者整理

由表 2-5 可歸納為空間能力和機械繪圖、電腦繪圖之學習成效有密切的關係，而應用資訊科技融入於製圖課程，對學生的學習成效和空間能力都有顯著的幫助。但大部分研究都是高工的研究，在國中的研究多以展示的方式進行，在國中實施 Google SketchUp 電腦輔助繪圖軟體來學習正投影圖學，是否有相同的結果則賴本研究深入探討。

五、空間能力與學習成效

許多學生在學習過程中，常會遇見許多需仰賴 3D 空間能力這樣的空間推演能力的課題，如缺乏這能力將會造成無法理解 2D 平面中所表現 3D 空間概念的問題，進而影響學習成效（Tuckey & Selvaratnam, 1993）

戴文雄（2003）指出在製圖的學習過程中，空間能力是一個影響學習的重要因素；對學習成效的影響，甚至可能超越其他因素。

Potter 與 Merwe（2001）的研究也發現，空間能力和視覺想像（visual imagery）能力，會影響工科學生的學業表現，這樣的能力可以透過適當的訓練而增加。

Alias 、 Gray 與 Black（2002）的研究發現，經過訓練空間能力會有進步。

魏春蓮與陳光勳（2006）研究發現中、高數學學習成就學童的空間能力表現優於低成就學童，男、女學童的空間能力表現沒有顯著差異。

曹雅玲、陳穎瑤、曾怡嘉（2008）的研究發現，幾何教學中越高年級對於空間能力的表現上越好；在不同性別上，不論是整體或是依不同年級來看，男生與女生在空間能力測驗成績上，皆沒有顯著差異。

Feng 、 Spence 與 Pratt（2007）在加拿大多倫多大學對 48 位大學生進行空間能力研究，將他們分成實驗組和控制組，讓實驗組玩動作類的射擊性電玩、控制組玩非動作性電玩，在玩電玩的前、後給予前、後測，結果發現玩玩動作類的射擊性電玩可以增進空間能力。

康鳳梅等人（2003）研究亦指出不同性別男女學生以相同學習時數，在學習正投影前、後空間能力並未達顯著差異。

Gallagher 與 Johnson（1992）指出使用不同類型的空間能力測驗題目及時間因素對男女生進行測驗，發現男女生作答的態度方面，男生作答速度較快，而女生較易謹慎反覆思考，致速度較慢；若排除時間的因素，則男女生的空間能力並無顯著的差異

Linn 與 Petersen（1985）男女生指出以較簡單的空間能力測驗，如空間概念部分，則男女生無顯著的差異；如需將物體想像展開或摺合方面，男女生則達顯著的差異。

Feng、Spenc 與 Pratt（2009）研究發現玩動作類的射擊性電玩可以增進空間能力，男、女生的空間能力並無顯著的差異。

戴文雄（1993）認為空間能力高的人在學習能力、科學推理能力及創造上均表現的較為傑出，在學習行為的態度上也比較積極、主動且自我挑戰性高。

綜合上述研究發現，空間能力和學習成效有關。不同設計的課程不一定都能提高空間能力。有些研究指出空間能力與年齡有關，有些則無。有些研究指出不同性別會有不同的空間能力，有些則沒有。在國中實施 Google SketchUp 電腦輔助繪圖軟體學習正投影圖學是否有相同的結果則賴本研究深入探討。

第二節 學習動機

「動機」一直是影響學習的因素之一。因此，只要學生沒有學習動機，就算名師給予完善的教材及教導，對他們來說都是無意義的。也就是說，教學效果是決定於教師與學生雙方互動時學生的學習（張春興，1996）。

一、學習動機的定義

有關「學習動機」，國內外許多學者均曾提出定義。張春興（1996）認為動機（motivation）是指引起個體活動，維持該活動，並促使該活動朝某一目標進行的內在作用，是一種促使個體進行各種行為的內在動力。

劉政宏、張景媛、許鼎延、與張瓊文（2005）將動機定義為「引起並維持個人自發從事特定活動的內在動力」，並進一步將學習動機界定為「引起並維持學生自發從事課業學習活動的內在動力」。

吳佳玲(2008)指出動機與行為是兩個相對的觀念，行為是個體外顯的活動，動機則是促使個體活動的內在歷程。在學習歷程中，凡能促使學生自動學習的行為皆稱為學習動機。

劉政宏等（2005）更指出若想有效率的提升學生學習動機，首先可能必須釐清學習動機包含的成分，以及這些成分對學生學習行為的影響力與影響路徑。才能針對學生缺乏的核心動機成分具體提升學習動機。以下針對相關理論的成分加以討論。

二、學習動機理論的成分

Keller(1987)提出 ARCS 模式，將學習動機分為四大要素：注意(Attention)、關聯性（Relevance）、信心（Confidence）和滿足感（Satisfaction）。

1. 注意：指的是吸引學生的興趣和刺激學生的好奇心。

2. 關聯性：能滿足學生個人的需求和目標，使他產生積極的學習態度。

3. 信心：協助學生創造正向的成功與期望，相信成功操之在己。

4. 滿足感：因成就而得到內在或外在的鼓勵，產生繼續學習的慾望。

Wigfield 與 Eccles（2000）整合了過去許多有關學習動機的觀點，認為學習動機可包括作業價值（task values）、能力信念（ability-related beliefs）和成功預期（expectancies for success）等三個重要的成分。

1. 作業價值：對特定作業之重要性、興趣、喜愛、實用性和用心。

2. 能力信念：對自己目前在特定活動上能力的知覺感受。

3. 成功預期：對自己在未來要進行的特定作業能做得多好的信念。

Pintrich 認為，在學習歷程中的動機因素共包含價值（value）、預期（expectancy)和情感(affective)等三個成分。Pintrich 的動機成分觀點與 Wigfield 與 Eccles（2000）的理論比較起來，除了價值成分概念大致相同外，又進一步將能力信念、成功預期、自我效能、控制信念等相關概念整合成預期成分，又增加情感成分，就動機成分的分析而言，似乎較為精簡而完成。（Pintrich, 2002, 2003; Pintrich, De Groot, E.V, 1990）

1. 價值成分：學習者從事學習工作的理由，包含對學習工作知覺的重要性、效用性和興趣。

2. 預期成分：學習者對學習工作能否成功的預期，包含學習者的自我效能信念、學習的控制信念等。

3. 情感成分：學習者對學習工作的情感反應或對自己的感覺，包含自尊等情感需求與考試焦慮。

程炳林（2001）認為學習動機包含學習目標導向、工作價值、期望成功、和自我效能四個成分。

1. 學習目標導向：指學習者所知覺的的學習歷程，有時會有挫折，但可以從中獲得知識。

2. 工作價值：包含學習者對特定學習工作知覺的重要性、效用性、和興趣。

3. 期望成功：學習者在某一特定工作中，對於成功或失敗機率的信念。

4. 自我效能：學習者對於自己表現能力的信念。

劉政宏等（2005）以 Pintrich 所提出的理論為基礎，將學習動機成分區分為「價值」、「預期」和「情感」三個部分，但動機成分的界定仍與 Pintrich 有所不同。

1. 價值成分：界定為學習者對課業之重要性與效能性認知。主要為學習動機情感成分之「正向情感反應」。

2. 預期成分：界定為學習者對課業學習能否成功的預期。主要指學習者對課業能否成功的預期，不包含能力信念、自我效能信念與控制信念等概念。

3. 情感成分：界定為學習者對課業學習工作之正、負向情感反應。未包含自尊需求與考試焦慮。

劉政宏（2009）提出雙核心動機模式（dual-core motivation model，簡稱 DCM）。認為學習動機包含價值、預期、情感與執行意志四個不同成分，其中以情感與執行意志兩個核心成分對學習行為最有直接影響力，價值與預期等學習動機成分，則主要是經由雙核心成分的中介，間接對學習行為產生影響。

劉政宏、黃博聖、蘇嘉鈴、陳學志與吳有城（2010）編製國中小學習動機量表，此量表包含價值、預期、情感及執行意志四個分量表，價值分量表包含重要性和效用性兩個次成分，預期分量表包含成功和失敗預期兩個次成分，情感分量表包含正向與負向情感兩個次成分，執行意志分量表包含驅動想法、堅持到底及求善求美三個次成分的測量。研究指出，「國中小學習動機量表」有相當好的信度及效度。

三、學習動機與學習成效

張春興（1996）認為動機（motivation）是指引起個體活動，維持該活動，並促使該活動朝某一目標進行的內在作用，是一種促使個體進行各種行為的內在動力。

McCombs（2000）也指出強烈的學習動機與興趣可以提升學習速率，當學生具有更高的學習動機時，其學習成效也會隨之提升。

Alexander 與 Jetton（1996）認為學習的過程中，若學生的學習動機能被引發，則他們會使用較好的認知歷程來學習，並且吸收及保留較多的知識或技能。

劉政宏等（2005）研究指出，價期、預期與情感學習動機成分對國小學生的「學習行為」有預測力，其中情感學習動機的預測力最高。

吳佳玲（2008）研究指出，要有好的學習滿意度應該加強學生學習動機中的學習價值與學習期望。

劉政宏等（2010）研究指出，國中生在學習動機上普遍低於小六生，男、女生則沒有明顯差異。

綜合上述研究發現，學習動機能加強學習成效，亦即提昇學生的學習動機也能加強學生的學習成效。本研究將參考劉政宏等（2010）編製國中小學習動機量表，包含價值、預期、情感及執行意志，編製學習動機問卷。在國中實施 Google SketchUp 電腦輔助繪圖軟體學習正投影圖學，是否能加強學生的學習動機則賴本研究深入探討。

第三節 國中生活科技圖學教學與 Google SketchUp

一、資訊科技融入教學

「資訊科技融入教學」是實施九年一貫教學之後而產生的新興名詞。所謂資訊科技是為了克服人類先天的限制而發展出來的一種資訊處理與傳播的科技，其產品包括電腦、網路、電話、電傳視訊、電視等。雖然資訊不等於電腦，但資訊的來源主要還是來自於電腦與網路，因此也可以說資訊科技就是電腦科技與通訊科技的結合（王全世，2000a）

但資訊融入教學，並不等同於電腦輔助教學。電腦輔助教學在國內開始於民國六十五年淡江大學利用 IBM370 電腦系統發展大一英文電腦輔助教學教材軟體（吳鐵雄，1991）。

由於這些教學方式與資訊科技融入學科教學有某些程度上的相似，也因此常常使人誤以為資訊科技融入學科教學等同於使用電腦來從事教學活動。為了區別資訊科技融入學科教學與電腦輔助教學的不同，王全世（2000b）曾對這兩個名詞做了比較，如表 2-6

表 2-6

資訊科技融入教學與電腦輔助教學比較表

項目	資訊科技融入教學	電腦輔助教學
概念與精神	強調融入、整合，代表整個的教學	只是輔助，不能代表整個教學
資訊科技在教學中的角色	不可缺少的工具，並可延伸為一個方法或一種程序	輔助的媒體或工具

（續下頁）

項目	資訊科技融入教學	電腦輔助教學
包含的範圍	較廣，包含電腦輔助教學	較窄，為資訊科技融入教學的一部分
目的	1.培養學生資訊素養 2.培養運用科技與資訊的能力 3.提升教學品質	1. 輔助教師教學 2. 提升教學品質
實施	較複雜、困難	較簡單、容易

資料來源：王全世（2000b）。資訊科技融入教學之意義與內涵。**資訊與教育雙月刊，80**，23-31。

個人電腦成為在科學教育中一個很重要的設備。許多學者對於電腦輔助學習與學習成效之研究，其結果多指出電腦輔助學習可有效增進學生的學習成效，以及學生學習態度（Cavin , Cavin & Lagowski，1981）。

曾玉泉（2006）指出資訊科技融入教學，資訊科技並非是教學活動的主軸，而是擔任輔助與支援的角色。過去的傳統教學，沒有應用資訊科技，教學活動仍然可以順利進行，但現在多了資訊科技之協助與支援，能讓教師不管在課前準備、實際教學亦或是課後評量上更有效地施教。目前進行資訊融入教學的方式以電腦來進行最多，而使用電腦來進行資訊融入教學，因為環境的因素較為常見的有以下三種方式：

(一)教師將電腦視為一種學科，也就是進行舊課程的電腦教學。

(二)教師將電腦視為一種教學輔助工具，幫助教師將不易呈現的教材藉由電腦呈現。

(三)教師將電腦視為課程教學整合之應用，也就是教師進行資訊融入各科教學時，學生也能夠學到電腦軟體操作。

而理想的資訊融入各科教學就是第三種教學方式，經由教師與學生雙向互動學得該科課程知識與電腦能力。國中實施 Google SketchUp 電腦輔助繪圖軟體學習正投影圖學正是最理想的第三種方式。

二、電腦輔助製圖

Battista（1990）建議在學習上應採用電腦軟體來輔助並證實電腦輔助教學可以引起學生的學習動機、刺激學生的腦力思考，使得學習氣氛更為活潑，且能提昇學生運用電腦學習的興趣、增進學習的效果。

戴文雄（1993）認為電腦模擬更是提昇空間能力之最有效工具，因電腦具彩色、移動與旋轉、動畫及重複顯現等功能，可以快速顯現各種以前可能在現實環境中無法複製的二度或三度空間物體或狀況。

康鳳梅與鐘瑞國（1999）認為雖然工程圖表現的方式，由徒手畫、儀器畫、進而使用電腦輔助繪製，但基本原理和技法沒有改變，雖然製圖工具改變，但製圖的相關知識不變。

康鳳梅與戴文雄（1998）指出 CAD（Computer Aided Drawing 電腦輔助製圖，簡稱電腦製圖）是機械製圖能力加上電腦操作能力的應用。

康鳳梅與簡慶郎（2000）指出電腦科技在軟硬體研發的迅速進步，工程圖的表現方式也由傳統徒手畫、儀器畫，改以電腦改以電腦及製圖軟體來取代傳統的製圖工具。

康鳳梅等人（2003）認為若能妥善運用 3D 電腦繪圖軟體的彩色、移轉、動畫與重複顯現等功能，虛擬三度空間下物體所呈現的立體形狀，必能使學生在空間能力上有所提昇。

綜合上述研究發現，電腦軟體經由適當的教學方式，可以使製圖更快，空間能力提升，並能引起學生的學習動機，本研究在國中實施 Google SketchUp 電腦輔助繪圖軟體學習正投影圖學是否有相同的結果則賴本研究深入探討。

三、國中生活科技圖學內涵

國內自然與生活科技教科書中，主要可分為康軒版、、翰林版、與南一版三種，三種教科書都包含圖學內涵，整理各教科書之圖學內涵如下表：

表 2-7

國中圖學之教課書內涵比較表

版本	時數	單元活動主題	分段能力指標
康軒	4節	鴻「圖」大展	1-4-4-4能執行實驗，依結果去批判或了解概念、理論、模型的適用性。 1-4-5-2由圖表、報告中的讀資料，了解資料具有的內涵性質。 2-4-1-1由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能。 8-4-0-1閱讀組合圖及產品說明書。 8-4-0-4設計解決問題的步驟。 8-4-0-6執行製作過程中及完成後的機能測試與調整。

（續下頁）

版本	時數	單元活動主題	分段能力指標
翰林	3節	傳播科技的基礎～識圖與製圖	2-4-8-6了解訊息的本質是意義，並認識各種訊息的傳遞媒介與傳播方式。 4-4-1-3了解科學、技術與工程的關係。 4-4-3-4認識各種科技產業。 4-4-3-5認識產業發展與科技的互動關係。 8-4-0-2利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。 8-4-0-4設計解決問題的步驟。 8-4-0-6執行製作過程中及完成後的機能測試與調整。
南一	6節	資訊傳播（1）	7-2-1使學生能了解資訊傳播科技演進的過程。 7-2-2培養學生能具備運用現代資訊傳播工具的能力。 7-2-3使學生能了解日常生活中圖文傳播科技的種類與方式。 7-2-4使學生能了解日常生活中電子傳播科技的種類與方式。 7-2-5培養學生善用資訊科技於日常生活的能力。 7-2-6了解製圖與繪圖的重要性。 7-2-7知道線條的種類和用途。 7-2-8介紹立體圖與平面圖的表達。

資料來源：研究者整理

由上表可知在國中自然與生活科技各版本圖學內涵都有納入，只是各版本的內容多少不同，以康軒版的內容最多，南一版包含在資訊傳播內，但內容較少。因此，本研究之自編教材，主要以康軒和翰林版本為主，並參考鄭兆明（2007）及曾玉泉（2006）的自編教材圖學單元部分內容。

四、Google SketchUp

Google SketchUp 的前身是 SketchUp，屬於 3D 繪圖軟體，以往被廣泛運用於建築、室內設計、景觀配置、機械設計等領域，尤其是建築業使用最盛。2006 年初，Google 收購了此 3D 繪圖軟體 SketchUp，並發行兩個版本，一為免費的 Google SketchUp，另一為要收費 SketchUpPro 商業版。本研究所使用的為免費的 Google SketchUp 8。軟體的使用界面如下圖。

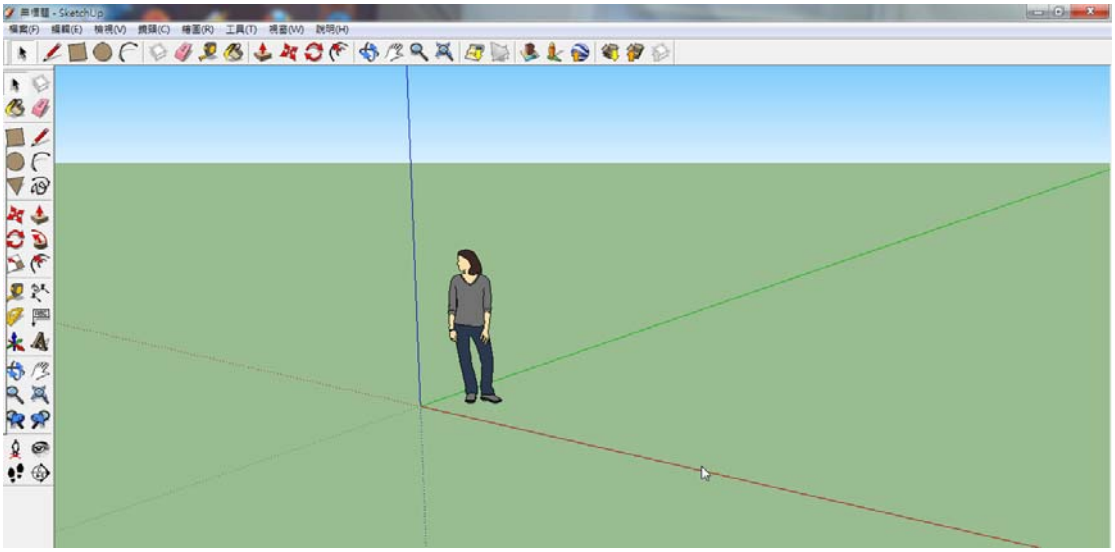


圖 2-4 Google SketchUp 軟體使用界面

謝國燁（2007）指出 3D 繪圖軟體技術愈趨成熟，如果能將 3D 製圖軟體引入生活科技教學，可以達到以下效果：

1. 提升學生學習動機。

2. 學生更能體悟科技與產業發展的趨勢和互動。

3. 運用 3D 技術表達三維世界，比以往運用二維製圖，更有利於空間概念的

釐清。

謝國燁（2007）並指出 Google SketchUp 擁有五項特色：簡單、迅速、功能強大、靈活和趣味性，簡單與迅速性。加上是免費軟體，可解決了教師選擇與採購軟體的麻煩。

廖小烽與劉洪峰（2008）指出 Google SketchUp 它能面向設計過程，界面簡潔，易學易用，指令少，完全避免了其他設計軟體的複雜性。研究使用 Google SketchUp 建構 3D 景觀模型，研究結果指出：

1. Google SketchUp 簡單易行，可降低建模人員專業限制，適用於大規模場景建構。
2. 運用 Google SketchUp 建構的 3D 建築模型，效果優於其他平台。
3. Google SketchUp 3D 三维建模成本低。並能從 Google Earth 獲取大量模型數據。

高曉晉，楊清榮與李梅（2009）指出 Google SketchUp 是一個表面看來簡單卻有強大功能的工具，可以快速、方便對 3D 創意進行創建、觀察和修改。可以直接在立體表面畫出形狀，並可對任何封閉線框進行正負推拉的功能。與 AutoCAD 、3DMax、SolidWords、SolidEdge、Inventer 之類的軟體比起來，Google SketchUp 可以說是最簡單和直觀的一套 3D 建模軟體，適合無大量時間和精力去習研究 3D 軟體的人們快速上手使用。

Kurtul 與 Uygan（2010）研究使用 Google SketchUp 進行幾何學的活動，雖然實驗組和對照組沒有顯著差異，但實驗組的前、後測有顯著差異，可以提升空間能力。周立倫（2008）指出，一個適合中學生學習使用的 3D 繪圖軟體，應該具有下列條件：

1. 所建構的造形應以「人造物」為主，亦即產品、機械裝置、家具、建築物等，而非動物、植物等自然造形。
2. 具備精準的尺寸掌控機制。
3. 介面及操作方式簡單又直觀，符合一般邏輯和經驗。

4. 非小型學習軟體，為正式專業版軟體，學生終身都能使用，並且目前的設計專業人士也在使用。

5. 應用範圍廣，產品設計、機械設計、工藝設計、建築設計、室內設計等行業都能用。

6. 具中文介面。

7. 價錢要便宜，最好有免費的全功能試用版。

8. 提供充分及易懂的自學內容，供學習者自我學習。

9. 具未來性及發展性。

綜合上述研究發現，Google SketchUp 是一個簡單，可以快速學習，並符合中學生學習使用的 3D 繪圖軟體，在數學相關的研究，可以提升空間能力。

經由以上文獻探討，可以發現空間能力可以運用在各種學科，而各個研究者也為空間能力定出不同的類別，以設計量表來測量空間能力。而在各學科中，製圖與空間能力的關係更是密切。在國中生活科技的課程中，製圖與設計是很重要的一個部分。但正投影視圖是學生比較無法理解的，3D 繪圖軟體技術愈趨成熟的現在，利用 Google SketchUp 軟體，以資訊融入教學的方式，希望學生在學習正投影圖學的過程中，同時能學到 Google SketchUp 的基本操作方法。並經由學生對電腦的喜好，希望能領起學生的學習動機。另外，在學習正投影圖學的過程，希望能加強學生的學習成效。

在文獻中，研究發現各種增加空間能力的方法，但不一定每一種都有成效。另外性別也是影響空間能力很重要的因素之一，但沒有確定的答案。在資料融入教學中，資訊能力也是一個重要的因素。在國中以 Google SketchUp 進行正投影圖學的教學是否有相同的結果則賴本研究深入探討。

第三章　研究方法

本研究是探討學習 Google SketchUp 對國一學生正投影視圖學習成效之相關研究，以「在電腦教室，藉由 Google SketchUp 軟體的學習，教導學生製作簡單的 3D 模型，同時教導學生正投影視圖的概念」與「由老師先行由 Google SketchUp 製作 3D 模型，在電腦教室讓學生操作觀察，並進行傳統正投影視圖的教學」二種教學，進行教學後，比較不同教學方式對其學習成效的不同。本章共分六節，分別是（一）研究架構（二）研究方法（三）研究對象（四）研究工具（五）實施流程（六）資料分析茲分述如下：

第一節 研究架構

根據研究動機與目的、研究假設以及文獻探討，以 Google SketchUp 設計製圖課程，以正投影、等角圖及三視圖之識圖教學課程為內涵，針對國中一年級（七年級）學生進行實驗教學，探討其自變項，個人變項和依變項之目的關係，提出如圖 3-1 之研究架構圖，簡要說明如下：

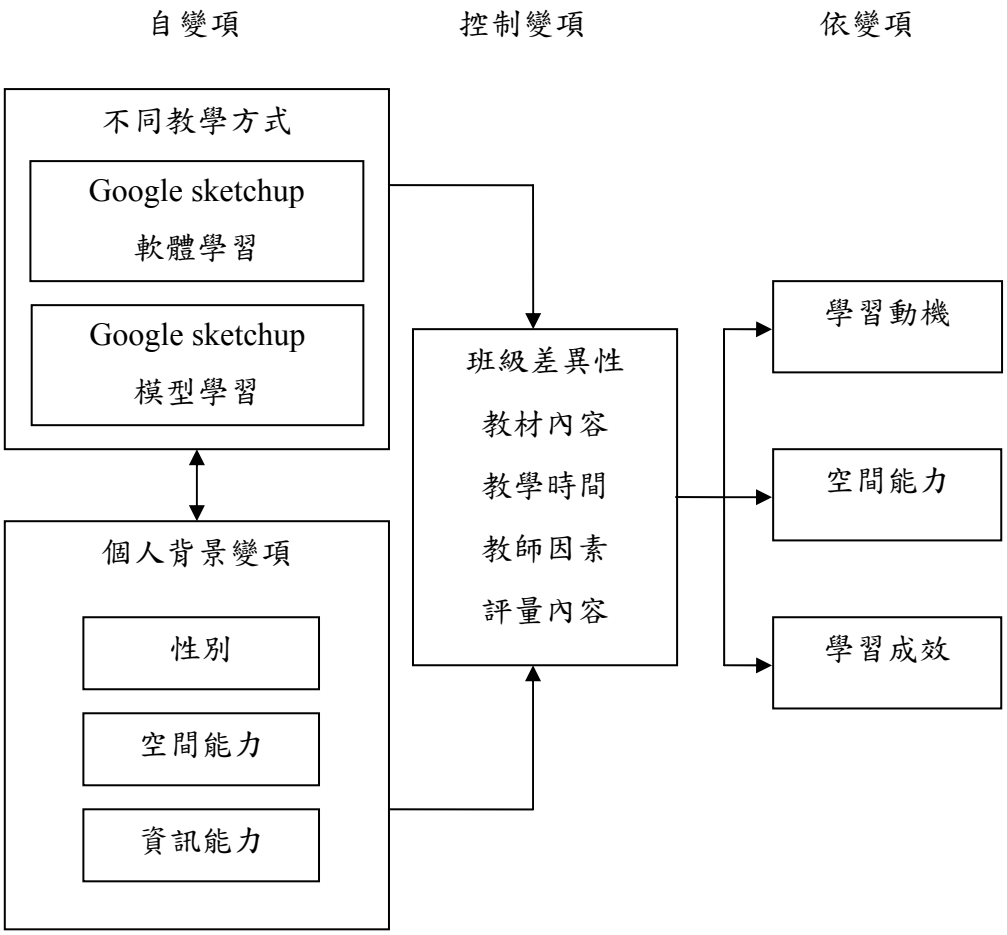


圖 3-1 研究架構圖

一、自變項

（一）不同教學分組

1. 實驗組：在立體圖轉三視圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。在三視圖轉立體圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體製作 3D 模型來學習三視圖轉換成立體圖。

2. 控制組：在立體圖轉三視圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。在三視圖轉立體圖方面，學生以傳統投影的方式由三視圖學習繪製立體圖。

（二）個人背景變項

1. 性別：分（1）男性；（2）女性兩類。

2. 空間能力：學生實施「空間能力量表」前測所得的成績。得分高者為（1）高空間能力；得分低者為（2）低空間能力。

3. 資訊能力：以學生七年級資訊教育，第一次定期評量分數為準。得分高者為（1）高資訊能力；得分低者為（2）低資訊能力。

二、控製變項

（一）班級差異性

因現在國中都為常態編班，班級的智力測驗是平均分配，沒有差異，空間能力經由空間能力量表前測作獨立樣本 t 檢定分析，排除班級的差異性。

（二）教材內容：除教學方式不同之外，其餘內容、指導方式皆相同。

（三）教學時間：兩組皆進行 3 周共三節課之教學實驗。

（四）教師因素：兩組教學都由研究者實施，減少教師的影響因素。

三、依變項

（一）學習動機：指學生學習動機問卷所測得的總分。

（二）空間能力：學生實施「空間能力量表」後測所得的成績。

（三）學習成效：學生在正投影繪製學習成效測驗之分數結果。

第二節 研究方法

本研究設計採準實驗設計，針對研究對象的空間能力前、後測和學習成效測驗成績加以分析。前測的目的在瞭解受試者在實施實驗教學前的個人先備空間能力、班級的差異性等的差異狀況分析，以作為實驗教學設計的參考。研究後期採統計方法來進行資料的判讀，作為研究成果的之佐證。

實驗設計部份以新北市某國中七年級學生為對象，共十個班級，進行空間能力量表前測，選擇相異性較小的四個班級分實驗組二班及對照組二班。實驗組 Google SketchUp 軟體製作 3D 模型來學習正投影視圖，對照組則以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。因顧及完整的教學流程及教學效果，配合單元設計，實驗時程為期 3 週包含前、後測共計六節課。實驗之教材及單元進度，如表 3-1 所示：

表 3-1

教學實驗教材及單元進度表

階段	週次	教學重點	
		實驗組	對照組
前測	一	空間能力測驗（前測）	同實驗組
研究實施	二	1. 正投影視圖的原理、畫法與意義。 2. 等角圖的原理與畫法 3. 無斜角立體圖轉三視圖。 4 Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 5. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）。 6. 無斜角三視圖轉立體圖。	同實驗組無 Google SketchUp 的進階操作（立體製作），以一般傳統圖學投影方式繪製立體圖
	三	1. 有斜角立體圖轉三視圖。 2. Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 3. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）。 4. 有斜角三視圖轉立體圖。 5. 學習動機問卷	同實驗組無 Google SketchUp 的進階操作（立體製作），以一般傳統圖學投影方式繪製立體圖
	四	1. 包含圓的立體圖轉三視圖。 2. Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 3. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）。 4. 包含圓的三視圖轉立體圖。	同實驗組無 Google SketchUp 的進階操作（立體製作），以一般傳統圖學投影方式繪製立體圖
後測	五	正投影繪製學習成效測驗	同實驗組
	六	空間能力測驗（前測）	同實驗組

資料來源：研究者整理

本研究是以教學方法來分組，教學方法、個人背景為自變項，實驗處理為教學方法，依變項為學習動機、空間能力，學習成效。本研究實驗計設計模式如下圖所示。

實驗組： O_1 X O_2
控制組： O_3 O_4

O_1、O_3： 表示前測
O_2、O_4： 表示後測
X ： 表示實驗處理

圖 3-2 研究設計模式

第三節 研究對象

本研究的學生實驗對象採便利抽樣方式，以研究者任教之新北市某國中七年級學生為對象，因國中編班方式為 S 形常態編班，故各個班級的起始行為相近。先進行空間能力量表前測，選擇相異性較小的四個班級分實驗組二班及對照組二班。實驗組以 Google SketchUp 軟體製作 3D 模型來學習正投影視圖，對照組則以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。

第四節 研究工具

本研究採用之研究工具為「空間量表」、「實驗演示教材及學習單」、「正投影繪製學習成效測驗」、「學習動機問卷」， 依序說明研究工具的名稱及來源編製。

一、空間量表

本研究所採用之空間能力量表係根據康鳳梅等（2002）修正康鳳梅、鍾瑞國（1998）所發展之「空間能力量表」而來。康鳳梅與吳煥昌（2001）、康鳳梅等人（2002）、康鳳梅等人（2003）、曾玉泉（2006）、鄭兆明（2007）與陳偉民（2010），都使用此空間量表，有良好的信度及效度。其中包含五項空間能力指標為基礎之十二項空間能力量表，由於研究對象起點行為及教學內涵之關係，本

研究只採用三種量表；分別於教學前、後施測，探討識圖教學與空間能力之關係。三個量表分別為「立體旋轉空間定位能力」、「平面轉換立體空間組織能力」與「物體多方向圖形空間組織能力」，得分高者傾向高空間能力；得分低者傾向低空間能力。

二、實驗演示教材及作業

正投影課程單元的設計主要以康軒及翰林版圖學教材為主，並參考鄭兆明（2007）及曾玉泉（2006）的自編教材圖學單元部分內容，以 Google SketchUp 軟體設計相關教材。後經兩位課程專家與兩位現任生活科技教師，依據研究目標與測驗目標對教學題目進行專家審查修定。演示之 3D 模型皆由 Google SketchUp 製作。在實驗組會在電腦教室教導學生製作相同的模型，在對照組則以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。製作與觀察的 3D 模型例題如下圖：

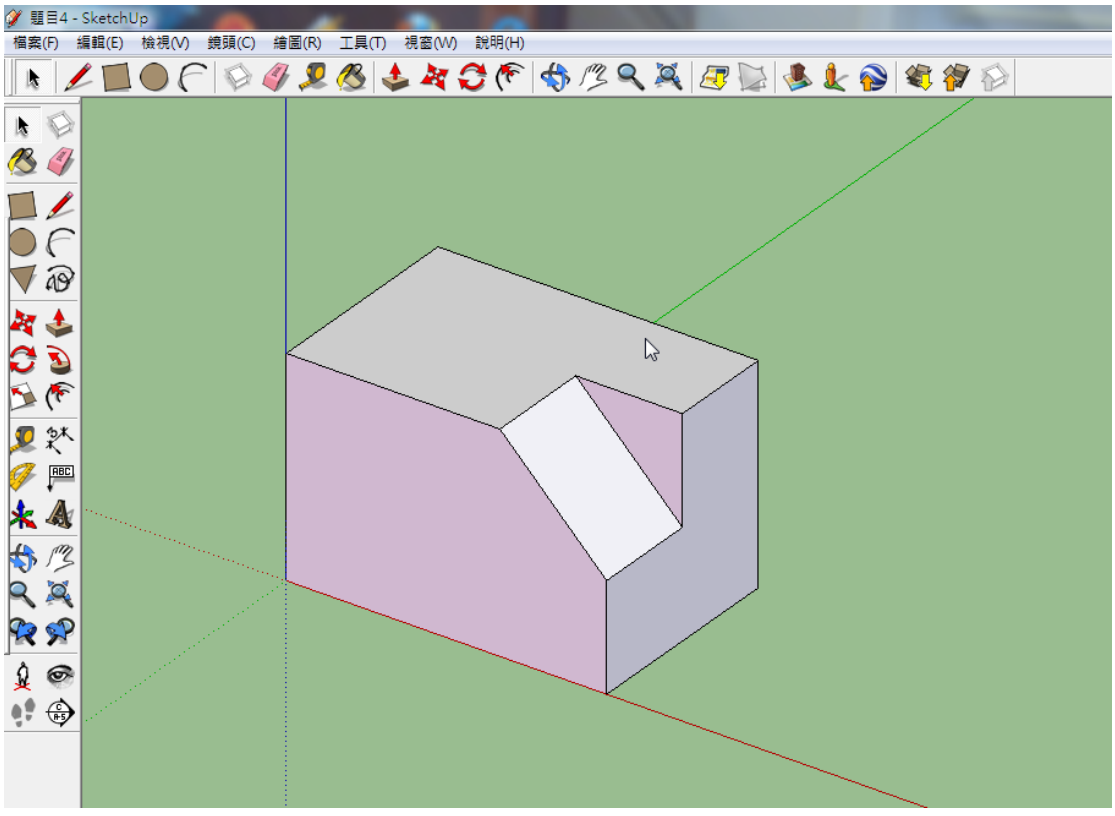


圖 3-3　Google SketchUp 模型

三、正投影繪製學習成效測驗

（一）題目設計

本正投影繪製學習成效測驗採自編方式。以康軒及翰林版圖學教材為主，並參考鄭兆明（2007）及曾玉泉（2006）的自編教材圖學單元部分內容，設計出相關題目。經兩位課程專家與兩位現任生活科技教師進行專家審查後修定編制而成。共 6 題，例題如下圖：

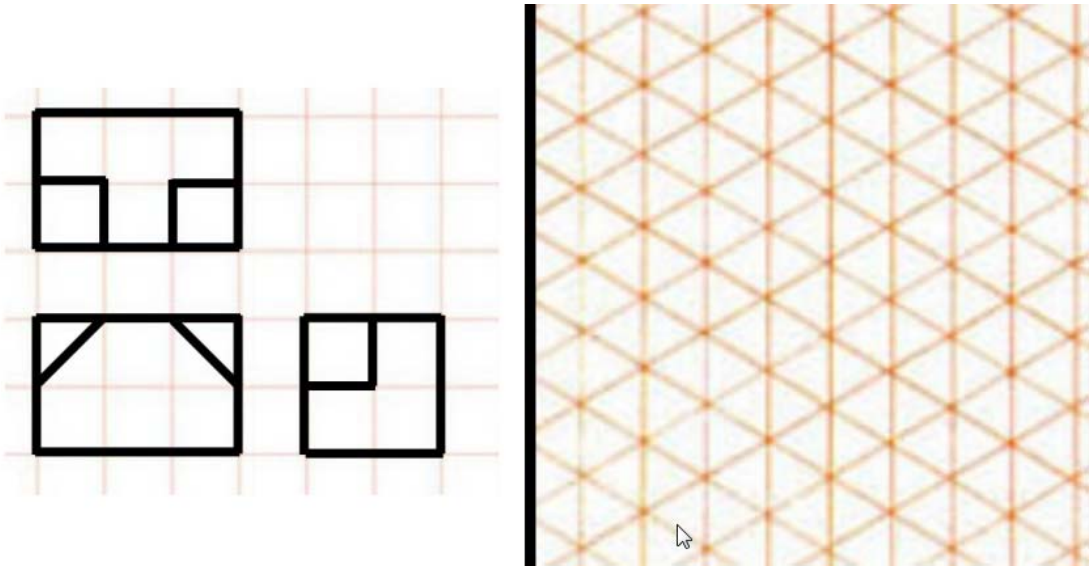


圖 3-4 三視圖轉等角圖題目

題目為參考三視圖畫出等角圖，分數的計算是以參與者正確畫出立體圖的題數為準，每題 3 分，如果參與者畫出的立體圖，大部分都正確，僅有一個小地方錯誤（例如少畫一條線），則給 1.5 分，如果錯誤超過兩個及兩個以上，該題則不給分。（林漢裕、李玉琇，2010）

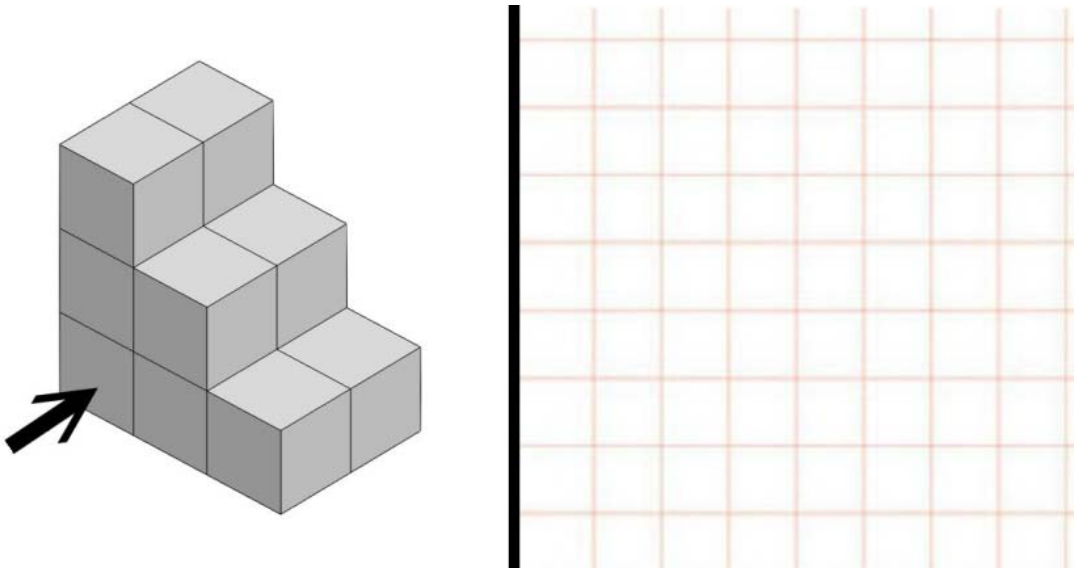


圖 3-5 等角圖轉三視圖題目

分數的計算是以參與者正確畫出三視圖的題數為準，每題 3 分，如果參與者畫對三視圖中的一個，給 1 分，如果畫對兩個視圖，給 2 分。（林漢裕、李玉琇，2010）

（二）預試信效度

預試採用便利抽樣的方式，以新北市某國中 7 年級的學生為實施對象，實施時間為 2012 年 5 月。預試測驗卷共計回收 31 份。信度分析是評估整份試題的可靠程度，因此本研究將進行 Cronbach α 係數分析的檢定，以 Cronbach α 係數值.70 為標準，大於.70 以上即表示試題具有相當高的信度，根據分析結果指出，整份試題的 Cronbach α 係數為.878，具有高度的穩定性。去除任一題的 Cronbach α 係數如下表：

表 3-2

學習成效測驗題目去除時的 Cronbach α 係數表

去除題目	1	2	3	4	5	6
Cronbach α 值	.868	.865	.873	.829	.855	.843

由上表可知去除任一試題都不會使整題試題的信度增加，所以題目全部保留，不需修改。本研究的試題效度使用專家效度，試題經由經兩位課程專家與兩

位現任生活科技教師進行專家審查後修定編制而成。

四、學習動機問卷

（一）問卷設計

本研究將參考劉政宏等（2010）編製國中小學習動機量表，包含價值、預期、情感及執行意志，修訂學習動機問卷。每道題目皆採用李克特式 5 點式量表，同意程度由「非常不同意」到「非常同意」，共分為 5 等。計分方式依「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」分別給予 1、2、3、4、5。題目依序如下：「我覺得圖學所教的內容很重要」、「我覺得圖學所教的內容對自己是有用處的」、以及「 我覺得圖學課程和我的興趣相關」…。

（二）預試信效度

預試採用便利抽樣的方式，以新北市某國中 7 年級的學生為實施對象，實施時間為 2012 年 5 月。預試問卷共計回收 30 份。信度分析是評估整份試題的可靠程度，因此本研究將進行 Cronbach α 係數分析的檢定，以 Cronbach α 係數值.70 為標準，大於.70 以上即表示問卷具有相當高的信度，根據分析結果指出，整份問卷的 Cronbach α 係數為.859，具有高度的穩定性。去除任一題的 Cronbach α 係數如下表：

表 3-3

學習動機問卷題目去除時的 Cronbach α 係數表

去除題目	Cronbach α 值	去除題目	Cronbach α 值	去除題目	Cronbach α 值
1	.872	6	.842	11	.854
2	.860	7	.847	12	.852
3	.863	8	.856	13	.841
4	.845	9	.852	14	.850
5	.833	10	.839	15	.849

由上表可知去除 1、2、3 題時可使信度增加，但增加數值很小，所以題目可以保留，不用刪除任何題目。本研究的試題效度使用專家效度，問卷經由經兩位

課程專家與兩位現任生活科技教師進行專家審查後修定編制而成。

第五節 研究實施

本研究依據研究目的， 將實驗的實施分為四個階段： 準備工作、實施前測、實施實驗教學、實施後測。將各階段分述如下：

一、準備工作

本研究決定主題後，即開始進行廣泛的蒐集有關工程圖學、空間能力相關研究及電腦輔助圖學學習之國內外期刊、雜誌及研究報告、論文等，經加以整理、歸納及分析，並以此為形成本研究之理論基礎、架構與實驗設計之依據。並編製審查實驗教材與測驗。

二、學生起點行為評量前測

本研究於教學實驗之開始， 分別對新北市立 XX 國中七年級的學生，進行空間能力量表前測， 瞭解實驗教學前之學生空間能力，作為統計等組控制之共變項。

三、實施實驗教學

本研究於前測調查結束之後，接著進行實驗對二組進行正投影圖學教學。兩個實驗組別之實驗教學內容、教師指導與課程進度皆為相同，惟使用教學方式不同。實驗組在立體圖轉三視圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。在三視圖轉立體圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體製作 3D 模型來學習三視圖轉換成立體圖。控制組在立體圖轉三視圖方面，學生學習以 Google SketchUp 軟體觀察、操作 3D 模型，學生觀察後以手繪製正投影視圖。在三視圖轉立體圖方面，學生以傳統投影的方式由三視圖學習繪製立體圖。課程時間為 3 周，包含前、後測共計六節課。

四、學習動機問卷

本研究在課程進行的第二週，實施學習動機問卷，並依此作為了解兩組學生在學習動機上的差異情形。

五、實施學習成效、空間量表後測

本研究在課程結束後，第五週實施學習成效之測驗評量，第六週實施空間量表測驗，並依此作為了解兩組學生在依變項上表現與差異情形。

第六節 資料分析

本節係根據實驗研究後所得之資料，以 SPSS 進行統計分析，以下分述本研究處理資料所使用之統計方法：

一、以描述性統計了解學生的個人背景變項，資訊能力和空間能力的分佈情形。

二、以成對樣本 t 檢定考驗各組在空間能力量表前、後測上的差異，以了解各組在教學後，空間能力是否有顯著差異。

三、以獨立樣本 t 檢定探討實驗組與控制組學生之學習成效測驗及空間能力上的差異情形。

四、以二因子變異數分析個人變項對實驗組與控制組學生之學習成效測驗上影響情形

第四章　結果與討論

本章係根據實驗研究後所得之資料，針對研究假設進行統計分析與討論。共分為四節。第一節：基本資料之描述與比較；第二節：不同教學方式、個人背景因素對於學習動機之差異；第三節：不同教學方式、個人背景因素對於學習成效之差異；第四節：不同教學方式、個人背景因素對於空間能力測驗之差異；第五節：綜合討論。

第一節 基本資料之描述與比較

本節主要在探討研究對象在接受不同教學方式、實驗介入前，受試學生個人背景之描述統計量，分別說明如下：

一、受試樣本分組、性別基本統計

本研究進行期間共有 119 人參與研究。除 1 人缺課過多外，有效樣本為 118 人。實驗組計 59 人，對照組計 59 人，此兩組皆為國中一年級（七年級）學生，其中並無特殊或身心障礙之學生。在男女生比例分配上，男生為 60 人，女生為 58 人，男生人數比女生多；其中實驗組男生 30 人，女生 29 人；對照組男生 30 人，女生 29 人。表 4-1 為本研究受試樣本性別統計表。

表 4-1

受試樣本性別統計表

性別	實驗組	對照組
男生	30	30
女生	29	29
總和	59	59

二、受試樣本空間前測統計

不同教學方式之空間前測成績之差異以獨立樣本 t 檢定，獲得結果，如表 4-2 所示。

表 4-2

不同教學方式之空間前測差異分析表

依變項	組別	人數	平均數	標準差	自由度	*t* 值	顯著性
空間前測	實驗組	59	11.6271	4.44079	116	-1.165	.247
	對照組	59	12.6610	5.17491			

由上表可知實驗組的空間前測平均數為 11.6271，對照組的空間前測平均數為 12.6610，對照組略高於實驗組，但在統計結果上，沒有顯著差異，可視為實驗組與對照組未實驗前，空間能力沒明顯差異。

三、受試樣本個人背景變項統計

個人變項主要區分空間能力和資訊能力，空間能力依空間能力量表前測成績區分，本研究以得分位於各組受測者前 27%者歸類為高空間能力者，成績得分位於各組受測者後 27%者歸類為低空間能力者。資訊能力以七年級資訊教育課第一次定期評量成績區分，得分位於各組受測者前 27%者歸類為高空間能力者，成績得分位於各組受測者後 27%者歸類為低空間能力者。因各組有成績相同者，所以人數不盡相同。表 4-3 為本研究受試樣本空間能力統計表；表 4-4 為本研究受試樣本資訊能力統計表。

表 4-3

受試樣本空間能力統計表

空間能力	實驗組	對照組
高空間能力	16	17
一般空間能力	28	26
低空間能力	15	16
總和	59	59

表 4-4

受試樣本資訊能力統計表

資訊能力	實驗組	對照組
高資訊能力	17	19
一般資訊能力	27	23
低資訊能力	15	17
總和	59	59

第二節 不同教學方式、個人背景因素對於學習動機之差異

本節主要是探討不同教學方式、個人背景因素於學習動機之差異，分別以獨立樣本 t 檢定、二因子變異數分析（two-way ANOVA），對學習動機問卷成績進行考驗。

一、不同教學方式在學習動機差異探討

不同教學方式之學習動機問卷成績之差異以獨立樣本 t 檢定，獲得結果，如表 4-5 所示。

表 4-5

不同教學方式之學習動機差異分析表

依變項	組別	人數	平均數	標準差	自由度	*t* 值	顯著性
學習動機	實驗組	59	55.849	12.124	116	2.623	.006
	對照組	59	49.509	12.268			

由上表可知不同教學方式在學習動機問卷中，不同教學方式經過獨立樣本 t 檢定後，t =2.623，P=.006，達顯著水準，因此在學習動機方面，實驗組平均成績 55.873，顯著高於對照組平均成績 49.509。

二、不同教學方式及性別因素於學習動機差異探討

不同教學方式及性別因素於學習動機之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-6 所示。

表 4-6

不同教學方式及性別因素之學習動機差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	786.735	1	786.735	5.532	.020
組別	1166.465	1	1166.465	8.202	.005
交互作用	255.651	1	255.651	1.798	.183
誤差	16211.987	114	142.210		
總和	345886.763	118			

由上表可知組別和性別之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組與對照組有顯著差異，實驗組的學習動機邊際平均數為 55.779，對照組的平均數為 49.490 ，實驗組的學習動機顯著高於對照組。在性別方面，男生的學習動機邊際平均數為 55.217，女生的邊際平均數為 50.052，男

生的學習動機顯著高於女生。

三、不同教學方式及空間能力因素於學習動機差異探討

不同教學方式及空間能力因素於學習動機之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-7 所示。

表 4-7

不同教學方式及空間能力因素之學習動機差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
空間能力	826.528	2	413.264	2.939	.057
組別	1265.124	1	1265.124	8.996	.003
交互作用	648.590	2	324.295	2.306	.104
誤差	15750.021	112	140.625		
總和	345886.000	118			

由上表可知組別和空間能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組與對照組有顯著差異，實驗組的學習動機邊際平均數為 55.558，對照組的邊際平均數為 48.802，實驗組高於對照組。高空間能力的學習動機邊際平均數為 53.364，一般空間能力的邊際平均數為 54.790，低空間能力的邊際平均數為 48.385，一般空間能力的邊際平均數最高，但不同空間能力的邊際平均數沒有顯著差異。

四、不同教學方式及資訊能力因素於學習動機差異探討

不同教學方式及資訊能力因素於學習動機之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-8 所示。

表 4-8

不同教學方式及資訊能力因素之學習動機差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
資訊能力	181.664	2	90.832	.611	.545
組別	1071.797	1	1071.797	7.210	.008
交互作用	399.531	2	199.765	1.344	.265
誤差	16650.133	112	148.662		
總和	345886.000	118			

由上表可知組別和資訊能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組與對照組有顯著差異，實驗組的學習動機邊際平均數為 55.694，對照組的邊際平均數為 49.546，實驗組高於對照組。高資訊能力的學習動機邊際平均數為 54.412，一般資訊能力的邊際平均數為 52.144，低資訊能力的邊際平均數為 51.304，高資訊能力的邊際平均數最高，但不同資訊能力的邊際平均數沒有顯著差異。

第三節 不同教學方式、個人背景因素對於學習成效之差異

本節主要是探討不同教學方式、個人背景因素於學習成效測驗之差異，分別以獨立樣本 t 檢定、二因子變異數分析（two-way ANOVA），對學習成效測驗成績進行考驗。

一、不同教學方式在學習成效測驗差異探討

不同教學方式之學習成效測驗成績之差異以獨立樣本 t 檢定，獲得結果，如表 4-9 所示。

表 4-9

不同教學方式之學習成效測驗差異分析表

依變項	組別	人數	平均數	標準差	自由度	*t* 值	顯著性
學習成效	實驗組	59	9.0678	4.86229	116	.068	.946
	對照組	59	9.0085	4.67891			

由上表可知不同教學方式在學習成效測驗中，不同教學方式經過獨立樣本 t 檢定後，實驗組平均成績 9.0678，對照組平均成績 9.0085，實驗組高於對照組，但 t =0.068，P=0.946，未達顯著水準，因此在不同組別方面，實驗組與對照組的學習成效測驗沒有顯著差異。

二、不同教學方式及性別因素於學習成效測驗差異探討

不同教學方式及性別因素於學習成效測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-10 所示。

表 4-10

不同教學方式及性別因素之學習成效測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	7.415	1	7.415	.322	.571
組別	.141	1	.141	.006	.938
交互作用	10.124	1	10.124	.440	.508
誤差	2623.435	114	23.013		
總和	12280.250	118			

由上表可知組別和性別之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的學習成效測驗邊際平均數為 9.077，對照組的平均數為 9.008，實驗組高於對照組，但兩組間沒有顯著差異。在性別方面，男生的學習成效測驗邊際平均數為 8.792，女生的平均數為 9.293，女生的學習成效測驗高於男生，但男女生間沒有顯著差異。

三、不同教學方式及空間能力因素於學習成效測驗差異探討

不同教學方式及空間能力因素於學習成效測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-11 所示。

表 4-11

不同教學方式及空間能力因素之學習成效測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
空間能力	688.018	2	344.009	19.808	.000
組別	.026	1	.026	.002	.969
交互作用	12.500	2	6.250	.360	.699
誤差	1945.109	112	17.367		
總和	12280.250	118			

由上表可知組別和空間能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的學習成效測驗邊際平均數為 8.940，對照組的平均數為 8.970，對照組高於實驗組，但兩組間沒有顯著差異。在空間能力方面，高空間能力的學習成效測驗邊際平均數為 12.176，一般空間能力的平均數為 9.077，低空間能力的平均數為 5.613，高空間能力高於一般空間能力及低空間能力，不同空間能力的學習成效測驗平均數有顯著差異。

四、不同教學方式及資訊能力因素於學習成效測驗差異探討

不同教學方式及資訊能力因素於學習成效測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-12 所示。

表 4-12

不同教學方式及資訊能力因素之學習成效測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
資訊能力	541.452	2	270.713	14.613	.000
組別	.027	1	.027	.001	.970
交互作用	39.717	2	19.859	1.072	.346
誤差	2074.807	112	18.525		
總和	12280.250	118			

由上表可知組別和資訊能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的學習成效測驗邊際平均數為 8.948，對照組的平均數為 8.979，對照組高於實驗組，但兩組間沒有顯著差異。在資訊能力方面，高資訊能力的學習成效測驗邊際平均數為 11.895，一般資訊能力的平均數為 8.722，低資訊能力的平均數為 6.274，高資訊能力高於一般資訊能力及低資訊能力，不同資訊能力的學習成效測驗平均數有顯著差異。

第四節 不同教學方式、個人背景因素對於空間能力測驗之差異

本節主要是探討不同教學方式、個人背景因素於空間能力測驗之差異，分別以獨立樣本 t 檢定、成對樣本 t 檢定、與二因子變異數分析（two-way ANOVA），對空間能力測驗成績進行考驗。

一、不同教學方式在空間能力測驗差異探討

不同教學方式之空間能力測驗成績之差異以獨立樣本 t 檢定，獲得結果，如表 4-13 所示。

表 4-13

不同教學方式之空間能力測驗差異分析表

依變項	組別	人數	平均數	標準差	自由度	*t* 值	顯著性
空間能力	實驗組	59	9.0678	4.86229	116	.068	.946
	對照組	59	9.0085	4.67891			

由上表可知不同教學方式在空間能力測驗中，不同教學方式經過獨立樣本 t 檢定後，實驗組平均成績 23.1356，對照組平均成績 23.6271，對照組高於實驗組，但 t = -0.405，P=0.686，未達顯著水準，因此在不同組別方面，實驗組與對照組的空間能力測驗沒有顯著差異。

二、不同教學方式於空間能力前、後測驗差異探討

不同教學方式之空間能力前、後測驗之差異以成對樣本 t 檢定，獲得結果，如表 4-14 所示。

表 4-14

不同教學方式之空間能力前、後測驗成績分析表

組別	變數名稱	人數	平均數	標準差	自由度	*t* 值	顯著性
實驗組	空間前測	59	11.6271	4.44079	58	-15.971	.000
	空間後測	59	23.1356	6.11515			
對照組	空間前測	59	12.6610	5.17491	58	-15.274	.000
	空間後測	59	23.6271	7.04639			

由上表可知不同教學方式在空間能力前、後測驗中，不同教學方式經過成對樣本 t 檢定後，實驗組空間能力前測平均成績 11.6271，實驗組空間能力後測平均成績 23.1356，。對照組空間能力前測平均成績 12.6610，實驗組空間能力後測平均成績 23.6271，空間能力後測顯著高於空間能力前測。兩組的空間能力後測都顯著高於空間能力前測。

三、不同教學方式及性別因素於空間能力測驗差異探討

不同教學方式及性別因素於空間能力測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-15 所示。

表 4-15

不同教學方式及性別因素之空間能力測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	.330	1	.330	.007	.931
組別	6.873	1	6.873	.155	.694
交互作用	7.890	1	7.890	.178	.674
誤差	5040.492	114	44.215		
總和	69565.000	118			

由上表可知組別和性別之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的空間能力測驗邊際平均數為 23.139，對照組的平均數為 23.622，對照組高於實驗組，但兩組間沒有顯著差異。在性別方面，男生的空間能力測驗邊際平均數為 23.433，女生的平均數為 23.328，男生的空間能力測驗高於女生，但男女生間沒有顯著差異。

四、不同教學方式及空間能力因素於空間能力測驗差異探討

不同教學方式及空間能力因素於空間能力測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-16 所示。

表 4-16

不同教學方式及空間能力因素之空間能力測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
空間能力	1633.821	2	816.910	27.027	.000
組別	12.223	1	12.223	.404	.526
交互作用	19.549	2	9.774	.323	.724
誤差	3385.231	112	30.225		
總和	69565.000	118			

由上表可知組別和空間能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的空間能力測驗邊際平均數為 22.739，對照組的平均數為 23.403，對照組高於實驗組，但兩組間沒有顯著差異。在空間能力方面，高空間能力的空間能力測驗邊際平均數為 27.426，一般空間能力的平均數為 24.240，低空間能力的平均數為 17.546，高空間能力高於一般空間能力及低空間能力，不同空間能力的空間能力測驗平均數有顯著差異。

五、不同教學方式及資訊能力因素於空間能力測驗差異探討

不同教學方式及資訊能力因素於空間能力測驗之二因子變異數分析（two-way ANOVA），獲得結果，如表 4-17 所示。

表 4-17

不同教學方式及資訊能力因素之空間能力測驗差異分析表

依變項	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
資訊能力	381.472	2	190.736	4.601	.012
組別	6.085	1	6.085	.147	.702
交互作用	35.690	2	17.845	.431	.651
誤差	4642.616	112	41.452		
總和	69565.839	118			

由上表可知組別和資訊能力之間的交互作用未達顯著，則比較主要因子的效果，在不同組別方面，實驗組的空間能力測驗邊際平均數為 23.091，對照組的平均數為 23.554，對照組高於實驗組，但兩組間沒有顯著差異。在資訊能力方面，高資訊能力的空間能力測驗邊際平均數為 25.726，一般資訊能力的平均數為 23.258，低資訊能力的平均數為 20.982，高資訊能力高於一般資訊能力及低資訊能力，不同資訊能力的空間能力測驗平均數有顯著差異。

第五節 綜合討論

依據文獻探討與實驗教學發現，針對研究目的，探討以 Google SketchUp 進行正投影圖學教學後之學習成效，提出下列結論：

一、學習動機方面

不同教學方式經過獨立樣本 t 檢定後，t =2.623，P=.006，達顯著水準，因此在學習動機方面，實驗組平均成績 55.873，顯著高於對照組平均成績 49.509。同時探討組別與性別因素，男生的學習動機邊際平均數為 55.217，女生的邊際平均數為 50.052，男生的學習動機顯著高於女生。另外，同時探討不同組別對於不同空間能力與不同資訊能力，都沒有顯著差異。整理研究問題與學習動機差異如下表：

表 4-18

研究問題與學習動機差異表

研究問題	研究結果
1-1 不同的正投影視圖教學方式對學生學習動機是否會有差異？	實驗組顯著高於對照組
1-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的學習動機是否會有差異？	1. 實驗組顯著高於對照組 2. 男性顯著高於女性 3. 組別與性別無交互作用
1-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的學習動機是否會有差異？	1. 實驗組顯著高於對照組 2. 不同空間能力沒有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用
1-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的學習動機是否會有差異？	1. 實驗組顯著高於對照組 2. 不同資訊能力沒有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用

研究結果實驗組的學習動機高於對照組，與文獻探討中謝國燁（2007）指出如果能將 3D 製圖軟體引入生活科技教學，可以達到提升學生學習動機效果。陳彥君與董修齊（2010）互動式白板資訊融入數學教學，實驗組的學習動機量表顯著優於對照組相同。

曾玉泉（2006）指出資訊融入可分為三種方式：1. 教師將電腦視為一種學科，也就是進行舊課程的電腦教學。2. 教師將電腦視為一種教學輔助工具，幫助教師將不易呈現的教材藉由電腦呈現。3. 教師將電腦視為課程教學整合之應用，也就是教師進行資訊融入各科教學時，學生也能夠學到電腦軟體操作。本研究實驗組為第 3 種，對照組為第 2 種資訊融入教學的方式。也顯示出不同資訊融入程度，也會對學生的學習動機產生影響。

在性別方面，劉政宏等（2010）研究指出，國中生在學習動機上普遍低於小六生，男、女生則沒有明顯差異。在本研究中男生的學習動機高於女生，可能原因為男生對操作電腦較有興趣有關。

二、學習成效測驗

不同教學方式之學習成效測驗成績之差異以獨立樣本 t 檢定，t =0.068，P=0.946，實驗組與對照組沒有顯著差異。同時探討組別與性別因素，不同組別和不同性別都沒有顯著差異。同時探討組別和空間能力因素，不同組別沒有差異，不同空間能力有顯著差異，高空間能力高者學習成效測驗也較高。同時探討組別和資訊能力因素，不同組別沒有差異，不同資訊能力有顯著差異，高資訊能力高者學習成效測驗也較高。整理研究問題與學習動機差異如下表：

表 4-19

研究問題與學習成效差異表

研究問題	研究結果
2-1 不同的正投影視圖教學方式對學生的學習成效是否會有差異？	實驗組與對照組沒有顯著差異
2-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的學習成效是否會有差異？	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 男女沒有顯著差異 3. 組別與性別無交互作用
2-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的學習成效是否會有差異？	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 不同空間能力之間有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用
2-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的學習成效就是否會有差異？	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 不同資訊能力之間有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用

本研究不同教學方式不同教學方式之學習成效測驗成績沒有明顯差異，與文獻中曾玉泉(2006)使用 2D 與 3D 兩種不同演示方法結果相同，但與鄭兆明(2007)使用 2D 與 3D 兩種不同結果不同。可能原因為本研究二組所使用都為 3D 演示的教學方式，都在電腦教室進行，可能產生的學習差異沒有 2D 與 3D 那麼大。

在不同空間能力方面，空間能力越好者，學習成效也愈好，並有顯著差異，則與文獻中 Hegarty 與 Sims（1994）、康鳳梅與吳煥昌（2002）、鄭兆明（2007）、空間能力與各科的教學成效有顯著關係。

三、空間能力

不同教學方式之空間能力測驗成績之差異以獨立樣本 t 檢定，t = -0.405，P=0.686，實驗組與對照組沒有顯著差異。但兩組的空前能力前、後測有顯著差異。同時探討組別與性別因素，不同組別和不同性別都沒有顯著差異。同時探討組別和空間能力因素，不同組別沒有差異，不同空間能力有顯著差異，高空間能力高者空間能力後測也較高。同時探討組別和資訊能力因素，不同組別沒有差

異，不同資訊能力有顯著差異，高資訊能力高者空間能力後測也較高。整理研究問題與空間能力差異如下表：

表 4-20

研究問題與空間能力差異表

研究問題	研究結果
3-1 不同的正投影視圖教學方式對學生的空間能力是否有會差異？	實驗組與對照組沒有顯著差異
3-2 不同的正投影視圖教學方式對不同性別學生的空間能力是否有會差異？	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 男女沒有顯著差異 3. 組別與性別無交互作用
3-3 不同的正投影視圖教學方式對不同空間能力學生的空間能力是否會有差異？	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 不同空間能力之間有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用
3-4 不同的正投影視圖教學方式對不同資訊能力學生的空間能力就是否會有差異。	1. 實驗組與對照組沒有顯著差異 2. 不同資訊能力之間有顯著差異 3. 組別與空間能力無交互作用

本研究不同教學方式不同教學方式之空間能力測驗成績沒有明顯差異，但兩組前、後測有顯著差異。顯示以 Google SketchUp 進行正投影圖學教學都能有效提昇空間能力。與文獻中 Lord（1987）、康鳳梅等人（2003）、Kaufmann et al.（2005）、Lim（2005）、Huk（2006）、Feng et al.（2007）、林漢裕與李玉琇（2010）經由適當的訓練，可以提昇空間能力的結果相符。

在不同性別的空間能力沒有顯著差異，則與文獻中簡慶郎（2001）、魏春蓮與陳光勳（2008）、Feng et al.（2009）研究顯示男、女之間的空間能力沒有顯著差異。

第五章　結論與建議

本章共分為二節，第一節為研究發現與結論，係研究者根據研究所得結果，將主要研究發現據以分析歸納並依據研究目的及心得做成結論。第二節為研究建議，乃依據研究發現與結論，對未來的後續發展及研究提出建議。

第一節 研究發現與結論

本節係對本研究之主要研究發現與結論作一概述，以供研究建議之依據，茲分述如下：

本研究旨在瞭解於國中生活科技圖學課程之正投影單元中， 使用 Google SketchUp 來進行教學的教學成效，以不同資訊融入的程度作為分組依據，研究結果作為未來教學的參考。教學成效主要分為學習動機、學習成效及空間能力測驗三部分。並比較在不同的自變項，性別、空間能力、與資訊能力在學習成效上是否差異。研究結果主要發現：

一、在學習動機方面，實驗組與對照組有顯著差異，實驗組學習動機顯著高於對照組。同時比較不同組別與性別因素，實驗組顯著高於對照組，男生的學習動機顯著高於女生的學習動機。同時比較不同組別與空間能力和資訊能力，實驗組顯著高於對照組，但不同空間能力與不同資訊能力間的學習動機沒有顯著差異。

二、在學習成效測驗方面，實驗組與對照組沒有顯著差異。同時比較不同組別與性別因素，不同組別與不同性別間都沒有顯著差異。同時比較不同組別與空間能力和資訊能力，不同組別間沒有顯著差異。不同空間能力與不同資訊能之之間有顯著差異，空間能力高者，學習成效測驗也較高，資訊能力高者，學習成效測驗也較高。

三、在空間能力測驗方面，實驗組與對照組沒有顯著差異。但與鄭兆明（2007）在電腦教室以 3D 視覺模型教學與在一般教室使用傳統教學法，以同樣空間

量表所測得的成績，以 3D 視覺模型的測得的空間量表測驗平均為 22.719，傳統教學法空間量表測驗平均為 19.857，兩組間有顯著差異。而本實驗兩組的空間量表測驗，實驗組為 23.1356，對照組為 23.6271，都高於鄭兆明（2007）實驗組空間量測驗成績，由此可推論以 Google SketchUp 進行正投影圖學能比一般在教室進行傳統圖學教學更能增進空間能力。各別比較兩組空間前、後測，兩組的空間能力後測都顯著高於空間能力前測。同時比較不同組別與性別因素，不同組別與不同性別間都沒有顯著差異。同時比較不同組別與空間能力和資訊能力，不同組別間沒有顯著差異。不同空間能力與不同資訊能之之間有顯著差異，空間能力高者，學習成效測驗也較高，資訊能力高者，學習成效測驗也較高。

由以上研究主要發現，歸納出本研究的結論：

一、以學習 Google SketchUp 進行國中生活科技圖學課程之正投影單元能有提昇學生的學習動機。男生的學習動機高於女生的學習動機。在九年一貫課程之中，生活科技雖然與自然合而為自然與生活科技，但因基測沒有評量，所以學生的學習動機也較低，而圖學又是屬於生活科技課程較為難的部分。以傳統方式教學較無法引起學生的學習動機與興趣。本研究以 Google SketchUp 在電腦教室進行正投影圖學的教學，不管是實驗組或對照組，學生對於 Google SketchUp 軟體都很有興趣，在教學中也發現，對照組雖沒有教導如何使用 Google SketchUp 去建立 3D 模型，但學生也會利用軟體本身的簡單教導加以嘗試。所以在國中生活科技課程進行以 Google SketchUp 教導正影圖學課程是值得推廣的。

二、以 Google SketchUp 進行國中生活科技圖學課程之正投影單元，能有效提昇學生的空間能力。在文獻中指出，空間能力是非常重要的，在國中學科的學習大都只重視語文及數理能力，雖然在八年級有性向測驗加以檢驗各種不同的性向能力，但較少針對空間能力設計出相關的課程。本研究以 Google SketchUp 在電腦教室進行正投影圖學的教學，不管是實驗組或控制組，都顯示教學後能有較提升學生的空間能力。所以在國中生活科技課程進行以 Google SketchUp 教導正影圖學課程是值得推廣的。也應在不同領域設計更

多空間能力的相關課程。

三、空間能力與資訊能力是學習以 Google SketchUp 進行國中生活科技圖學課程之正投影單元的重要因素。本研究以 Google SketchUp 在電腦教室進行正投影圖學的教學，在研究結果顯示，空間能力越高者，學習成效也愈高。資訊能力越高者，學習成效也越高。由此可知在國中資訊融入的課程，學生不應只是觀察者的角色，而是應該讓學生在資訊融入的過程中，能參與更多資訊能力的學習，也可增加學生的學習成效，而教師在資訊融入的過程，也可設計更多讓學生參與的機會，來提升學生的資訊能力，當學生資訊能力增加後，學習成效也能著增加。

第二節 研究建議

本節根據研究發現與研究結論，針對國中自然與生活科技技正投影圖學教學及未來後續研究兩方面提出建議，以作為教育工作與後續研究之參考。

一、對於教學的建議

（一）Google SketchUp 模型的推廣共享

國中自然與生活科技技正投影圖學教學，以往傳統的教學需要製作大量的立體模型，但也無法讓每個學生者能充分參與。若在學校推廣 Google SketchUp，每個老師所建立的模型可以共享，可以減少教學準備的時間，也能彼此分享不同的教材內容，達到事半功倍的效果。

（二）充實學校設備

目前各學校電腦教室有限，要使用電腦教室上課，往往會受到教室使用權之影響，應在生活科技專業教室增加資訊設備，若無法一人一機，至少也可以分組進行。也可在將來與平板電腦教學結合，在一般教室也能進行。

（三）增加教學時數

在九年一貫課程中生活科技與自然科結合為自然與生活科技領域且未被列入國中基測範圍，課程時數變少，各版本雖有圖學課程內涵，但時數較少而影響教學成效，建議製圖課程可與相關設計單元結合，利用 Google SketchUp 建立簡單的作品模型，可以加強學生製圖與實務的結合。

二、研究建議

一、本研究限於時間及設備，只採用量化測驗的方法來判斷學習成效，建議未來能透過更廣泛的研究方法，如加入質化的訪談等方式，使研究更周延。

二、本研究以便利抽樣的方式選擇研究者任教學學校進行教學實驗，由於樣本人數不大，以至於外在效度的推論上較受限制。考慮再多增加取樣不同地區性質的學校班級，甚至是不同年級之樣本，以增加外在效度的推論。

三、本研究實驗組與對照組在學習成效測驗與空間能力後測沒有顯著差異，可能原因是使用 Google SketchUp 製作 3D 立體模型，在有限的教學時間內，無法作較完整的練習。建議未來研究相關議題者，可以將正投影圖學課程與其它相關產品設計課程結合，學生經過較完整的學習，學習成效與空間能力的表現應更符合實際情形。

四、本研究受限於時間及資源，未針對學生學習風格及學習態度作深入研究，建議後續研究者可針對學生識圖學習之學習風格及態度作研究。

參考文獻

一、中文部份

王全世（2000a）。對資訊科技融入各科教學之資訊情境的評估標準。**資訊與教育雙月刊，77**，36-47。

王全世（2000b）。資訊科技融入教學之意義與內涵。**資訊與教育雙月刊，80**，23-31。

左益台、梁勇能（2001）。國二學生空間能力與 Van Hiele 幾何思考層次相關性研究。**國立臺灣師範大學學報科學教育類，1、2**，1-19。

吳佳玲（2008）。大學生禮儀課程之學習動機與學習滿意度調查研究。**遠東學報，4**，499-518。

吳鐵雄（1991）。中華民國電腦應用教學與電腦輔助教學。**資訊與教育雙月刊，24**，8-14。

周立倫（2008）。推薦一個適合於中學生活科技課程學習及使用的 3D 繪圖軟體：Rhinoceros 4.0。**生活科技教育月刊，1**，3-11。

林雅玲、李大偉、林展立（2007）。科技教育的研究與展望：從教學設計的角度探討。**生活科技教育月刊，8**，6-24。

林漢裕、李玉琇（2010）。空間短期記憶、空間工作記憶與空間能力對圖學表現的影響。**設計學報，4**，1-18。

姜善迪（2009）。**一人一機合作學習環境的學習效益探討**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

高曉晉，楊清榮，李梅（2009）。基於 SketchUp 的組合體讀圖教學研究與實踐。**昆明冶金高等專科學校學報，1**，91-95。

康鳳梅、吳煥昌（2001）。高工機械製圖科學生空間能力與展開圖學習成效。**技術及職業教育學報，5**，193~205。

康鳳梅、戴文雄（1998）。因應產業電腦化電腦製圖所需能力項目之研究。**技術及職業教育學報，1**，99-106。

康鳳梅、戴文雄（2001）。**高工學生機械製圖（交線與展開）空間能力與問題解決能力提昇之研究**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC89-2511-S-003-135），未出版。

康鳳梅、鍾瑞國（2000）。師範院校機械工程系學生工程圖學空間能力之研究。**國立臺灣師範大學學報，45**，59-71。

康鳳梅、鍾瑞國、劉俊祥、李金泉（2002）。高職機械製圖科學生空間能力差異之研究。**國立臺灣師範大學學報，47**，55-69。

康鳳梅、簡慶郎（2000）。製圖科機械製圖與實習課程變革後應有教學對策之研究。**技術及職業教育學報，3**，1-12。

康鳳梅、簡慶郎、詹秉鈞（2003）。工程圖交線電腦化創意教材提昇空間能力之研究。**國立臺灣師範大學學報，48**，225-238。

康鳳梅、簡慶郎、詹秉鈞、蔡榮吉（2002）。**高工學生空間能力指標與量表建構之研究**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC91-2516-s-003-007），未出版。

康鳳梅、鍾瑞國（1999）。機械相關系學生工程圖學剖視圖解題歷程之研究。**技術及職業教育學報，2**，39-53。

張春興（1996）。**教育心理學：: 三化取向的理論與實踐**。臺北市：東華。

教育部（2000）。**國民中小學課程綱要**。臺北市：教育部。

教育部（2008）。**中小學資訊教育白皮書**。臺北市：教育部。

曹雅玲、陳穎瑤、曾怡嘉（2008）。國小學童的空間能力之相關研究。**台灣數學教師電子期刊，15**，18-40。

陳玫吟、林頌堅（2007）。運用專利分析探討 3D 電腦繪圖技術之發展。**圖書資訊學研究，1**，123-148。

陳彥君、董修齊（2010）。互動式電子白板融入數學領域對國小高年級學生學習動機之影響。**工業科技教育學刊 ，3**，1-7。

陳偉民(2010)。**不同空間能力學生使用 3D 繪圖軟體對創意表現影響之研究**(未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

曾玉泉（2006）。**國中生活科技正投影圖學課程應用 3D 電腦輔助演示之可行性研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

程炳林（2001）。動機、目標設定、行動控制、學習策略之關係—自我調整學習歷程模式之建構及驗證。**國立臺灣師範大學學報，46**，67-92。

萬志祥（2005）。資訊融入教學的省思與推動。**北縣教育季刊，68**，42-45。

廖小烽與劉洪峰（2008）。SketchUp 在建築製圖教學中的應用。**重慶科技學院學報，6**，184-185。

劉政宏（2009）。對學習行為最有影響力的動機成分？雙核心動機模式之初探。**教育心理學報，2** ，361-384。

劉政宏、張景媛、許鼎延、張瓊文（2005）。國小學生學習動機成分之分析及其對學習行為之影響。**教育心理學報，37**，173-196。

劉政宏、黃博聖、蘇嘉鈴、陳學志、吳有城（2010）。「國中小學習動機量表」之編製及其信、效度研究。**測驗學刊，57**，371-402。

劉家賓（2001）。**國中教師應用資訊科技之實務與層級**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

蔣家唐（1995）。**視覺空間認知能力向度分析暨數理-語文資優學生視覺空間認知能力差異研究**。行政院國科會補助專題研究計畫（編號：NSC83-0111-S018-019、NSC84-2511-S-018-003），未出版。

鄭兆明（2007）。**3D 視覺模型在國中生活科技圖學教學成效研究**（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。

鄭海蓮、陳世玉 （2007）。標準化空間能力測驗之建模與驗證。**教育研究與發展期刊，3**，181-216。

戴文雄（1993）。認知型態與空間觀念對機械製圖態度轉變與成效之研究。**彰化師範大學學報，4**，171-207。

戴文雄（2003）。**國中學生空間能力指標建構之研究（1/2）**，行政院國科會補助專題研究計畫（編號：NSC91-2516-S-018-009-），未出版。

謝國燁（2007）。初探 3D 世界－GoogleSketchUp 運用於生活科技教學。**生活科技教育月刊，4**，57-65。

魏春蓮、陳光勳（2006）。資訊科技融入國小四年級學童立體展開圖學習之研究。**國立臺北教育大學學報，19**，65-102。

二、西文部分

Alexander, P. A., & Jetton, T. L.(1996). The role of importance and interest in the processing of text. *Educational Psychology Review, 8*(1), 89–121.

Alias, M., Gray, D. E., & Black, T. R. (2002). Attitudes towards sketching and drawing and the relationship with spatial visualization ability in engineering students. *International Education Journal, 3*(3), 165–175.

Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender difference in high school

geometry. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(1), 47–60. doi: 10.2307/749456

Cavin, C. S., Cavin, E. D., & Logowski, J. J. (1981). The effect of computer assisted instruction on the attitudes of college students toward computers and chemistry. *Journal of Research in Science Teaching, 18* (4), 329–333. doi: 10.1002/tea.3660180407

Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces fender differences in spatial cognition. *Psychological Science, 18*(10), 850–855. doi: 10.1111/j.1467–9280.2007.01990.x

Feng, J., Spence, I., and Pratt, J. (2009). Women match men when learning a spatial skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition Learning, Memory, and Cognition, 35*(3), 1097–1103. doi: 10.1037/a0015641

Gallagher, S. A., & Johnson, E. S. (1992). The effect of time limits on performance of mental rotations by gifted adolescents. *The Gifted Child Quarterly*, *36*(1), 19–22. doi: 10.1177/001698629203600105

Hegarty, M., & Sims, V. K. (1994). Individual differences in mental animation during mechanical reasoning. *Memory and Cognition, 22*(4), 411–430. doi: 10.3758/BF03200867

Huk, T.(2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning*, *22*(6), 392–404.

Kaufmann, H., Steinbügl K., Dünser, A., & Glück, J. (2005). Improving spatial abilities by geometry education in augmented reality: Application and evaluation design. *VRIC Laval Virtual 2005 Proceedings, IEEE, 2005*, 25–34.

Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development, 10*(3), 2–10.

Kurtul, A., & Uygan, C.(2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 9*(1), 384–389.

Lim, K. Y. T.(2005).Augmenting spatial intelligence in the geography classroom. *International Research in Geographical and Environmental Education, 14*(3),187–199.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex in spatial ability: A meta–analysis. *Child Development, 56*, 1479–1498. doi: 10.1111/1467–8624.ep7252392

Lohman, D. F. (1986). The effect of speed–accuracy tradeoff on sex differences in mental rotation. *Perception and Psychophysics, 39,* 427–436. doi: 10.3758/BF03207071

Lohman, D. F., & Nichols, P. D. (1990). Training spatial abilities: Effects of practice on rotation and synthesis tasks. *Learning and Individual Differences, 2,* 69–95.

Lord, T., & Holland, M. (1997). Preservice secondary education majors and visual–spatial perception: An important cognitive aptitude in the teaching of science and mathematics. *Journal of Science Teacher Education, 8*(1), 43–53.

Macnab, W., & Johnstone, A. H. (1990). Spatial skills which contribute to competence in the biological science. *Journal of Biological Education, 24*(1), 37–41.

McCombs, B. L. (2000). Reducing the achievement gap. *Society, 37* (5), 29–39.

McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*(5), 899–918. doi: 10.1037/0033–2909.86.5.889

Mumaw, R. J., & Pellegrino, J. W. (1984). Individual difference in complex spatial processing. *Journal of Educational Psychology, 76*(5), 920–939.

Pintrich, P.R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review, 31(3),* 313–327.

Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95(4),* 667–686.

Pintrich, P.R., & De Groot, E.V. (1990). Motivational and self–regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82(1),* 33–40.

Potter, C., & van der Merwe, E. (2001). Spatial ability, visual imagery and academic performance in engineering graphics. *Proceeding of International Conference on Engineering Education, Oslo, Norway,* 7B5-1-7.

Reio, T. G., Czamolewski, M., & Eliot, J. (2004). Handedness and spatial ability: Differential patterns of relationships. *Laterality, 9*(3), 339–358. doi: 10.1080/13576500342000220

Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20–year longitudinal study. J*ournal of Educational Psychology, 93*(3), 604–614. doi: 10.1037/0022–0663.93.3.604

Tuckey, H. P, & Selvaratnam, M. (1993).Studies involving three-dimensional visualisation skills in chemistr. *Study in science research, 21*(1), 99–121. doi: 10.1080/03057269308560015

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 68–81.

Yang, J. C., & Chen, S. Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes games. *Computer & Education, 55*(3),1220–1233.

附錄

附錄一、空間能力量表授權

研究工具使用同意書

茲同意國立台灣師範大學圖文傳播學系碩士研究生楊志偉在撰寫論文『資訊融入國中生活科技正投影圖學課程教學成效研究—以Google SketchUp 為例』時，得引用本人發展編製之『空間能力量表』。

康鳳梅

中華民國一O一年四月

附錄二、空間能力量表

空間能力量表

計畫名稱：行政院國家科學委員會專題研究計畫
高工學生機械製圖空間能力與問題解決能力提昇之研究

主 持 人：國立臺灣師範大學工業教育學系　康鳳梅教授

中　華　民　國　九　十　二　年　六　月

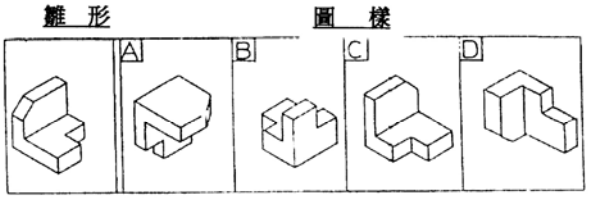
立體旋轉空間定位能力測驗

指導和例題

在答案紙上，先找出立體旋轉空間定位的適當位置。

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏左邊的圖，叫做**雛形**，右方一連有四個圖，分別標有 A、B、C、D，叫做**圖樣**。其中只有一個是由**雛形**在空間中旋轉而成的，它的大小、式樣完全和**雛形**相同。對這類題作答的方法，就是要你從那四個**圖樣**中，把那個由**雛形**旋轉而成的**圖樣**找出來。

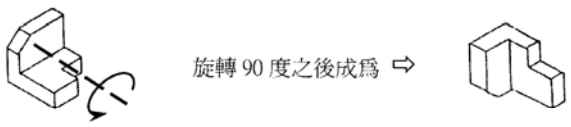
現在請看下面例題。



這例題，在右方的四個**圖樣**中，那個是由**雛形**旋轉而成？

試看：

雛形是由一個具有斜角的立面和具有一個凹角的平面所組成，而 B **圖樣**看不出有**雛形**中的斜角，顯然不是由**雛形**旋轉而成的； A、C **圖樣**則可發現立面斜角與平面凹角的位置剛好和**雛形**的位置相反；D **圖樣**則是將**雛形**旋轉 90 度而成。因此，「D」便是這一題的正確答案了。

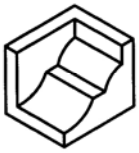
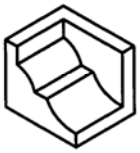
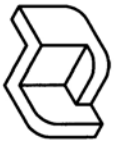


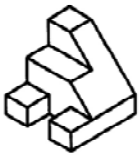
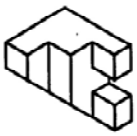
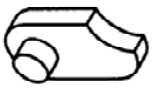
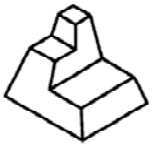
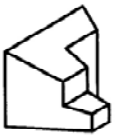
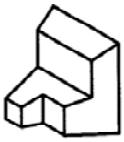
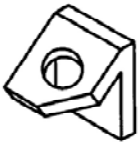
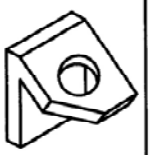
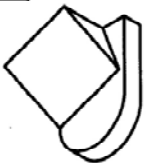
請在答案紙這一題的填答位置選擇「D」就完成這一題的作答了！

共有 12 個題目；時間限制 12 分鐘，作答時既要迅速又要正確！

請等候指示在翻頁填答！

立體旋轉-1

		A	B	C	D
1					
2					
3					
4					
5					
6					

		A	B	C	D
7					
8					
9					
10					
11					
12					

物體多方向圖形空間組織能力測驗

指導和例題

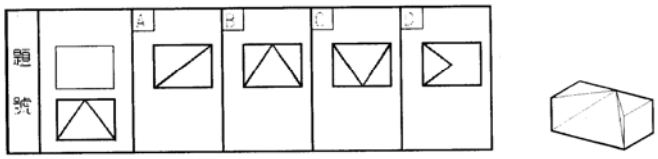
在答案紙上，先找出物體多方向圖形空間組織的適當位置。

這種測驗全是圖形，請看範例左邊方框裏的圖，它表示這一題的**題目**，在**題目**中以粗線畫出圖形的稱爲前視圖，他表示一個物體從正前方所見到的圖形，在前視圖的上方或右方有一個以細線畫成的框，它表示物體從上方往下看到的物體形狀圖（俯視圖）或正右方往左看到的形狀圖形（右側視圖）所放置的位置；在**題目**的右側則有四個分別標有 A、B、C、D 的**選答圖樣**。其中只有一個是表示**題目**所表示物體的上視圖或右側圖。對這類題作答的方法，就是要你從那四個**選答圖樣**中，把表示題目中的上視圖或右側圖找出來。

現在請看下面例題。

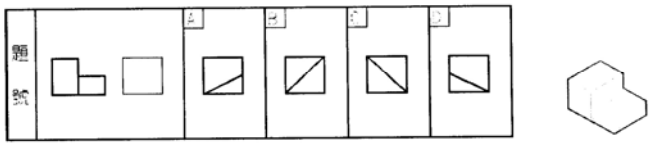
在範例一的題目表示已知物體的前視圖，上面方框則表示物體的俯視圖位置，請從右側四個答案中選擇表示適當的俯視圖選項。

右方是**題目**的想像立體圖示，顯然，「B」便是這一題的正確答案了，請在答案卡這題的填答位置選擇「B」就完成這一題的作答了！



範例二的題目表示已知物體的前視圖，右側方框則表示從物體的右側視圖位置，請從四個答案中選擇表示適當的右側視圖選項。

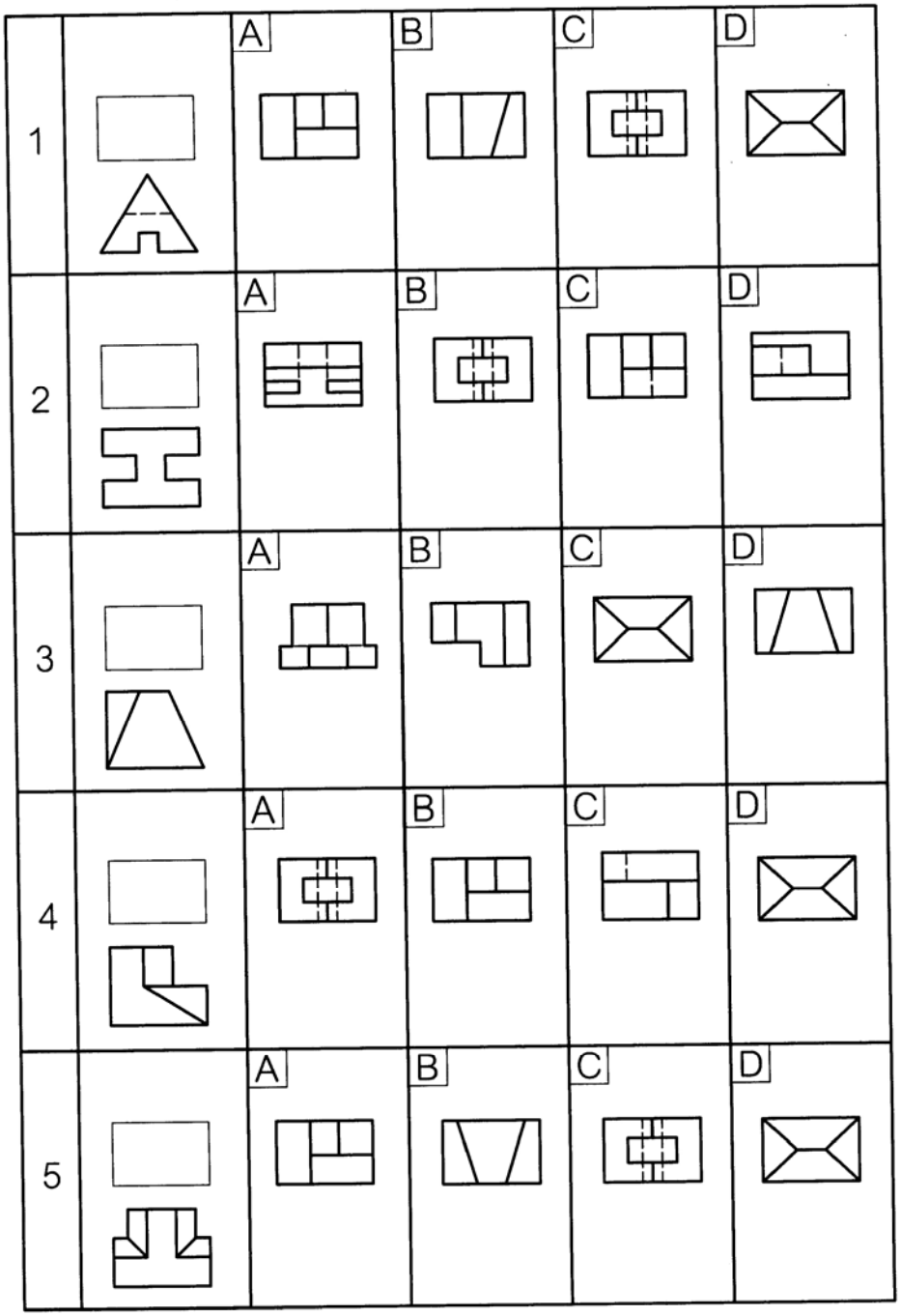
右方是**題目**的想像立體圖示，顯然，「A」便是這一題的正確答案了，請在答案卡這題的填答位置選擇「B」就完成這一題的作答了！

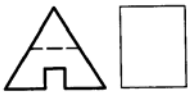
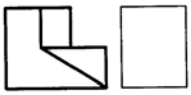
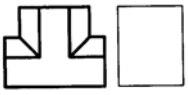


共有 10 個題目；時間限制 15 分鐘！

請等候指示在翻頁填答！

物體多向圖形-1



		A	B	C	D
6					
7					
8					
9					
10					

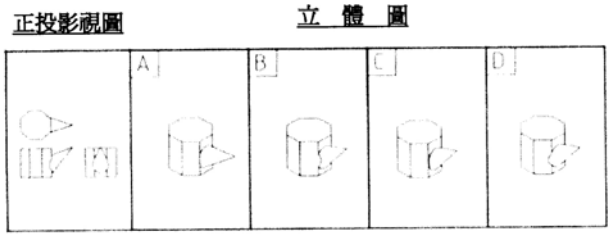
平面轉換立體空間組織能力

指導和例題

在答案紙上，先找出平面轉換立體空間組織的適當位置。

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏左邊的圖，叫做**正投影視圖**，右方一連有分別標明 A、B、C、D 代號的四個**立體圖**。其中只有一個**立體圖**能依照從「正前方看」、「正右方看」和「正上方看」的投影原理產生與左邊的**正投影視圖**相符合的圖形。對這類題作答的方法，就是要你從那四個**立體圖**中，把那個與它相符合的**正投影視圖**找出來。

現在請看下面例題。



這例題，在右方的四個**立體圖**中，那個與左方的**正投影視圖**相符合？

試看：

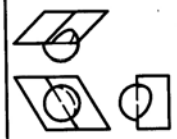
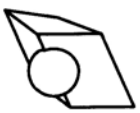
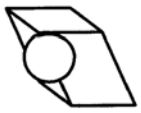
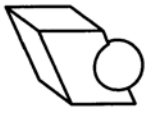
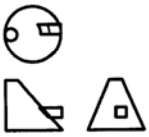
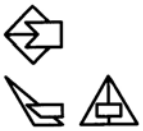
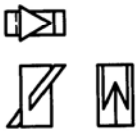
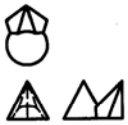
A、B 和 C 三個**立體圖**都會發現在圓錐體和正八角柱傾斜相交時，所產生的表面相交線顯然不正確。因此，「D」便是這一題的正確答案了。

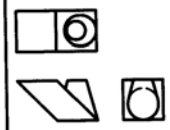
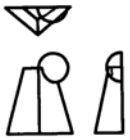
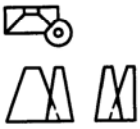
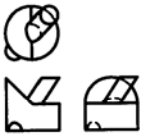
請在答案紙這一題的填答位置選擇「D」就完成這一題的作答了！

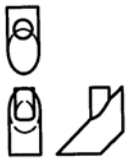
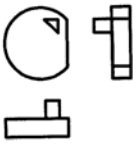
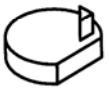
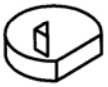
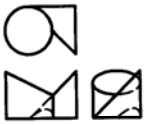
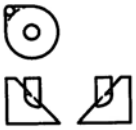
共有 15 個題目；時間限制 10 分鐘，作答時既要迅速又要正確！

請等候指示在翻頁填答！

平面轉換立體-1

		A	B	C	D
1					
2					
3					
4					
5					

		A	B	C	D
6					
7					
8					
9					
10					

		A	B	C	D
11					
12					
13					
14					
15					

附錄三、學習動機預試問卷

親愛的同學你好：

這份問卷是要了解您的學習狀況。這不是考試，您的答案無所謂對或錯，因為每個同學的學習狀況都不同，請根據自己的真實情況來填寫，所有學習情況，請根據你自己的感覺，確實作答，並請不要遺漏任何選項。您的答案非常寶貴，謝謝您的合作。

一、基本資料：

1. 班級：_____ 2. 座號：_____ 3. 姓名：_____ 4. 性別：男□女□

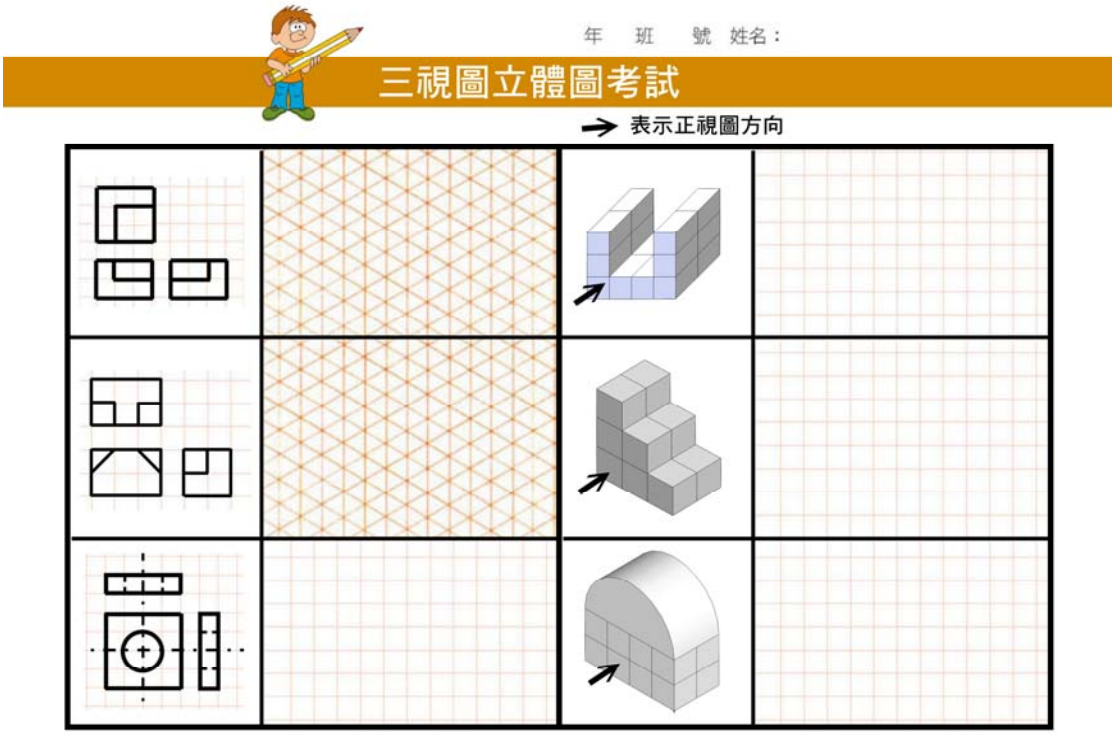
二、問卷題目：

答題說明：請在每一題右邊的五個「□」中勾選出一個最符合你的實際情況的答案。

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1. 我覺得圖學所教的內容很重要。	□	□	□	□	□
2. 我覺得圖學所教的內容對自己是有用處的。	□	□	□	□	□
3. 我覺得圖學課程和我的興趣相關。	□	□	□	□	□
4. 我覺得我可以把圖學所學的應用到日常生活。	□	□	□	□	□
5. 我覺得我上課時很專心聽講。	□	□	□	□	□
6. 我覺得我上課時很認真寫作業。	□	□	□	□	□
7. 在圖學課中，我相信我會得到好成績。	□	□	□	□	□
8. 我覺得我很重視圖學的成績。	□	□	□	□	□
9. 我比其他同學更想要拿到好成績。	□	□	□	□	□
10. 我會主動思考老師所教的內容。	□	□	□	□	□

11. 我會期待圖學課的到來。	☐	☐	☐	☐	☐
12. 我覺得上圖學課很有趣。	☐	☐	☐	☐	☐
13. 學完這個課程讓我很有成就感。	☐	☐	☐	☐	☐
14. 我有信心學好圖學課程。	☐	☐	☐	☐	☐
15. 我很高興有機會能夠學習這個課程。	☐	☐	☐	☐	☐

附錄四、正投影繪製學習成效測驗題目



附錄五、正投影圖學單元教學活動設計

單元名稱	正投影圖學	班級	七年級	人數	30-32 人
教材來源	自編教材	教師	楊志偉	節數	3 節課
教材研究	內容主要教授正投影視圖的基本角法與線條表示意義，並透過Google SketchUp來建構模型輔助學生觀察，實驗組並教導學生自行建構模型，期望學生能夠更容易轉換立體圖與三視圖之間的關係。				
學生學習條件分析	1.國中七年級學生 2.尚未接觸過工程圖學學習繪製				
教學方法	1.講述法 2.示範法 3.練習法 4.問答法				
教學資源	教具：1.電腦教室 2. Google SketchUp模型 3. 方格紙 參考資料：1.工程圖學 2.自然與生活科技教科書（各版本）				
學生準備	方格紙、鉛筆、橡皮擦、直尺、三角板、圓規等製圖用具。				

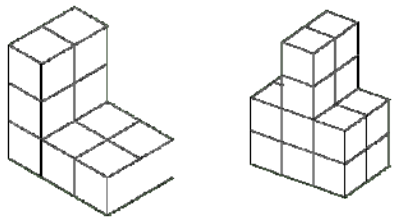
十大基本能力	分段能力指標
一、了解自我與發展潛能 七、規劃、組織與實踐 八、運用科技與資訊 九、主動探索與研究 十、獨立思考與解決問題	1-4-1-1 能由不同的角度或方法做觀察 1-4-5-1 能選用適當的方式登錄及表達資料 2-4-1-1 由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能 7-2-2 培養學生能具備運用現代資訊傳播工具的能力。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中 7-2-5 培養學生善用資訊科技於日常生活的能力。 7-2-6 了解製圖與繪圖的重要性。 7-2-7 知道線條的種類和用途。

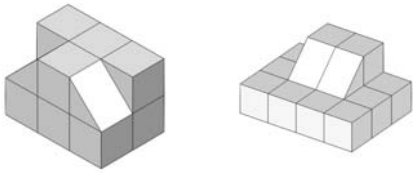
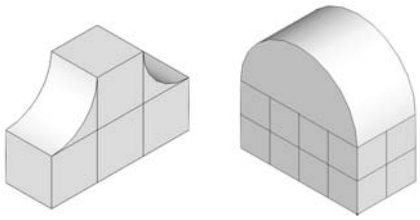
	7-2-8 介紹立體圖與平面圖的表達。 8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想 8-4-0-3 了解設計的可用資源與分析工作 8-4-0-4 設計解決問題的步驟

教學目標	
認知	1. 了解正投影圖法與原理。 2. 正投影識圖繪製。 3. 識圖選擇要領。 4. 立體圖轉三視圖之識圖方法。 5. 三視圖轉立體圖之繪圖方法。
情意	1. 養成學生單獨完成作業的習慣。 2. 能積極參與課程的學習活動。
技能	1. 能繪製三視圖與等角圖並互相轉換。 2. 能了解 Google SketchUp 的基本操作。 3. 能利用 Google SketchUp 完成所需的模型（實驗組）。

時間分配	節次	教學重點
	1	1. 正投影視圖的原理、畫法與意義。 2. 等角圖的原理與畫法 3. 無斜角立體圖轉三視圖。 4 Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 5. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）（實驗組）。 6. 無斜角三視圖轉立體圖。
	2	1. 有斜角立體圖轉三視圖。 2. Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 3. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）（實驗組）。 4. 有斜角三視圖轉立體圖。
	3	1. 包含圓的立體圖轉三視圖。 2. Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。 3. Google SketchUp 的進階操作（立體製作）（實驗組）。 4. 包含圓的三視圖轉立體圖。

教學活動		時間	注意事項
控制組	實驗組		
一、引起動機： 1. 展示由 Google SketchUp 下載的立體模型，以知名的建築，如 101 等。 2. 學習正投影視圖的重要性與用	一、引起動機： 同控制組	5’	一、教師方面： 以 Google SketchUp 先行製作相關教材模型，並確認教學

途。 二、教學活動： 1. 正投影視圖的原理、畫法與意義。 2. 等角圖的原理與畫法。 3. 無斜角立體圖轉三視圖。 利用 Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。讓學生能將不同正投面標上不同顏色，並能了解視圖要如何選擇，並讓學生在方格紙上完成三視圖。 教學例題如下：  4. 無斜角三視圖轉立體圖。 控制組由老師示範如由三視圖的參考面，轉換成立體圖，並讓學生在方格紙上完成立體圖。 第一節結束	二、教學活動： 1. 同控制組 2. 同控制組 3. 同控制組 4. 無斜角三視圖轉立體圖。 實驗組教導如何使用 Google SketchUp 的進階操作，由三視圖的參考面完成立體模型。 第一節結束	5’ 10’ 10’ 15’	內容及補充教材。 二、學生部分：準備方格紙、鉛筆、橡皮擦、直尺、三角板、圓規等製圖用具。 三、評量部分 1. 是否專心聽講。 2. 是否能發表自己的看法。 3. 能互相討論。 4. 有問題能立即提出。 5. 能完成作業。
一、檢討與複習： 檢討學生作業錯誤部分，複習上星期課程。 二、教學活動： 1. 有斜角立體圖轉三視圖。 利用 Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。讓學生能將不同正投面標上不同顏色，並能了解視圖要如何選擇，並能比較有斜角和沒有斜角立體圖所呈現的三視圖的差異；並讓學生在方格紙上完成三視圖。 教學例題如下：	一、檢討與複習： 同控制組 二、教學活動： 1. 同控制組	5’ 15’	一、教師方面：以 Google SketchUp 先行製作相關教材模型，並確認教學內容及補充教材。 二、學生部分：準備方格紙、鉛筆、橡皮擦、直尺、三角板、圓規等製圖用具。 三、評量部分 1. 是否專心聽講。 2. 是否能發表自己的看法。

 2. 無斜角三視圖轉立體圖。 由老師示範如由三視圖的參考面，轉換成立體圖，並讓學生在方格紙上完成立體圖。 3. 學習動機問卷 第二節結束	2. 無斜角三視圖轉立體圖。 實驗組教導如何使用 Google SketchUp 的進階操作，由三視圖的參考面完成立體模型。 3. 學習動機問卷 第二節結束	20’ 5’	3. 能互相討論。 4. 有問題能立即提出。 5. 能完成作業。
一、檢討與複習： 檢討學生作業錯誤部分，複習上星期課程。 二、教學活動： 1. 包含圓的立體圖轉三視圖。 利用 Google SketchUp 的基本操作（旋轉、上色、縮放）。讓學生能將不同正投面標上不同顏色，並能了解視圖要如何選擇，並能比較有斜角、沒有斜角及包含圓的立體圖所呈現的三視圖的差異；並讓學生在方格紙上完成三視圖，需注意包含圓的三視圖圓心的輔助線。 教學例題如下：  2. 包含圓的三視圖轉立體圖。 對照組則由老師示範如由三視圖的參考面，轉換成立體圖，並讓學生在方格紙上完成立體圖。 第三節結束	一、檢討與複習： 同控制組 二、教學活動： 1. 同控制組 2. 包含圓的三視圖轉立體圖。 實驗組教導如何使用 Google SketchUp 的進階操作，由三視圖的參考面完成立體模型。 第三節結束	5’ 20’ 20’	一、教師方面： 以 Google SketchUp 先行製作相關教材模型，並確認教學內容及補充教材。 二、學生部分： 準備方格紙、鉛筆、橡皮擦、直尺、三角板、圓規等製圖用具。 三、評量部分 1. 是否專心聽講。 2. 是否能發表自己的看法。 3. 能互相討論。 4. 有問題能立即提出。 5. 能完成作業。