

以 3D 繪圖軟體-Google SketchUp 融入生活科技課程

「設計與製作」能力學習活動

張玉山 台灣師範大學科技應用與人力資源發展系 副教授

黃國斌 台灣師範大學科技應用與人力資源發展系 研究生

壹、前言

動手實作(設計與製作)一向是生活科技課程的核心。在許多先進國家的課程規劃如英國國定課程(The Qualifications and Curriculum Development Authority, QCDA, 2004)、美國科技素養的標準(International Technology and Engineering Education Association, ITEEA, 2007)、澳洲國家中小學統一課程綱要(Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, ACARA, 2010)，設計與製作皆被列為中小學科技課程的重點。而我國教育部在 2008 年所頒布的 97 年國民中小學九年一貫課程綱要(100 學年度實施)中的「自然與生活科技學習領域課程綱要」，「設計與製作」則列為八個「科學與科技素養」能力要項之一，尤其能力指標中的「8-3-0-3：認識並設計基本的造型」、「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」，就是要讓學生能以語言、文字圖像、影音畫面等方式，表達出自己的創意與設計構想。因此，圖學(製圖與識圖)一直都是國中生活科技課程的基礎必學教材。

許多教師在教圖學時，多要求學生以紙筆繪製正投影多視圖、斜視圖、等角圖的方式，利用幾何模型來練習各種視圖以及尺度標註。然而要在 2D 的平面上畫出各種不同的立體模型，對部份學生常會造成很大的困難。如果能夠透過資訊科技的輔助，應該讓學生在繪製與設計立體模型時，提供很大的幫助。

根據許多實證研究結果顯示，3D 繪圖軟體不僅廣泛應用在企業界，更適合在學校教學中來使用，尤其是生活科技課程中的設計圖繪製，使用上更加方便，作品也更加精美(呂美惠，2010；周立倫，2008；汪殿杰，2008)。因此，本文將針對電腦輔助繪圖軟體的選擇、操作、及教學應用，加以探討，提供教師們教學上的參考。

貳、3D 繪圖軟體的比較

市面上的 3D 繪圖軟體有非常多種，每個軟體也都有個自不同的功能取向，例如 AutoCAD、Solid Works 較偏向工業設計的軟體；還有 Rhinoceros、3ds Max 則偏向立體模型軟體。周立倫（2008）指出一個適合於中學生活科技課程學習即使用的 3D 繪圖軟體，應具備以下九項要件：

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，並且目前的设计專業人士也在使用。
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。

在上述各種的電腦軟體之中，Rhinoceros 與 3ds Max 在現行國高中已有許多實際教學活動應用（汪殿杰，2008；馮天文，2008），AutoCAD 在建築相關科系中也是一款基礎入門的軟體，考量實際教學上的應用與筆者本身使用的經驗，本文將 AutoCAD、Rhinoceros、3ds Max 與 Google SketchUp 四套軟體，依據上述九項要件來評估各項軟體的表現，藉以呈顯出各套軟體之間的優缺點與適合的教學使用操作。又因為這些軟體均具有中文顯示功能，因此針對八項要點做比較如下。

一、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。

Google SketchUp 目前在建築設計與室內設計的使用居多，眾所皆知的 Google Earth 的建築物模型就是用這套軟體所製作出來的。我們可以使用這套軟體來建立 3D 模型，並且傳送給 Google 進行審查，只要通過審查，就可以在 Google Earth 中看到自己所製作的 3D 建築物。如表 1 所示。

表 1 主要建構造型比較

軟體	主要建構造型	高	中	低
AutoCAD	工程圖學		V	
Rhinoceros	造型設計	V		
3ds Max	動畫模型設計		V	
Google SketchUp	3D 立體模型設計	V		

二、具備精準的尺寸掌控機制。

在基本的操作中，如果需要建立精密的模型，可以直將依據尺寸輸入，同時在各種繪圖工具的操作上也能夠自動拉出水平以及齊點，此外，Google SketchUp 也有尺規工具，讓學生能夠很簡單的就將設計圖標記上各種尺度。尺度的單位有分為建築、工程、十進位等格式；可以顯示為公尺、公分、公釐與英尺、英吋等，精確度可以到達小數點後六位，另外也可以加上不同字型的 3D 或 2D 文字來註記，字型與字體大小一樣也可以做不同的調整。如表 2 所示。

表 2 尺寸掌控比較

軟體	尺寸掌控	高	中	低
AutoCAD	直覺建構 or 參數設定		V	
Rhinoceros	直覺建構 or 參數設定		V	
3ds Max	直覺建構 or 參數設定			V
Google SketchUp	直覺建構 or 參數設定	V		

三、介面及操作方式簡單又直觀，符合一般邏輯和經驗。及具中文介面。

Google SketchUp 具備中文操作介面，畫面呈現的內容即是實體模型的模樣，透過環繞或平移的方式可從各種角度來檢視模型，鏡頭中的標準檢視也可以直接看到六個方向的視圖。沒有複雜的參數設定，直接透過繪圖工具來製作模型，學生在操作上可以跳過從 2D 平面視圖轉變成 3D 立體模型的步驟，有助於其立體模型的設計與建立，若需要各種視圖，也可直接切換檢視畫面來檢視。如表 3 所示。

表 3 介面及操作方式比較

軟體	介面及操作方式	高	中	低
AutoCAD				V
Rhinoceros			V	
3ds Max			V	
Google SketchUp		V		

四、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。以及價錢要便宜，最好有免費的全功能試用版。

目前 Google SketchUp 已經出到 8.0 版本，分為免費版與專業版，專業版在匯出與匯入各種 3D 及 2D 模型檔案的格式有較多的選擇，若是需要搭配到其他成型機等專業建模設備的話，專業版才能夠支援到各類檔案的格式，不過經由實際教學活動的使用之下，免費版的功能其實已經足以讓學生進行各種模型的设计與製作，並且由一般的列印設備輸出學生的設計圖檔。如表 4 及表 5 所示。

表 4 軟體專業度比較

軟體	版本與專業使用	高	中	低
AutoCAD	2012 版，工程製圖。	V		
Rhinoceros	5.0 版，產品設計		V	
3ds Max	2012 版，動畫設計	V		
Google SketchUp	8.0 版，分免費版跟專業版，建築設計		V	

表 5 軟體價錢比較

軟體	價錢	高	中	低
AutoCAD	US\$3,995			V
Rhinoceros	專業板 NT\$36,900，教育授權版 NT\$36,900 / 30 機		V	
3ds Max	US\$3,495			V
Google SketchUp	免費，專業版 US\$495	V		

五、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。以及具未來性及發展性。

Google SketchUp 目前應用的專業領域非常多，其官方網站上介紹 Google SketchUp 除了建築設計之外，在工程、營建、數位娛樂、教育等眾多領域的專業人士也都在使用 Google SketchUp 來建立各自的設計與構想。再加上以 Google 在各種領域上技術的發展，相信不只是 Google Earth、Google Map，未來會有更多與 Google SketchUp 能相互應用及支援的軟硬體或應用領域的發展。如表 6 及表 7 所示。

表 6 應用範圍比較

軟體	應用範圍	高	中	低
AutoCAD	工程、機械、建築			V
Rhinoceros	產品設計、造型設計	V		
3ds Max	動畫遊戲、機械設計		V	
Google SketchUp	建築、室內設計		V	

表 7 未來發展比較

軟體	相關專業發展	高	中	低
AutoCAD	工程製圖		V	
Rhinoceros	產品設計	V		
3ds Max	遊戲、動畫製作		V	
Google SketchUp	建築與室內設計、 Google Earth 模型	V		

六、提供充分及易懂的自學內容，供學習者自我學習。

在 Google 的頁面上除了可以下載到這套軟體之外，同時 Google 也已經建立的龐大的模型庫與教學影片，提供使用者可以自由的選取各種操作上的學習影片，並且使用 Google 所建立的模型庫中各種現有 3D 模型來編輯與設計。如表 8 所示。

表 8 自學資源比較

軟體	自學資源	高	中	低
AutoCAD				V
Rhinoceros			V	
3ds Max			V	
Google SketchUp		V		

經由以上的介紹與比較，Google SketchUp 相當符合學生學習使用的 3D 繪圖軟體所需具備的條件，特別是在建構造型的操作上、軟體的費用與中文化的介面、應用的範圍以及未來在各領域的發展等都具有相當的優勢。此外，學生離開教室之後，也能夠自由的取得軟體，作更多樣的學習與設計創作，以更有效地培養學生的設計與製作能力。

參、Google SketchUp 的實際教學應用

目前除了在專業領域上的使用，許多教師也開始在課程當中加入了 Google SketchUp 的教學（王柳銓，2010；施保成，2010；陳禾凱，2010）。為瞭解其

應用的效果，筆者在中學的生活科技課程內加入 Google SketchUp 軟體應用的單元學習活動，以培養學生使用 Google SketchUp 的能力之外，同時利用軟體的各項優點來培養學生在「設計與製作」中不同的能力指標，總計八節課的教學內容如表 9 所示。

表 9 Google SketchUp 的教學活動進度

週次	活動內容	時間	備註	能夠達成的能力指標		
				8-3-0-3： 認識並設計基本的造型	8-4-0-1： 閱讀組合圖及產品說明書	8-4-0-2： 利用口語影像、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想
第一節	軟體介紹	5	可搭配影片			
	軟體下載與安裝教學	8				
	基本介面介紹	9				
	畫面控制功能介紹	10	平移環繞、			
	學生實際試用軟體	8	視角切換			
第二節	基本繪圖工具介紹	5	線條、多邊			
	學生實際操作練習	8	形、如何輸入尺寸	V		
	推拉縮放工具介紹	5	推拉、移			
	學生實際操作練習	8	動、偏移、比例	V		
	簡單立體造型製作	6		V		V
	學生實際操作練習	8				
第三節	材質貼圖工具介紹	5	顏料			
	學生實際操作練習	10	筒、3D 文字			V
	尺寸標記工具介紹	10	捲尺、量角			
	學生實際操作練習	15	器、尺寸		V	
第四節	特殊工具介紹	10	拆分、路徑			
	學生實際操作練習	15	跟隨	V		
	輸出 2D 圖檔	7				
	學生實際操作練習	8				V
第五節	實際物品模型建立	15				
	學生實際操作練習	15		V		
	輸出 3D 模型檔	5				
	學生實際操作練習	5				V
第六節	校園建築物建立	15				
	學生實際操作練習	30		V		
第七節	學生立體模型創意設計	35		V	V	V

節	Google Earth 模型上傳介紹	10			V
第八節	學生立體模型創意設計	45	V	V	V

根據表 12 八週的活動內容，可分為立體模型的繪製、尺度標記、模型設計的表面圖裝、3D 模型的匯出四大項。

一、立體模型的繪製

立體模型的繪製可以培養學生學習到「8-3-0-3：認識並設計基本的造型」的能力，透過基本的立體模型繪製之下，學生先是能夠熟悉軟體的操作介面與基本功能，後續活動的內容也是讓學生以軟體去畫出三視圖或等角圖。先從簡單的立體幾何模型開始，再到生活中常見的物品等，都可以作為學生練習的模型（如圖 1 及圖 2）。

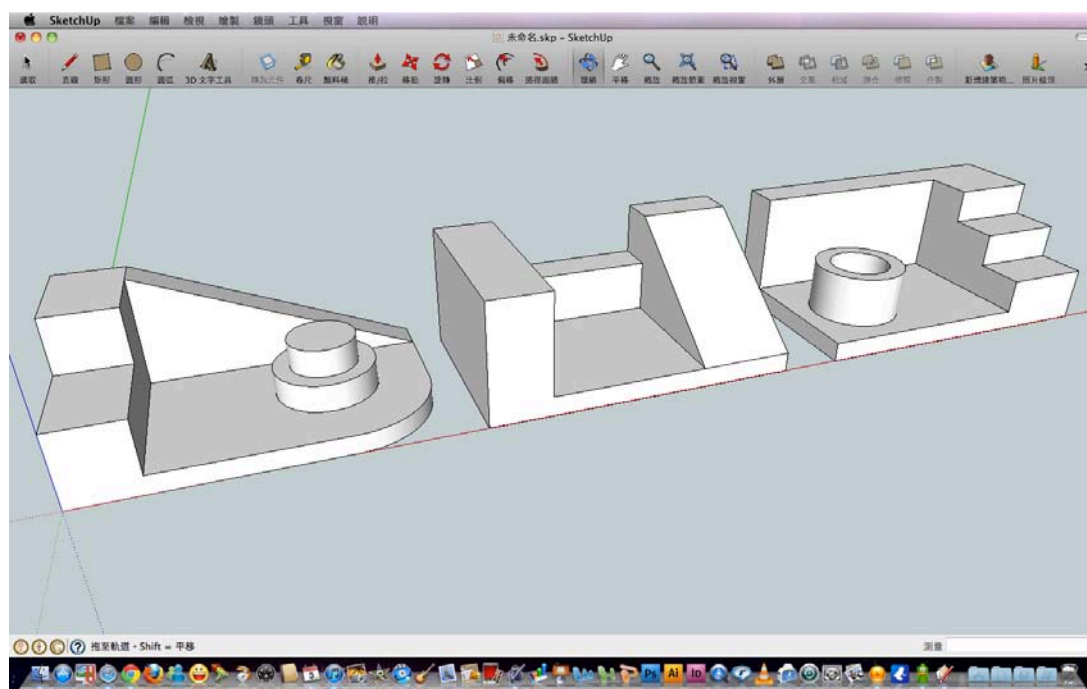


圖 1.在 Google SketchUp 中繪製簡單的立體造型。

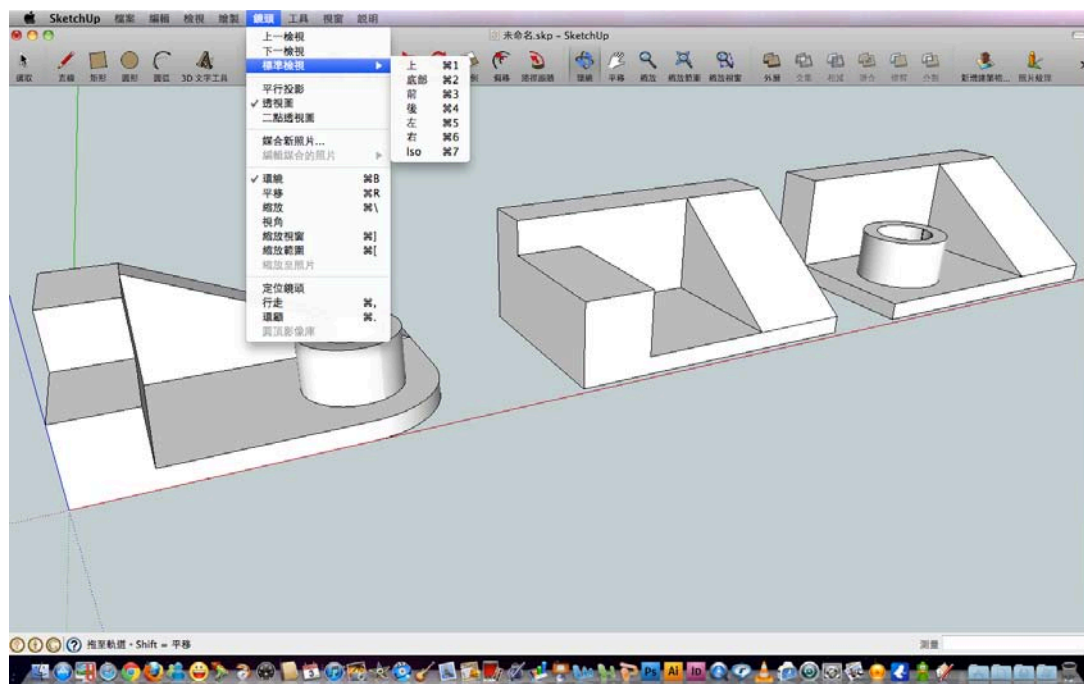


圖 2.任意切換各個角度視圖的功能

在繪製立體模型的過程中，學生可以直接跳過從平面視圖形成立體模型的轉變，透過軟體內的環繞、平移等可以從各個角度去檢視模型、使用簡單的劃線、幾何圖形、推拉、移動等，進行加上或減掉的操作，就可以輕鬆完成立體模型的繪製了。

二、尺度標記

尺度標記可以讓學生學習如何標記與閱讀設計圖上的各種尺度記號，不過一些專業的圖學符號對於學生的作品設計也並非必需，學生的創意設計著重的並不是一張專業的製圖，能夠標示出各部份的尺寸大小或角度就已足夠。

目前許多傢具、產品都是採用組合式的結構，像是在 IKEA 或是特力屋等賣場都會販賣許多讓消費者能夠帶回家後自行組裝的產品，在產品裡都會附上一份組合圖或說明書，上圖的標示也僅是簡單的長度、大小標示，再加上簡單的文字說明或是圖示，便足以讓消費者去閱讀及理解。因此、在培養學生「8-4-0-1：閱讀組合圖及產品說明書」能力的時候，不是訓練學生能夠畫出或是閱讀專業的製圖能力，而應該是讓學生能夠去表達出作品設計圖的內容。Google SketchUp 在尺度標記的功能，足以幫助學生來標記各種立體模型的尺度，而在操作上也是相當簡單且容易的（如圖 3）。

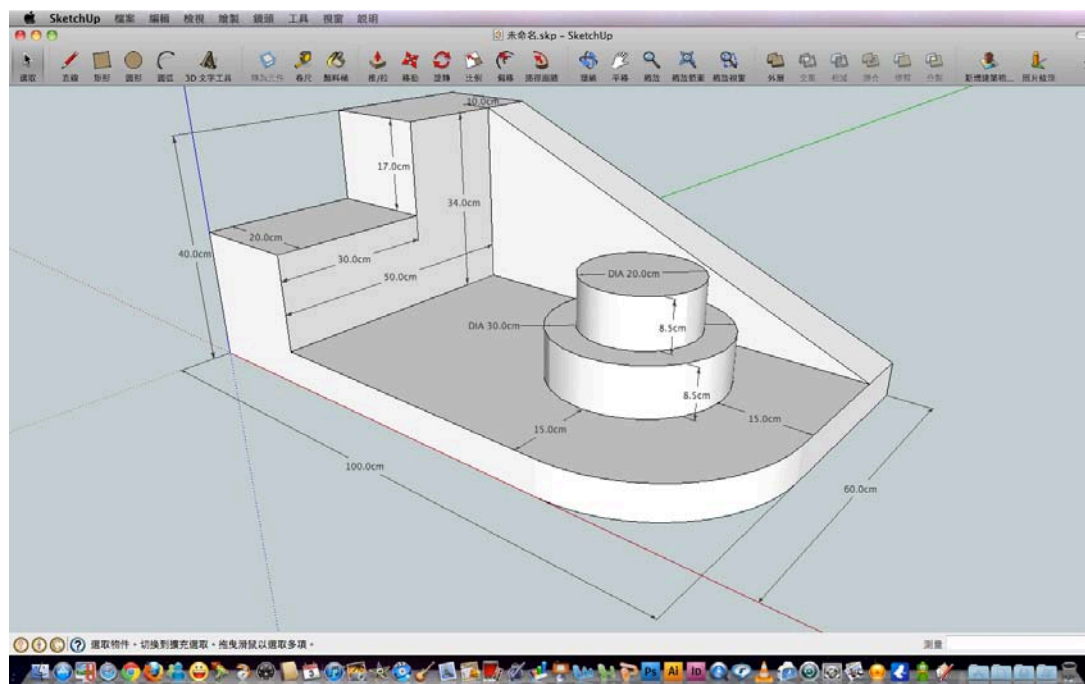


圖 3.在 Google SketchUp 中標記立體造型的尺度

三、模型設計的表面塗裝

Google SketchUp 有一個顏料筒的工具，可以讓使用者在模型的各個面加上各種顏色、材質的圖案，除了各種顏色可以選擇之外，還可以透過灰階滑桿、RGB 滑桿、CMYK 滑桿、HSB 滑桿進行調整、改變顏色的灰階、色調、飽和度、亮度等。除了各種顏色之外，最常被應用的就是可以選擇各式材質的部份，包括水、木頭、石頭、磚瓦、植物、金屬、草皮、各式屋頂、地面覆蓋、各式籬笆、地毯、針織品、百葉窗、甚至是半透明的玻璃等可供選擇。進行營建模型設計時，加上這些表面的表面塗裝，模型看起來也就更加有真實感了。

學生在進行創意設計時，往往是以自身的經驗來發揮創意，不過大多的同學對於各種材質的認識並不多，如果一個學生沒有看過磚瓦造型的材料，那這種元素就很難出現在他的創意構想當中。在 Google SketchUp 裡學生可以自由去嘗試各種不同的元素，塗裝在立體模型上，來感受不同元素的搭配所產生的效果，進一步提升學生在「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」時，有能力去使用更多的造型與材質元素，來表現其創意與構想（如圖 4）。

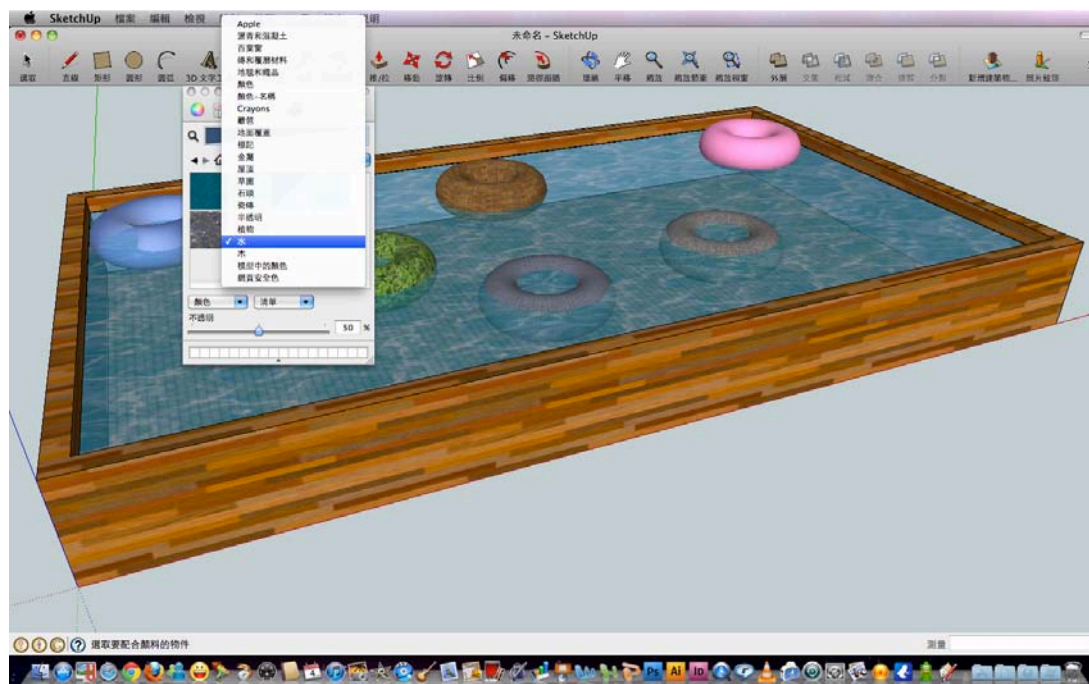


圖 4. Google SketchUp 顏料筒的功能

四、3D 模型的匯出

Google SketchUp 可以直接將檔案存成 SKP 的格式，也可以將設計的模型以 2D 或 3D 的模式輸出、在一般的免費版支援 2D 的檔案有 JPG、PNG 以及 TIF 三種格式，3D 的檔案有 COLLADA 檔案的 DAE 與 GOOGLE 地球所使用的 KMZ 兩種格式。不論是 SKP 或 DAE 的檔案都還是可以通用於其他像是 3ds Max 或 Rhino 的軟體之中（如圖 5）。

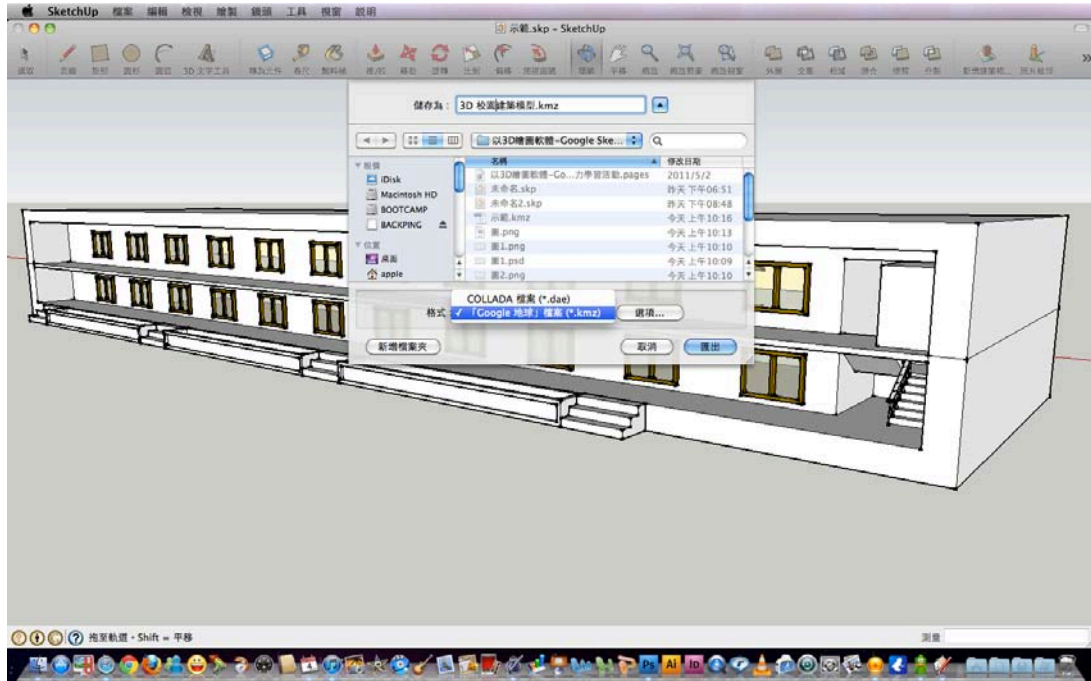


圖 5 Google SketchUp 也可以輸出的 3D 模型檔

讓學生使用了 Google SketchUp 來進行創意設計的課程時，可以將所創作的設計圖輸出為 2D 的圖片，圖片中模型的角度也可以自由調整。圖片除了有基本的立體模型之外，同時也包含了尺度的標記、使用材料的貼圖等資訊。比起以往必須先學習圖學的製圖、再利用這些製圖的能力去進行設計，直接讓學生使用 Google SketchUp 透過直覺的構想將模型設計出來，可以解決學生雖有設計構想，卻因為繪製三視圖、等角圖等製圖能力不佳，而無法將設計構想表達出來的困難。同時 Google SketchUp 輕易的將設計構想，輸出為通用的檔案格式，也有助於去分享、瀏覽各種不同的創意與構想，提升學生「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」的能力。

五、Google SketchUp 在生活科技實作課程的可能運用方式

近年來很多學校都有實施「校園建築模型設計」的教學活動，學生設計出的構想大多都是藉由簡單的冰棒棍、保利龍板、珍珠版等加工容易的材料來製作出模型。Google SketchUp 是一套很適合用來進行建築物設計、室內設計的軟體，在繪製建築物的過程當中，學生可以輕易地建立 3D 的立體模型。過去製作好的建築物模型在學期結束後除了幾個較好的模型被教師保留下來之外，大

多的作品都是拍拍照片就被資源回收掉了。學生如果利用 Google SketchUp 來繪製校園內的建築物，可以輸出為 3D 的建築模型，傳送給 Google 來進行審查，還有機會變成 Google Earth 中的立體模型，讓大家都可以在 Google Earth 中看到自己所製作的 3D 建築物。

肆、學生作品表現與教學省思

筆者在台北市一所中學針對國中七年級的學生為對象，進行為期八節課的 Google SketchUp 教學實驗，歸納出以下的教學結果與發現。

1. 學生能充份達到圖學單元的立體繪圖教學目標：教學活動的「立體模型的繪製」、「尺度標記」部份，先是採用實體物品讓學生利用軟體來畫出等比例的立體模型，同時也讓學生可以熟悉軟體的操作與各個功能的使用，學生對於使用軟體來繪製立體模型的成效相當良好，直覺式的繪製方式，大多數的學生很快就能畫出正確的立體模型。
2. 在視覺的設計變化上，更能引起學生的學習興趣：在「模型設計的表面圖裝」活動上，除了軟體功能的教學之外，也讓學生開始進行創意設計的活動，利用不同的圖裝，會讓同一造型產生不一樣的視覺效果，這部份引起學生很大的學習興趣。
3. 在造形變化設計上，學生較容易有發揮的空間：此次的活動範例利用路徑跟隨功能所畫出的圓圈，加以設計變成了游泳池中的游泳圈，而學生藉由不同的圖裝設計，將範例中的游泳圈變成了盤子上的甜甜圈（如圖 6）。

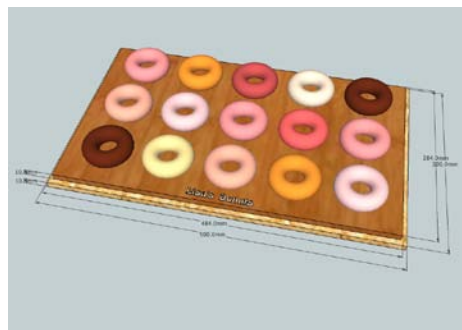
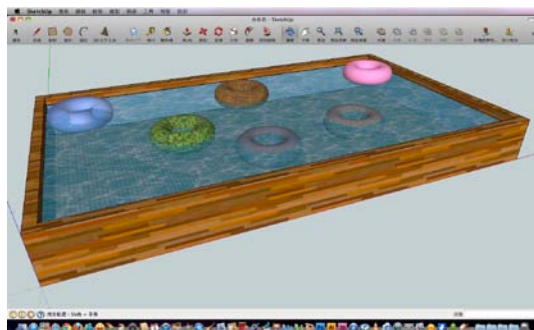


圖 6 在水池中的游泳圈與在盤子上的甜甜圈

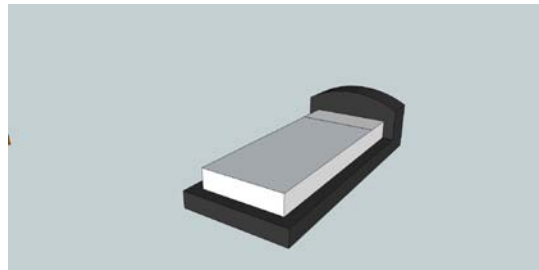
4. 少數技術上的障礙，只需補充說明，就可以幫助學生克服障礙：例如在使用各種材質的設計功能時，有部份學生遇到顯示不出該材質的樣式的

狀況，通常這種情況是因為模型尺寸的問題，如果尺寸太小，那貼上材質時，只會顯示很小的一塊，而無法將整個材質的設計完全展示出來。可以利用比例放大之後，就能夠顯示出來了。此外，少部份同學容易在軟體操作的模式上遇到困難，例如不知道該功能的位置或如何操作、操控視窗的畫面跑掉後不知道該如何拉回等情況。對於這類的學生教師的示範上每一步驟與指令上必須要清楚及明確，必要時，給予提醒即可。

5. 大多數學生都能學會軟體操作，並用於常見主題的設計表現上：在「3D模型的匯出」部份，學生大多不知道該畫些什麼好，所以活動過程中，給予學生生活中常見的傢具，作為設計主題。經過了幾週的軟體教學之後，多數學生都可以畫出簡單的立體模型設計（如圖7）。

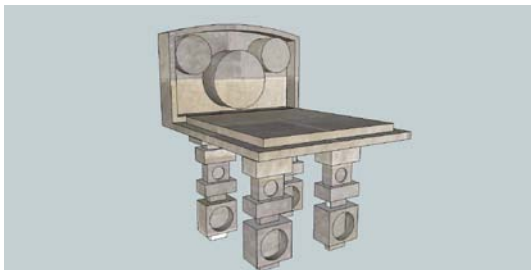


利用基本的工具來繪製簡單的造型
圖7 簡單的立體模型設計



利用基本的工具來繪製簡單的造型

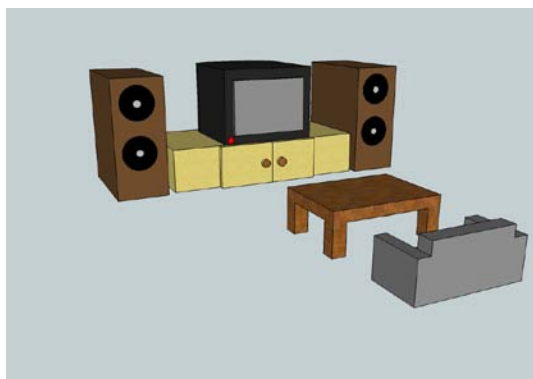
6. 不管是單一元件的變化或是組合元件的變化，學生可以隨意發揮創意：在簡單的立體模型設計之外，學生也能夠在立體模型上做出各種不同的造型（如圖8）。另外，也有部份學生的設計包含了多個元件，組合出類似室內傢具設計模型繪製，包含了桌子、椅子，甚至是其他不同的家電以及產品等（如圖9）。



利用路徑跟隨工具繪製複雜的椅腳
圖8 不同造形設計的椅子模型

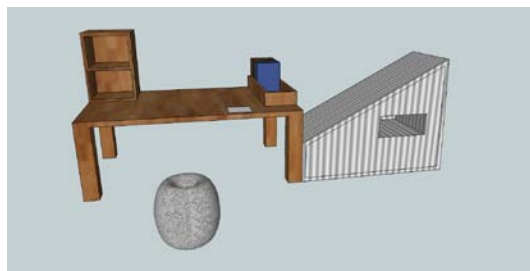


利用路徑跟隨工具繪製複雜的椅腳



室內傢俱設計

圖 9 包含多種模型的組合設計



室內傢俱設計

本文將 Google SketchUp 繪圖軟體應用設計與製作的圖學教學單元中，除了改變過去利用紙筆繪圖的方式，更讓學生能夠利用 Google SketchUp 軟體操作，去觀察、繪製、設計出立體造型的模型。經初步教學實驗後發現，能達到圖學教學單元的目標，並且學生能在造型、材質、單體結構變化、組合體結構變化等方面，做更多的創意發揮，效果相當良好。因此，在明確操作步驟的教學下，教師只要能隨時注意學生的學習困難，即時給予提示，大多數學生就能有很好的學習成效。

參考文獻

- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, ACARA. (2010). *Curriculum development process for the Australian Curriculum: Technologies*. Retrieved August 4, 2011, from <http://www.acara.edu.au/curriculum/technologies.html>
- International Technology and Engineering Education Association, ITEEA. (2007). *Standards for Technological Literacy*. Retrieved August 3, 2011, from <http://www.iteea.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>
- Google SketchUp 官方網站。Google SketchUp 不同版本比較。2010 年 5 月 3 日 取自 <http://sketchup.google.com/intl/zh-TW/product/whygopro.html>
- The Qualifications and Curriculum Development Authority, QCDA. (2004). *Design and Technology*. Retrieved August 3, 2011, from http://curriculum.qcda.gov.uk/uploads/Design%20and%20technology%201999%20programme%20of%20study_tcm8-12063.pdf
- 王柳鉉 (2010)。電腦圖學與應用課程內容。2010 年 5 月 3 日取自 <http://wang.mis.au.edu.tw/index.php/computergraphics>
- 中央研究院計算中心 (2010) **Google SketchUp 介紹與 3D 建模教學**。中央研究院計算中心通訊電子報，2010 年第 20 期。2010 年 5 月 3 日，取自 <http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/index.php?lid=178>
- 呂美惠 (2010)。國小生活科技課程應用電腦輔助繪圖之成效研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士班碩士論文。
- 自然與生活科技學習領域課程綱要 (無日期)。國民教育社群網。2011 年 08 月 03 日，取自 http://teach.eje.edu.tw/9CC2/9cc_97.php
- 汪殿杰 (2008)。電腦輔助設計繪圖。2010 年 5 月 3 日，取自 <http://sites.google.com/site/dtshlifetechnology/3d-dian-nao-fu-zhu-she-ji>。
- 周立倫 (2008)。推薦一個適合於中學生活科技課程學習即使用的 3D 繪圖軟體—Rhino 4.0。生活科技教育月刊，41 (1)，2-11。
- 施保成 (2010)。以 3D 電腦輔助設計軟體 Google SketchUp 融入國小複合形體表面積教學對學生數學學習成效之研究。國立台灣師範大學資訊教育學系在職進修碩士班碩士論文。

陳禾凱（2010）。**3D 繪圖軟體 Google SketchUp 在高中數學教學上的應用。**

2010 年 5 月 3 日，取自

<http://learn.jhsh.tpc.edu.tw/~smath/mathcenter/sketchup.doc>

馮天文（2008）。**97 學年第二學期單元進度計畫表明道中學設計群。**2010 年 8

月 18 日，取自 http://www.mingdao.edu.tw/artdraft/p8/p8_1/97_2/2-

9. pdf