

國立政治大學校務發展研究計畫  
九十九學年第 2 學期成果報告

在 Google Earth 平台上建立政大校區建物之三  
維模型

執行期間：100 年 4 月 1 日至 101 年 3 月 31 日

執行單位：地政學系

計畫主持人：黃 灝 雄

計畫參與人員：徐明誼、林柔安

中 華 民 國 一 百 年 三 月 三 十 一 日

## 摘要

資訊科技日新月異，地圖不再受限於以往的二維紙圖，也可結合電腦視覺，以三維虛擬實境的方式呈現。如今人們只要在 Google Earth 平台上，即可看到世界各地的衛星影像或航攝影像，一般人很容易就能接觸到這些資訊；最近幾年加入在平台上觀看三維建物的功能，也只要利用 Google SketchUp 軟體，或其它方式，建立地表上真實建物的三維模型，上傳通過審核後，就可以在 Google Earth 平台上展示三維建築物。

然而政大校區內的建築物，在 Google 3D 模型庫中，並沒有相關的模型，更無法在 Google Earth 上展示。因此，本計畫利用 Google 開發的 SketchUp 軟體建模，即可於 Google Earth 平台上展示，讓全球各地的使用者，透過使用 Google Earth，從電腦前就能觀看政大的建築物，藉此亦可提升政治大學的國際化形象。

**關鍵字：**Google Earth、Google SketchUp、建模

## **Abstract**

Due to the advancement of technology, three dimensional maps can be represented in virtual reality method by computer vision. Users can browse various images in Google Earth. Three dimensional model of structures can be built by Google SketchUP. If Google accept ones model, it will be placed on Google Earth. Then, users will be able to see them on Google Earth.

However, except for the model of the office of tennis court, there are no other models in National Chengchi University (NCCU) on Google Earth. Therefore, this research built models of NCCU by Google SketchUP, and uploaded them to Google Earth. Supposing that Google accepts them, then users can see the scenery on Google Earth. Through this research, the internationalization image of NCCU can be promoted.

**Keywords : Google Earth, Google SketchUp, modeling**

## 一、前言

Google 在 2005 年 6 月推出免費版的 Google Earth 之後，原本不太容易接觸到的空間資訊，瞬間即時地透過該平台，擴展到全世界，使用者可以從中瀏覽衛星及航攝影像，且可自由觀看許多景點及觀光名勝，不再受到時間及空間上的限制，滿足使用者穿梭時空的夢想。

隨著軟體日益更新，Google Earth 在使用者端，除了查詢以外，加入客製功能，讓使用者可自行利用 Google SketchUp 等軟體，建立地表真實建物的三維模型，再行上傳，若通過 Google 的審核，即可將該建物之三維模型，展示在 Google Earth 平台上，並經由網際網路，發佈至全世界。

民國一百年三月底前，政治大學之山下校區，尚未有任何建物模型出現於 Google Earth 平台上，如圖一所示；僅有環山道的網球場管理室，利用地政學系電腦繪圖課程實習之助，初步完成實驗性之三維建物模型，如圖二所示。反觀台灣地區幾所具指標性的大學，如：臺灣大學(如圖三所示)、交通大學(如圖四所示)、成功大學(如圖五所示)等，均已有若干建物模型，可呈現於 Google Earth 平台上，展示校園內多棟建物及特殊景觀，譬如台大的椰林大道及成大的大榕樹等。

因此，本計畫初始期望建立現行政大校區內，具指標性的建物三維模型，並將其上傳至 Google，而能發佈至全球，藉此提升政治大學的國際化形象。



圖一、政大校區民國一百年三月於 Google Earth 平台上透視圖



(a)



(b)



(c)



(d)

圖二、政大環山道網球場管理員室





圖三、國立臺灣大學校區 Google Earth 平台上之三維建物模型



圖四、國立交通大學校區 Google Earth 平台上之三維建物模型



圖五、國立成功大學校區 Google Earth 平台上之三維建物模型

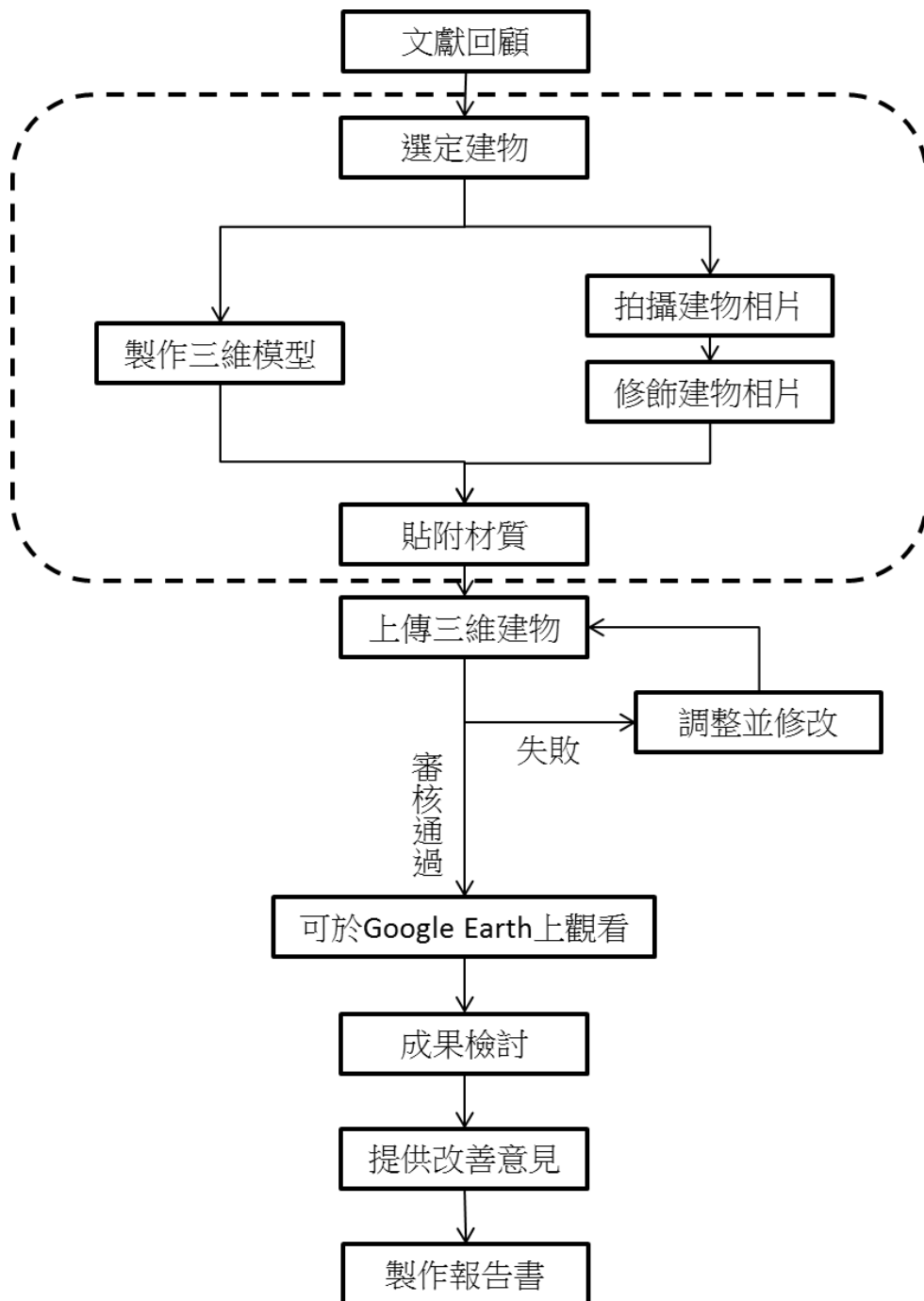
## 二、背景

現今，已不必親自搭飛機才可欣賞國外的風景，只要開啟電腦中的 Google 地球即可立即閱覽，特別是自 3D 建築物圖層的出現後，3D 建築物甚至社區，如日本的六本木之丘等，可立即以 3D 的形式，提供全球各地的人們欣賞。

本研究利用 Google 公司為設計專業人員所設計的 3D 建模軟體，也就是 Google SketchUp，此軟體比起市面較常見的電腦繪圖軟體如 AutoCAD、Microstation、3D MAX 等，更加容易上手，且可將完成的建物模型快速匯出，並上傳至 Google 3D 模型庫中，若符合要求，更可以讓全球的 Google 地球使用者觀看。

此外，為使建物不受周圍的障礙物影響其外觀，需以影像處理軟體配合內業工作，修復被遮蔽之建物像片，本研究使用 Adobe 公司的 Photoshop CS5 進行影像的修飾及復原。

本研究之流程如圖六所示。



圖六、研究流程圖

計畫初期首先熟悉整體的建模流程，詳細閱讀文獻，並瞭解 Google 收錄之標準，選定並分配優先建模之建物；為盡快熟悉作業流程，從模型複雜度較低、山下校區的建物優先著手，因坡度易造成建物的歪斜。次選定光線充足時拍攝建物外圍，並配合影像處理軟體修圖，修圖的複雜度因拍攝的場地、角度及障礙物而異。建置建物模型時，以地政系測量總實習之成果，即測量建物之數據為依據，匯入至 SketchUp 中，建立三維模型，再貼附修圖後之像片，而後上傳至 Google 3D 模型庫中。



計畫中期上傳已建好之建物，同時持續另一批建物之三維建模，若 Google Earth 回復審核失敗，則檢討失敗原因，再重點修正，並再次上傳。

計畫後期分析整個計畫已完成之成果，提出改善方式，並撰寫成果報告，最終目的在藉由研究成果，完整重現政大校區於 Google Earth 中。

### 三、作業方法

#### 3.1 選定建物

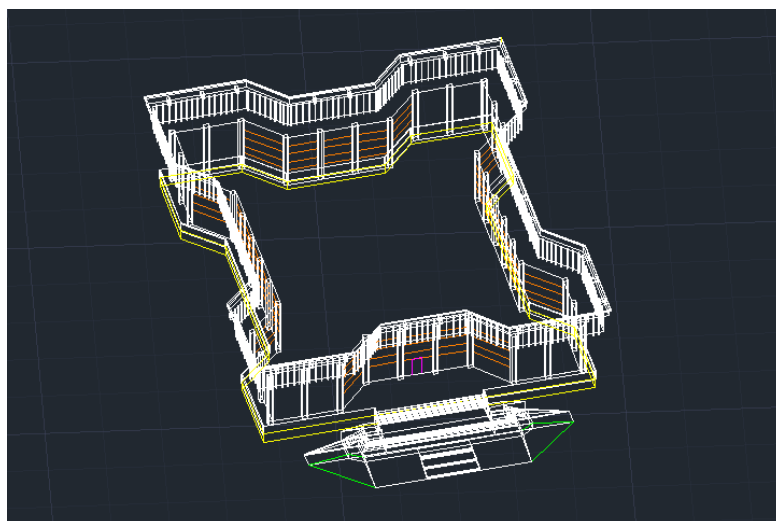
選擇政大山下校區，具有代表性的建築物，建立三維模型；所以選擇山下平坦校區，目的在減少地形坡度造成建築物的歪斜。

#### 3.2 建立模型

選定建模的建築物後，使用電腦繪圖軟體及影像處理軟體，如下流程所述，建立三維模型。

##### 3.2.1 建立三維模型

使用地政系測量總實習課程，實地測量製成之 AutoCAD 建物模型，如圖七所示；這些模型成果的平面及高程精度均可達次公分 (0.1 cm) 等級，已超過 Google 公司以 cm 為等級的精度要求。測得模型外觀的尺寸，利用 Google 的 3D 建模工具 Google SketchUp Pro，建立出建物的簡易模型。並且利用軟體中的新增位置，選定該建物的所在，放置於適當的地點，如圖八所示。



圖七、中正圖書館的建物之 AutoCAD 模型



圖八、中正圖書館的 SketchUp 模型

### 3.2.2 蒐集建物外觀材質

#### 3.2.2.1 攝影

為貼附照片紋理於建物的模型外觀表面，需要現場拍攝每棟建物之四周，圖九所示為拍攝中正圖書館各面相片；次將照片貼附於建物模型上，拍攝照片時應注意的事項如下所述。

- (1) 選定拍攝的時間盡可能避開日照強烈的時間及雨天，如此拍攝的照片容易失真。
- (2) 在進行現場拍攝前，事先擬定好拍攝路線，避免有所遺漏，造成反覆來回，消耗過多人力及時間。
- (3) 盡可能以平行建物的角度拍攝正面的圖像，以減少內業所需的工作量。
- (4) 建築物若樓層過高，可進入附近建物的高樓層進行拍攝，內業時再修飾與合成。
- (5) 建物的角落如階梯較容易被忽略，應事先注意。
- (6) 應拍攝建物整體照，以利修圖之根據。



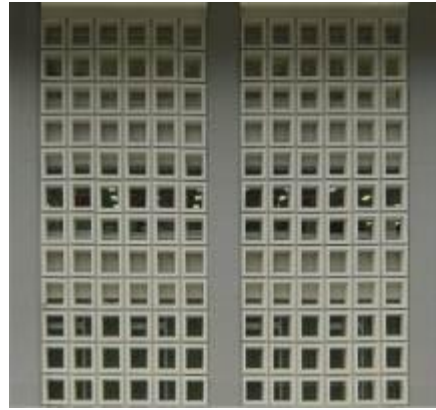
圖九、中正圖書館的建物相片

#### 3.2.2.2 修飾相片

修飾像片主要有三個原因，第一，建物四周難免許多障礙物，如植被、人群等，無法拍攝到完全的建物表面，因此需要內業，排除建物周邊的障礙物，並且適當修飾。第二，當無法利用拍攝完整納入建物，並且不令建物歪斜時，亦須利用內業方式達成。最後，當兩張鄰近的像片因光線的原因，造成建物表面的顏色差異，需利用內業修正。本研究內業編輯使用影像處理軟體為 Photoshop 與 PhotoImpact。



圖十、像片中的建物被植物遮住



圖十一、移除植物後之建物



圖十二、歪斜建物的像片



圖十三、歪斜修飾後的像片



圖十四、不同光線相對應的建物相片



### 3.2.3 貼附材質

上述修飾過後的像片，貼附於 Google SketchUp 中的建物模型上，完成建物模型。



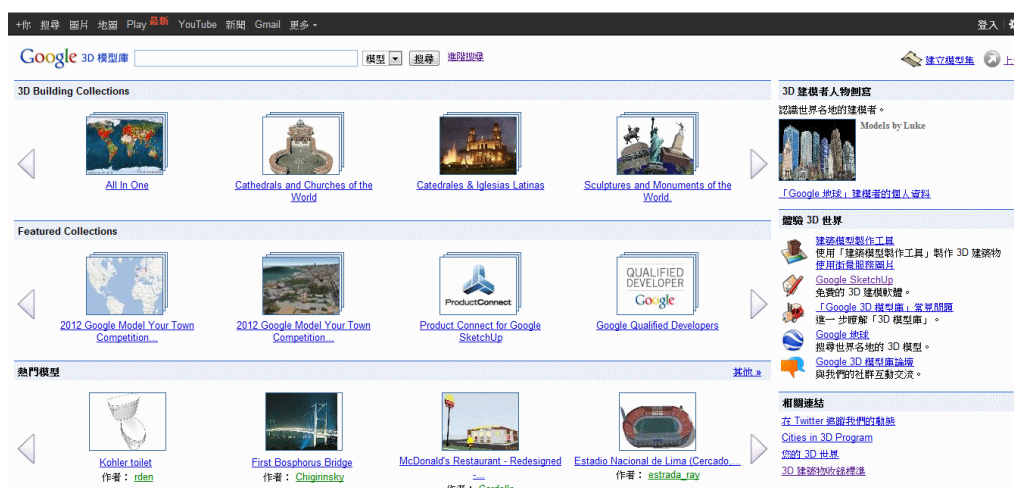
圖十五、貼附材質的中正圖書館

### 3.2.4 上傳三維建物模型

上傳完成的建物模型至 Google 3D 模型庫中，同時填寫此建物的名稱及相關介紹，從此經由網際網路，即可於 Google 3D 模型庫搜尋到這棟建物；圖十六為建物模型上傳至 Google3D 模型庫之示意，圖十七為 Google 3D 模型庫之介面示意圖，圖十八為中正圖書館收錄於 Google 3D 模型庫中的示意圖。



圖十六、建物模型上傳至 Google3D 模型庫示意



圖十七、Google 3D 模型庫介面

### 中正圖書館(National Chengchi University Libraries)



本校於民國43年在臺復校時，暨無圖書設備，亦無圖書館。民國44年春季設圖書室於理學院志希樓現址，隸屬於教務處。民國48年10月31日才獨立設置圖書館，以何日章先生為首任館長，專責其成，並成立圖書館委員會，以協助館務之推進。為加強社會科學之研究及資料之蒐集，於民國50年10月另獨立設置社會科學資料中心（以下簡稱社資中心）與圖書館並列，同隸屬於校長。本館歷經超過半個世紀的發展，已經建立起相當豐富多元的圖書資源。民國95年10月號遠見雜誌分別從師資人才、經費薪資、研究實力、學生素質及國際化5個面向，進行兩岸三地65所大學競爭力調查，其中本校以「學生平均擁有圖書數 106.95 冊」成為臺灣唯一進入此項指標前20名之大學，本校向以人文社會科學研究及教學為主要學科領域，而文獻、圖書、資訊乃是學術研究的活水之源。本館將持續擴增實體及電子資源館藏，加強資訊可及性，提升校園研究便利性，以配合各項課程之推展；同時經由各種資訊素養推廣活動之設計，強化師生蒐集資訊、整理資訊之能力，以提升研究能力及儲備終身學習之能量，培養全人型的現代化公民。

### 使用 Google SketchUp 製作完成

這個模型是使用 Google 的 3D 建模工具 SketchUp 製作的。[瞭解詳情 >](#)

### 包含此模型的集合



### 相關項目

永安 建造的其他模型：



您可能喜歡的其他模型：



### 模型複雜度 這是什麼？



### 標籤

政治大學, 圖書館, 總圖, 中正圖書館, 政大圖書館, 政大

圖十八、收錄於 Google 3D 模型庫中的中正圖書館

## 3.3 Google Earth 之收錄標準

上傳至 Google 3D 模型庫的模型可直接於網站上觀看，但若要在

Google Earth 上觀看，必須通過 Google 的 3D 模型庫小組審核通過後，才可收錄於 Google Earth 上。通過審核的條件有如下各小節所述。

### 3.3.1 屬於永久存在的真實建築

建物模型必須是存在於真實世界中，且具永久性，不可以是車輛等具移動性之物件；如圖十九即為不存在之物件。



圖十九、不存在於真實世界之物件

### 3.3.2 品質優於所有其他版本

若有多人上傳相同建物時，會選擇其中品質最好、照片紋理最清晰的建物模型。若建物品質相近，則選擇較早上傳的模型。

### 3.3.3 採用相片做為紋理貼圖

模型必須採用實際建築結構的相片做為填色圖樣，才會收錄，不可使用 Google SketchUp 中已有之現成材料。另外，像片紋理的像素也不可過大，以便處理。

### 3.3.4 與「Google 地球」中的圖像正確對齊

建築物必須準確擺放至 Google 衛星影像上顯示之建物位置，如圖二十所示；若衛星影像更新後有所變動，會將之退回。





圖二十、未擺放至正確位置示意

### 3.3.5 僅包含一個獨立建築結構

單一模型中，不可有多個建物聚集，一個模型只能有一棟建物。同一社區的連棟建築物也需分割成多個模型上傳，如四維堂與風零樓不可同時上傳。

### 3.3.6 不得懸在半空中或陷入地面下

模型必須完好的貼附於地表面上，允許有些許陷入地面中，但不可過大，圖二十一為未貼附於地表面之建物示意。



圖二十一、未貼附於地表面上的建物

### 3.3.7 所含建構地形必須適量

若建物因地表坡度，無法完整貼附於表面上時，可使用適量的建構地形放置建物，但不可過多。

### 3.3.8 未附加周遭物件

建物周遭之物件，如樹木、路標等，需另外上傳，不可附加於建物模型周遭，圖二十二中，樹木等附加物件模型周遭，無法通過審查。



圖二十二、樹木、建物等同時放置於同一個模型中

### 3.3.9 高度和比例正確無誤

若模型建物過高或是過低，將無法收錄。大小比例若不符合衛星影像上的建物，也不收錄，圖二十三為建物過高示意圖。



圖二十三、建物過高示意

### 3.3.10 無多面向衝突問題

建物表面所貼附的像片紋理若有重疊，會造成兩張相片的衝突，以致建物表面模糊不清，造成視覺干擾。

### 3.3.11 不含廣告或垃圾資訊

建物表面上不可包含廣告等內容，圖二十四為錯誤示範例。



圖二十四、模型上有廣告內容示意

#### 3.3.12 完整無缺

建物表面上若有缺口、缺面等情況不予收錄，如圖二十五所示。



圖二十五、模型上有缺面

#### 3.3.13 結構精簡

模型不可過於複雜，像片紋理的像素也不可過大，檔案過大，無法順利運行於 Google Earth 中，因此不能收錄。Google 3D 模型庫設有 10MB 的檔案上載大小上限。

### 3.4 Google Earth 檢核過程

在上傳至 Google 3D 模型庫成功後，模型將放置於 3D 模型庫中，並於 3D 模型庫的網頁中，顯示狀態為等候檢閱如圖二十六所示；若上傳失敗，狀態則如圖二十七，並會寄信通知如圖二十八，檢閱期並不固定，從 3 天至兩個星期都有可能。審核若成功，也就是使建物收錄至 Google 地球中，狀態則會顯示已加入「3D 建築物」圖層，並且寄信通知如圖二十九、三十。審核失敗則會寄信簡略說明未通過之原因如圖三十一，此為中正圖書館審核失敗的信件，其中說明失敗原因為有缺陷的像片紋理。

### 3D 建築物評論



#### 狀態 - 等候檢閱

您的模型已納入「3D 建築物」圖層的審核程序中。如果審核通過，我們就會將您的建築物新增到 Google 地球的 [3D 建築物](#) 圖層中。審核模型時，我們會依據下列 [標準](#) 來協助程序進行，確保通過審核的提交內容標準一致。使用者在建立模型時，可參考這些實用的收錄標準。

審核完畢後，我們會在這裡公佈最新結果。

在此預祝您的作品通過審核！

3D 模型庫小組敬上

## 圖二十六、等候檢閱之狀態

### 3D 建築物評論



#### 您所提交的模型在處理程序中發生問題

很抱歉，我們嘗試將這個模型收錄至 Google 地球的「3D 建築物」圖層時發生問題：

違反安全政策。您所提交的模型違反安全政策或包含侵權的圖片。建議您安裝 Google SketchUp (如果已安裝則需將目前的安裝檔案完全移除，然後重新安裝)，再次上傳模型。

如果您想提交修正後的模型，我們十分樂意再次受理您的要求。感謝您對全球地理建模工作的貢獻，我們期待能夠很快看到您的其他作品。

Google 3D 模型庫小組敬上

## 圖二十七、上傳失敗之狀態

We're having a problem with the model you submitted

收件匣 X



Google 3D Warehouse 3dwarehouse-noreply@google.com

3月9日



寄給我

About your model: [中正圖書館\(National Chengchi University Libraries\)](#)

Unfortunately, we're experiencing technical difficulties while trying to process the model you submitted for inclusion on Google Earth's 3D Buildings layer. We apologize for the delay; please know that we're constantly working to improve our system so that more models can be included. We'll keep trying.

You can check on your model's progress in a few weeks to see if we've corrected the issue. In the meantime, please take a look at [Fixing a model that failed processing](#) for a list of reasons your model might be stuck.

Thanks very much for your excellent contribution to the worldwide geo-modeling effort. Please keep up the good work, and we look forward to seeing more of your models soon.

Cheers,

The Google 3D Warehouse Team

This message was sent from the 3D Buildings Review Team through [Google 3D Warehouse](#). To stop receiving these email notifications, click the "Edit my preferences" link on your [My Models](#) page.

## 圖二十八、上傳失敗之信件

### 3D 建築物評論

#### 狀態 - 已加入「3D 建築物」圖層

恭喜！您的模型通過審核，已收錄至「3D 建築物」圖層。您的模型會在 Google 地球的 [3D 建築物](#) 圖層中公開展示。如要進一步瞭解「3D 建築物」圖層和 Google 地球，請[瀏覽常見問題](#)。

期待不久後能查看更多您提交的作品。

3D 模型庫小組敬上



## 圖二十九、成功收錄之狀態

Congratulations - your model is live in Google Earth!

收件匣 X



Google 3D Warehouse 3dwarehouse-noreply@google.com

3月29日 (6 天以前)



寄給我

About your model: [中正圖書館\(National Chengchi University Libraries\)](#)

We're happy to tell you that your model has been accepted. It's now visible to millions of people in Google Earth's 3D Buildings layer. For more information, please take a look at our [FAQs](#).

One more thing: The [3D Modeling for Google Earth and Maps discussion group](#) is a great source of support for active geo-modelers like you. You'll find others who can provide advice that will make your models the best that they can be.

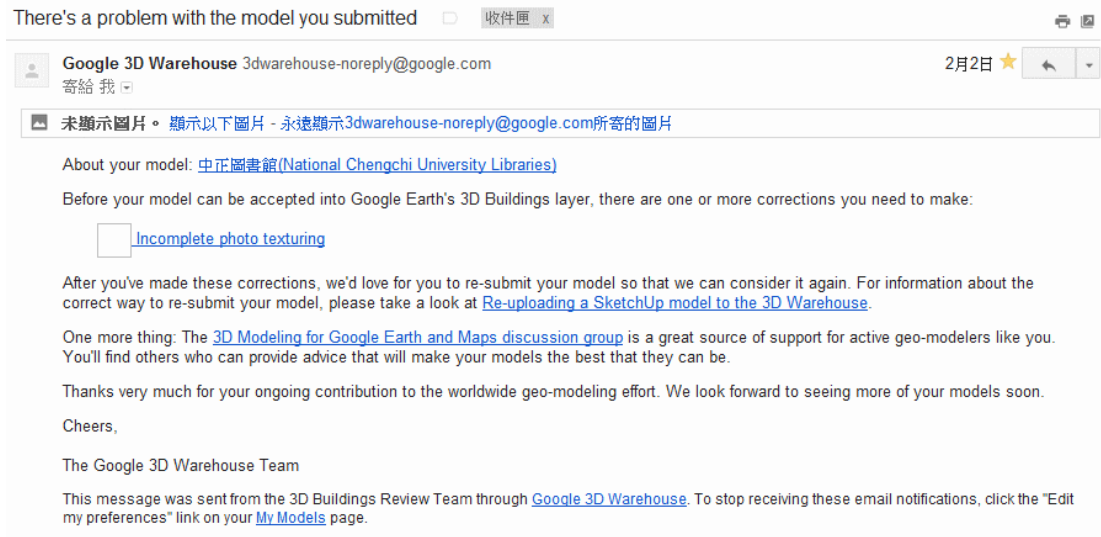
Thanks very much for your excellent contribution to the worldwide geo-modeling effort. Please keep up the good work, and we look forward to seeing more of your models soon.

Cheers,

The Google 3D Warehouse Team

This message was sent from the 3D Buildings Review Team through [Google 3D Warehouse](#). To stop receiving these email notifications, click the "Edit my preferences" link on your [My Models](#) page.

## 圖三十、成功收錄之信件



圖三十一、收錄失敗之信件(未採用像片作紋理)



#### 四、成果

目前在 Google Earth 上展示的建築物共有 13 棟，如圖三十二中紅字標註之建物；待審核或是重新審核的共有兩棟，如同圖中黑字標註之建物。



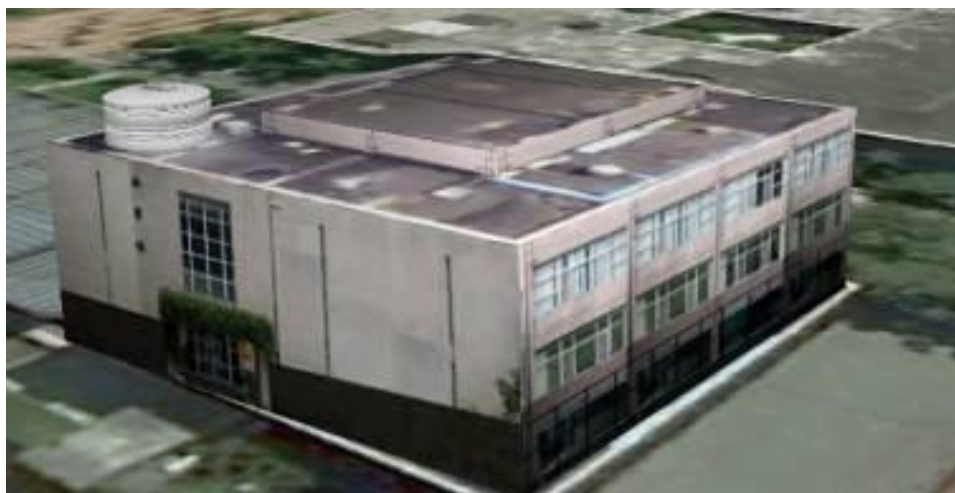
圖三十二、 政大校區 3D 模型鳥瞰圖(紅色為審核通過、黑色為審核中)

審核通過並可於 Google Earth 上瀏覽三維模型之建物為：1.風零樓、2.行政大樓、3.憩賢樓、4.社資中心、5.新聞館、6.大仁樓、7.大智樓、8.研究大樓、9.樂活館、10.果夫樓、11.志希樓、12.逸仙樓、13.中正圖書館，依序如圖三十三至圖四十五所示。審核中之建物為：1.四維堂、2.商學院，依序如圖四十六至圖四十七所示。

#### 4.1 風雫樓

上傳日期： 2011 年 6 月 15 日

通過日期： 2011 年 6 月 23 日



圖三十三、風雫樓模型



#### 4.2 行政大樓

上傳日期： 2011 年 6 月 12 日

通過日期： 2011 年 6 月 25 日



圖三十四、行政大樓模型

#### 4.3 憩賢樓

上傳日期： 2011 年 7 月 1 日

通過日期： 2011 年 7 月 21 日



圖三十五、憩賢樓模型

#### 4.4 社資中心

上傳日期： 2011 年 8 月 15 日

通過日期： 2011 年 8 月 18 日



圖三十六、社資中心模型

#### 4.5 新聞館

上傳日期： 2011 年 8 月 22 日

通過日期： 2011 年 9 月 24 日



圖三十七、新聞館模型



#### 4.6 大仁樓

上傳日期： 2011 年 12 月 5 日

通過日期： 2011 年 12 月 15 日



圖三十八、大仁樓模型

#### 4.7 大智樓

上傳日期： 2011 年 8 月 16 日

通過日期： 2011 年 8 月 25 日



圖三十九、大智樓模型

#### 4.8 研究大樓

上傳日期： 2011 年 8 月 4 日

通過日期： 2011 年 8 月 16 日



圖四十、研究大樓模型



#### 4.9 樂活館

上傳日期： 2011 年 12 月 13 日

通過日期： 2012 年 1 月 5 日



圖四十一、樂活館模型

#### 4.10 果夫樓

上傳日期： 2011 年 12 月 26 日

通過日期： 2012 年 1 月 14 日

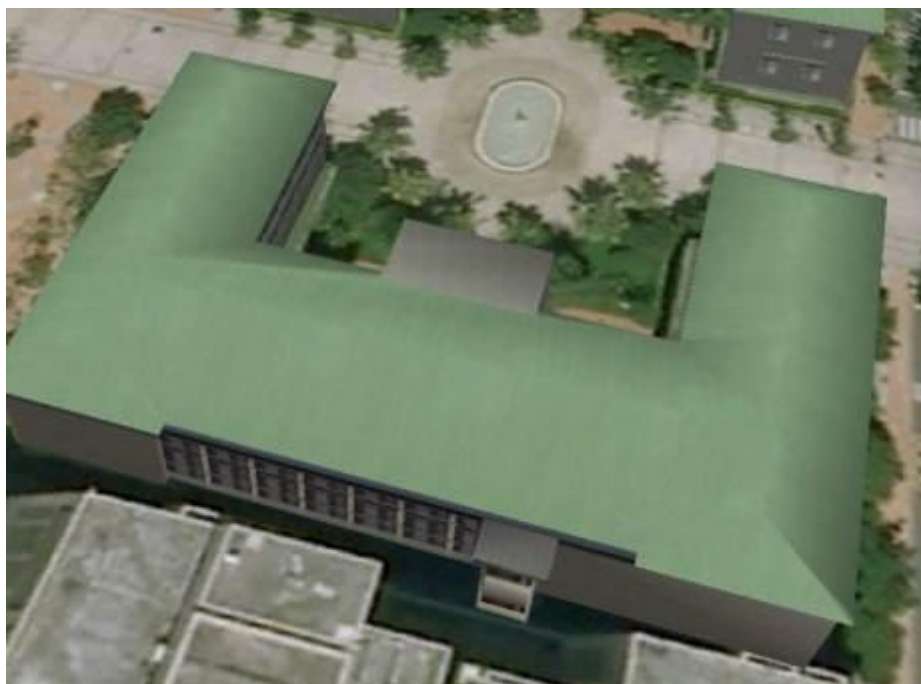


圖四十二、果夫樓模型

#### 4.11 志希樓

上傳日期： 2012 年 1 月 1 日

通過日期： 2012 年 1 月 13 日



圖四十三、志希樓模型

#### 4.12 逸仙樓

上傳日期： 2012 年 3 月 15 日

通過日期： 2012 年 3 月 22 日

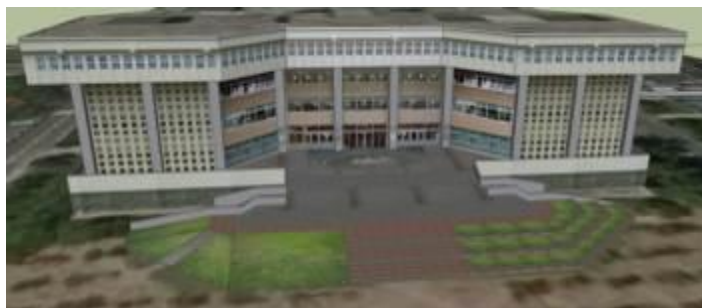


圖四十四、逸仙樓模型

#### 4.13 中正圖書館

上傳日期： 2012 年 2 月 21 日

通過日期： 2012 年 3 月 29 日







圖四十五、中正圖書館模型

由於每棟模型檔案太大，部分以截圖的方式呈現，以上共 11 棟均可在 Google Earth 上呈現。

#### 4.14 四維堂



圖四十六、四維堂模型（審核中）



#### 4.15 商學院



圖四十七、商學院模型（審核中）

## 五、結論與建議

1. 目前山下校區的建物大部分皆可以在 Google Earth 平台上瀏覽，可看到的模型相較於其他大專院校已多出許多。
2. 學校部分建築物周遭都有種植樹木，在拍攝影像時，樹木勢必會拍攝進去。因此必須影像處理，隨著被遮蔽的情形越嚴重或是越不規則，會造成處理的複雜度增加，所耗費的時間就會越長。以本計畫完成的建物為例，像是果夫樓、志希樓、大仁樓和大智樓等，附近草木茂密，無法單用一張影像涵蓋建築物的一面，必須拍攝多張影像，再用電腦影像處理，若是還有問題，仍必須進行補拍以及再處理。
3. 校區內，建築物高矮不一，從只有兩層樓的果夫樓到十六層的綜合院館，無法對完全對每棟建築物進行垂直攝影，大多都是傾斜攝影，必須多影像進行扭曲以及拉直，隨著傾斜的角度越大，越高樓層的影像變形就會越多，需要的處理也會增加。
4. 建築物的長寬以及高程資料，是以測量總實習測得的數據，在精度上已經經過檢驗（誤差不會超過 10 cm），只要取其單位到 0.01m 或是 0.1m 左右即可，不過建築物結構上較細緻的區域，實習時並不會測量到，因此在許多地方都會局部簡化，像是部分突起處，都將其平滑化，與周圍視為同一面。
5. 由於 Google 3D 模型上傳的檔案具有容量大小的限制，因此經過處理過後的影像，仍需要壓縮或是降低其解析度，減少影像的大小，才能上傳到 Google 3D 模型庫。
6. Google 的審核有越來越嚴格的趨勢，在啟動地形功能時，可能會讓模型陷入地表中或是浮在半空中，原本可容忍的範圍較大，但是從今年開始，範圍變小許多，可能是原本審核通過的模型，改判為不通過（譬如：四維堂）。
7. 在貼附建物模型的材質時，盡量使用垂直牆面攝影的影像，供材質貼附之使用為較佳。
8. 由於學校大部分建物在拍攝影像時，都會有遮蔽的情況發生，所以在拍攝影像時，最好多拍攝一些，以供影像處理時多一點選擇。
9. 上傳到 Google 3D 模型庫有容量上限(25MB)，一張拍攝到的影像可能就達 4MB，因此盡可能的將影像壓縮。
10. 將模型加入地理位置時，一定要開啟地形功能，以免因為地形導致模型浮空或是下沉，而未通過審核。
11. 當需要引用影像變形、伸縮或是放大等功能時，可先利用影像處理軟體調整，若是在貼上材質，仍有需要調整時，可以利用 Google SketchUp 中的材質位置微調。

## 六、參考文獻

- 1.陳坤松、Google SketchUp 8 設計大師從入門到精通
2. Google 地球的擬真成像 3D 建築物圖層收錄標準  
(<http://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=zh-Hant&answer=1267260>)