

客家委員會補助大專校院發展客家學術機構計畫

成果報告書

分項計畫 B：科技與族群文化：傳播科技與客家族群之互動

子計畫一：3D 雷射掃描應用與客家文化虛擬博物館建置計畫

執行單位：國立交通大學

計畫主持人：郭良文

聯絡人：張宏宇

聯絡電話：03-5712121 #58720

傳 真：03-5509658

E-MAIL：dannyncu@gmail.com

日 期：102 年 10 月 20 日

壹、前言：

數位典藏與典藏資料之加值運用，一直是國家發展政策的重要項目，其目的在於有效的提升知識的累積、傳承與運用，並建立知識經濟的基礎。本計畫的目的即在於運用先進的 3D 實景掃描技術建置一個能夠呈現客家建築風貌、客家研究成果及客家文化作品之「客家文化虛擬博物館」。透過虛擬博物館的導覽功能，讓參訪者能夠搜尋、觀賞與體驗客家建築的特色及各種客家文化研究成果與作品，達到對客家文物典藏、運用與分享的目的。此計畫之成果可與客委會「客家傳統建築數位典藏計畫」結合，並對已完成典藏的客家建築雲點資料提出加值運用的方式。

貳、執行情形：

一、計畫之執行概況：

本計劃的執行分三個階段，三年期執行，執行方式如下：

第一階段為對國立交通大學客家文化學院土樓式建築進行實景雷射掃描，蒐集相關建築空間之雲點資料，並運用此雲點資料建立建築物之 3D 模型，做為虛擬博物館的空間基礎。(第一年計劃)。

第二階段為虛擬博物館導覽系統建置 (第二年計劃)。此階段的目標在於運用完成的客家文化學院土樓建築 3D 建模，加入導覽系統，讓參訪者能夠透過導覽功能體驗圓形土樓建築的特色，並對模型內的各空間做展示規劃，做為第三階段計畫陳列展示各種研究成果與作品的基礎。

第三階段為博物館展示內容的建置與呈現 (第三年計畫)。本階段的執行目標在於蒐集虛擬博物館中將展示各種研究成果、作品與資料，並設計規劃各種資料的展示空間與呈現方式，達到對客家文物的最佳典藏、展示與分享的目的。

本年度所提出之執行工作為整體計劃的第一階段；運用 3D 實景雷射掃描技術建置國立交通大學客家文化學院圓形土樓建築的實體雲點資料，及運用雲點資料建置建築的 3D 模型。計畫執行已完成建築掃描資料蒐集(如圖一與圖二)及建立 3D 建築模型(如圖三與圖四)，合於計畫進度與目標要求。

二、預算支用情形：

本計畫核定經費為 28 萬元，(包括人事費 172,000 元、業務費 41,000 元、材料費 25,000 元、管理費 28,000 元、雜支 14,000 元)，已動支 279,900 元，結餘

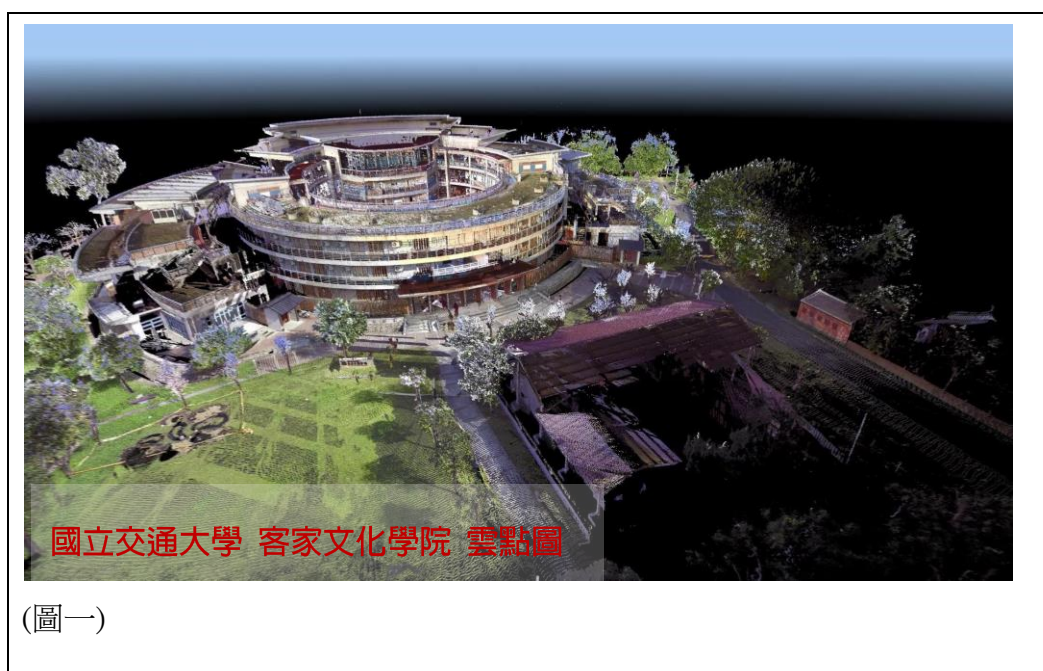
100 元(詳細內容請參考支出明細表)。

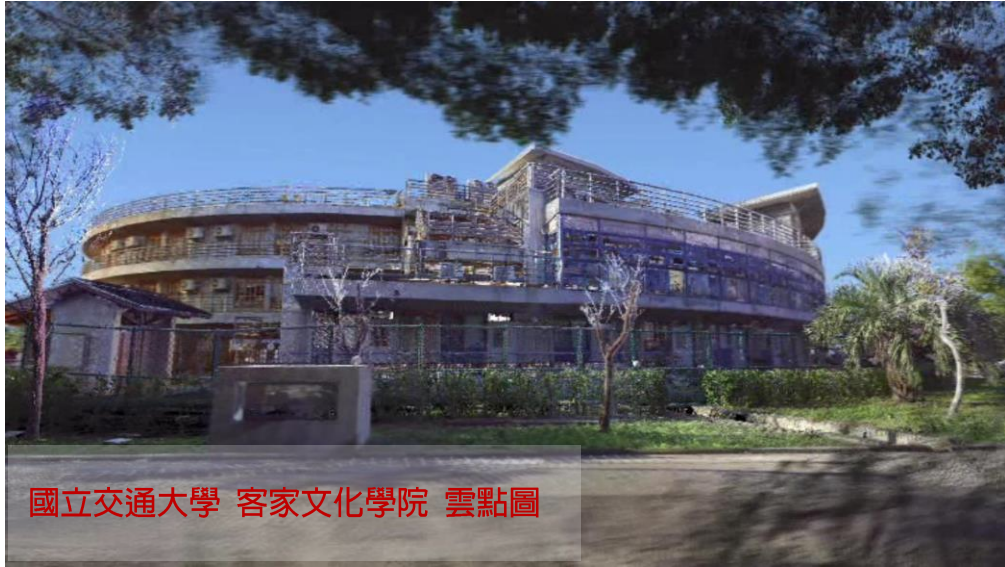
參、檢討與建議：

一、成果效益：

本年度計畫執行的成果與效益如下說明

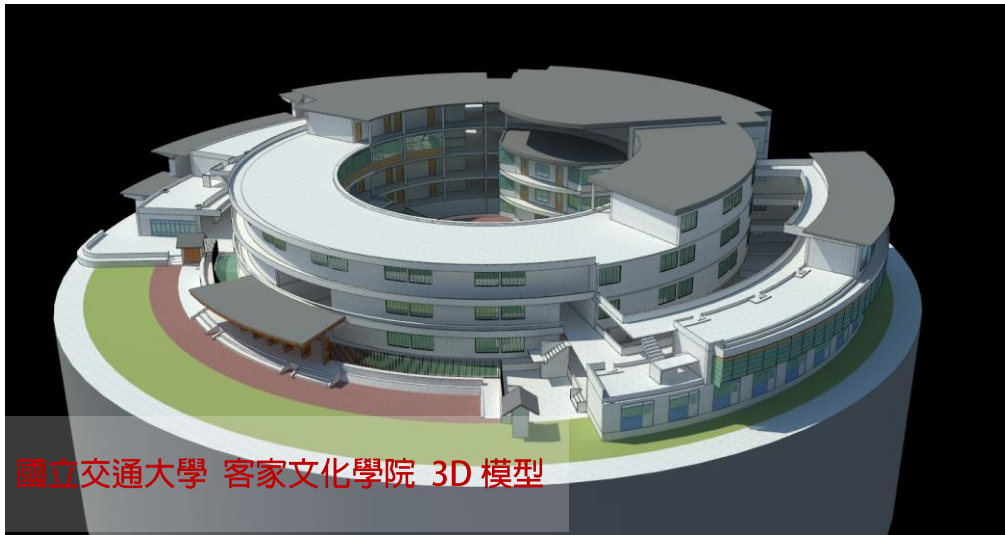
- (1) 建置完成國立交通大學客家文化學院土樓式建築之雲點資料，此資料可提供客委會做為客家建築影像數位典藏計畫中，對當代台灣客家風格建築之數位典藏資料，此資料透過動畫影片呈現後更可增加客家學院宣傳上的利益。
- (2) 本研究所建置之土樓式建築 3D 模型，除可當成後續建置虛擬博物館的虛擬空間外，也提供客委會對於「客家傳統建築影像數位典藏計畫」中所典藏的雲點資料後續增值運用方式的參考。
- (3) 本計畫的執行，訓練與累積了對客家建築數位掃描資料建置的人員與知識，對於往後相關客家建築空間、客家生活空間的數位典藏資料建置有很大的助益。本計畫的執行模式，可提供各地方客家文化中心或客家相關機構做為呈現客家建築空間與文物的參考。
- (4) 透過虛擬博物館宣導相關客家的研究成果及作品，可達到對客家知識的傳承與客家精神的宣揚。





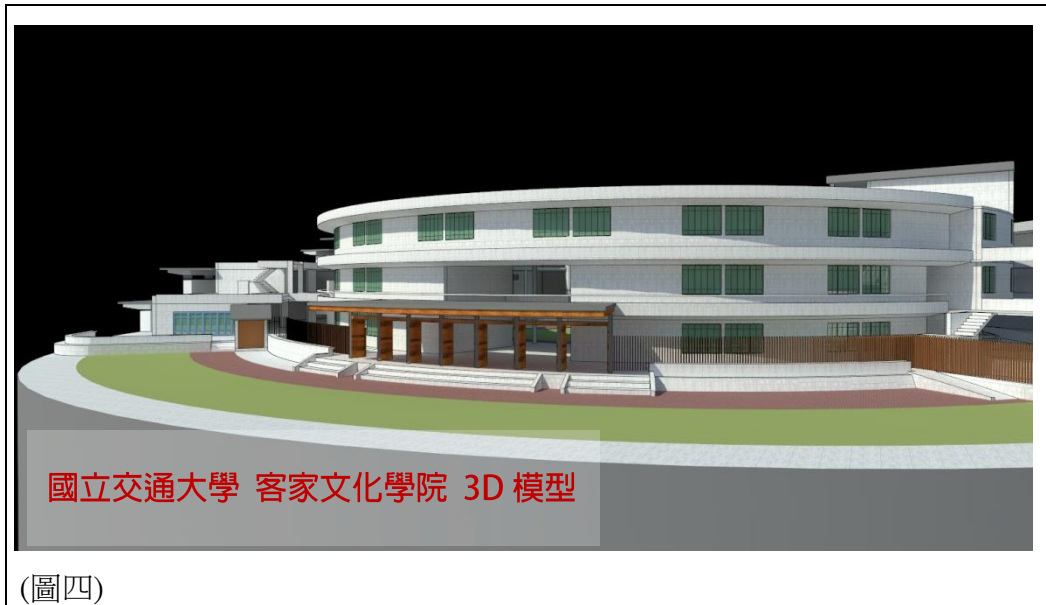
國立交通大學 客家文化學院 雲點圖

(圖二)



國立交通大學 客家文化學院 3D 模型

(圖三)



二、與原訂計畫之落差及原因分析：

本計畫執行結果與原訂目標並無太大落差，唯在雲點資料轉換成 3D 模型時，考量後續建置導覽系統時網路資料流量的限制，必須大量簡化雲點資料。因此於建 3D 模型時對於雲點掃描時所呈現較為細節的部分，在不影響整體觀感的情況下皆被省略，所以 3D 模型看起來比較簡潔，沒有雲點資料的複雜，但也少了細節的呈現。

三、建議事項：

- (1) 計畫提案的執行期程與最後審核通過的期程往往有幾個月的差距，若計畫原本提案從一月開始，十一月結束。通過許可時往往已到三、四月，不但造成計畫執行與規劃不同，也造成經費上的縮減，若此為無法避免的行政流程，則應有相關的配合的規範，才不致於造成研究執行與經費使用上的問題和困難。
- (2) 計畫核定於 11 月份結束，但期末報告卻需於十月份繳交，讓計畫執行的期間又更加縮短，且 11 份的經費尚未執行的情況下，需於結案報告中報告「預算支用情形」，不知該使用情形是否該包含最後一個月的「預期」執行情況。雖然此情況是常態，但此常態更需要有合適的解決方式。

四、結論：

數位典藏的目的，在於能夠將典藏的資料加以運用，進而提升知識的累積與新知識的產生。本計畫從典藏做起，再將典藏的資料加以轉化為可提供更多運用層面的資料，最後再將轉化後所得資料以虛擬博物館的方式結合其他數位知識，透過網路達到分享與傳承的目的。本計畫不但合於數位典藏的完整模式，更可達到數位典藏的目的。

數位典藏中對於建築、重要地形、街景等資訊的典藏有其執行上和規範上的難度，因此此方面的典藏也較少。但透過 3D 雷射掃描的技術卻能真實的記錄相關的資訊，以客委會「客家傳統建築影像數位典藏計畫」為例，即是以 3D 雷射掃描所獲得的雲點資料為典藏的資料，並透過照片或動畫的方式來呈現分享。但是雲點資料使用的方式卻很有限，因為資料龐大，必須在特殊軟體中使用，所以除了以照片或動畫方式來呈現外很難直接使用。但雲點資料所記錄的實體資訊確是很重要的資料，因此最佳運用的方式就是轉化成實體的 3D 模型。3D 模型的運用就非常的廣泛，不但可以用在影視上，甚至可以透過 3D 列印的方式列印出立體的模型。本計畫則將模型運用在建立虛擬博物館的空間上，對雲點資料提出一種增值運用的方式。

肆、研究成果論文全文

摘要

本研究的目的是在於運用新的科技技術對數位空間資料提出蒐集、典藏、運用及分享的完整數位典藏模式。研究執行以 3D 雷射掃描技術對當代客家建築空間資料進行蒐集，並以增值運用的概念將所獲得的空間資料建置為客家文化虛擬博物館，透過虛擬博物館的導覽功能，讓參訪者能夠搜尋、觀賞與體驗客家建築的風格及各種客家文化研究成果與作品，達到對客家文物知識的累積、傳承與運用的目的。

本研究以國立交通大學客家文化學院土樓式建築做為數位空間資料蒐集的標的，交大客家文化學院是運用傳統客家土樓建築特色所興建的當代客家建築，具有客家建築上傳統與現代融合的指標性意義，因此掃描資料將可提供客家建築在傳統與現代的比較外，更可探討傳統客家建築元素如何運用於具有客家精神與特色的現代建築中的研究。研究執行除以 3D 雷射技術搜集建築空間資料外，並

運用此資料建置建築的 3D 模型，後續的研究更將運用完成之 3D 模型結合導覽系統，可深入建築內部，讓參訪者對客家建築特色有更深入的了解，最後研究的目標在於將相關客家文化學院的各項研究成果與作品融入空間導覽系統中，完成客家文化虛擬博物館的建置，達到對客家文化知識的累積、傳承與分享的目標。

關鍵字: 3D 雷射掃描技術，數位虛擬博物館、數位典藏

一、研究之目的

(一)、研究背景與目的

「客家傳統建築影像數位典藏計畫」是客委會保存客家文化數位空間資料之重要計畫，此計畫針對傳統的客家傳統建築做長期與系統化的資料典藏，至今已執行多年並有豐富的典藏。但如何運用這些資料使其能發揮典藏價值，進而達到提升知識累積、傳承與創新的目標，則是典藏加值運用的重要工作。本計畫預期對客家建築空間資料在資料典藏方法上及資料加值運用上提出可行的方案。

於資料典藏的方式上，針對目前使用於「客家傳統建築影像數位典藏計畫」中的 3D 雷射掃描技術進行實務性的測試與研究，藉以了解相關技術的優缺點及改進方式。此研究不但可以將客家文化學院所購入最完整的 3D 雷射掃描設備投入實務的研究中，更可培育相關的技術人才，對於往後相關客家建築資料之建置與典藏提供更有效之技術與人力支援。

在於典藏加值運用上，本計畫提出以虛擬博物館的構想，作為空間典藏資料的加值運用方式，虛擬博物館的導覽的功能，可讓使用者深入建築空間內部，體會建築本身的特點與價值，讓空間資料的呈現更為深動與深入。此外，於虛擬空間中加入相關的資訊和作品，則更能創造知識性與傳播的效果。本計畫以客家建築為博物館的外觀，以客家學院的研究成果和作品為博物館的內容，對參訪者而言將會有深刻的客家文化體驗，對客家文化的傳承和宣揚有重大的意義，也可達到客家文物典藏與運用的目標。

二、研究之重要性與價值

本研究計畫之執行具有下列幾項價值:

(1)、本計畫可擴展目前客委會對客家傳統建築空間資料的建置，加入對當代客家

建築空間資料的蒐集典藏，計劃所採用的典藏與運用模式，將可推廣到各地的客家文化館及客家文化研究中心等單位的數位資料典藏與運用。

(2)、提升對 3D 雷射掃描技術的研究及相關人才的培育，3D 雷射掃描的技術為目前「客家傳統建築影像數位典藏計畫」所使用方式，交通大學傳科系目前已採購最完整的 3D 雷射掃描設備，透過本計畫不但可對此設備的運用作更深入的研究外，更可培育相關的使用人才，對於未來客委會相關的計劃可提供更好的技術諮詢與人才支援。

(3)、透過虛擬博物館的呈現，不但可以展出客家文化學院研究的成果，更可增加各界對客家文化學院的了解，進而吸引更多對客家文化有興趣的學子投入客家文化學院，讓學院可以培育更多優秀的客家文化研究工作者，投入對客家文化的保存、運用、與宣揚。

三、相關文獻說明

本計畫主要為實務製作之研究，文獻將以 3D 掃描技術之說明與虛擬博物館之運用為主：

(一)、3D 雷射掃描技術

雷射掃描技術是對真實環境中實體空間、物件或建築的特徵作詳盡的空間與外觀數位化紀錄的方式，主要的運作的方式是透過 3D 雷射掃描儀(3D scanner)來偵測真實世界中空間與物體的形狀尺寸（幾何構造實際長寬高厚）與外觀資料（如顏色、表面反照率等性質），並將此等資料換為數位檔案。

所獲得的資料在經過相關後製軟體的編輯之後，可於虛擬世界中建立實際物體的數位模型。經由此技術所製作的模型巨細靡遺，掃描的物體大者可到整個建築外觀、洞穴河川山林，小者也可為一般的桌椅、古文物...等，因此對於真實環境中的物體都可以透過 3D 雷射掃描來建置立體幾何模型，因此非常適合於對真實環境的紀錄保存。

整體雷射掃描設備包含硬體掃描設備與後製作的軟體，相關設備說明如下：

FARO Laser Scanner Focus 3D	
掃瞄儀器	FARO Focus3D 雷射掃瞄儀系統 一組
後製設備	Pointools Suite 點雲編輯軟體-動畫、轉檔
	Rapid Form XOR3 點雲逆向 3D 建模軟體
	高效能筆電(田野掃瞄現地預覽及展示使用)
	動畫級工作站桌機(編輯點雲、面化使用)
	大容量硬碟 RAID 架構 (處理點雲與備份資料使用)



FARO Focus3D 雷射掃瞄儀

目前客委會所執行的「客家傳統建築影像數位典藏計畫」，部分即是以此設備為主要蒐集資料的設備。但學術界對此設備的研究和運用很少，本計劃期望能善用學院所採購的設備，對此設備有更深入的研究，並能提出更好的使用方法和更廣的運用方式，讓客家學院對客家文化的保存與創新上更有新的發展。

(二)、虛擬博物館的運用

虛擬博物館是世界各國對於其重要的文物，透過網路以數位的和互動的功能來呈現的一種方式，維基百科對虛擬博物館則有下列的解釋；虛擬博物館（Virtual museum）或數位博物館（Digital museum），是以博物館為主題，結合電腦多媒體技術應用的展示平台。虛擬博物館具有自由瀏覽與簡易互動

的優點，可收藏任何可被數位化的事物，而資訊可以在網路上不斷地被更新與提供服務，透過資訊技術設計類似於傳統的博物館型態，並提供全新展現方式與參觀體驗。

由此定義可看出虛擬博物館，不但可有效的呈現典藏資料，更是傳播知識的簡易途徑。在國內國立故宮博物館多年來致力於虛擬博物館的建置和展示，透過網路提供了無與倫比的參訪方式，讓所有的瀏覽者都能瞭解所看到的文物的重要意義(參考網址: <http://www.npm.gov.tw/vrmuseum/guide.html>)，而國際上對 3D 虛擬博物館的運用最著名的應該是「IBM 企業公民」專案，它將世界級的主題和世界級的技術創新融合在一起，並展示了 IBM 在虛擬世界和文化保護方面的領導地位。其中，「超越時空的紫禁城」為 IBM 與中國政府合作的一項龐大計畫，專案的目標是營造儘可能真實可信的體驗，為全世界的遊客提供讚賞和探索中國歷史文化的途徑。

傳統客家建築空間資料已陸續建置與典藏，而這些珍貴的資料除了以導覽的方式呈現之外，若能以虛擬博物館的方式建置，將更具價值，本計劃以此為目標期能建置出國內首座客家文化虛擬博物館，提供一個可以探索、學習、與展示客家文物的平台。

四、研究方法與步驟

(一)、研究執行方式

本計劃的執行分三個階段，三年期執行，執行方式如下:

第一階段為對國立交通大學客家文化學院土樓式建築進行實景雷射掃描，蒐集相關建築空間之雲點資料，並運用此雲點資料建立建築物之 3D 模型，做為虛擬博物館的空間基礎。(第一年計畫)。

第二階段為虛擬博物館導覽系統建置 (第二年計畫)。此階段的目標在於運用完成的客家文化學院土樓建築 3D 建模，加入導覽系統，讓參訪者能夠透過導覽功能體驗圓形土樓建築的特色，並對模型內的各空間做展示規劃，做為第三階段計畫陳列展示各種研究成果與作品的基礎。

第三階段為博物館的內容建置與呈現 (第三年計畫)。本階段的執行目標在於蒐集虛擬博物館中將展示各種研究成果、作品與資料。設計規劃各種資料的呈現方式與空間，達到對客家文物的最佳典藏、展示與分享的目的。

(二)、研究問題與方法

本研究為創作性之研究，第一階段主要研究的問題在於新技術是否能夠達到對空間資料典藏的需求，並探討所獲得資料是否具有廣泛加值運用的價值。本研究以交通大學客家文化學院土樓式建築的空間資料蒐集為例，以雷射掃描的技術為研究的重點。

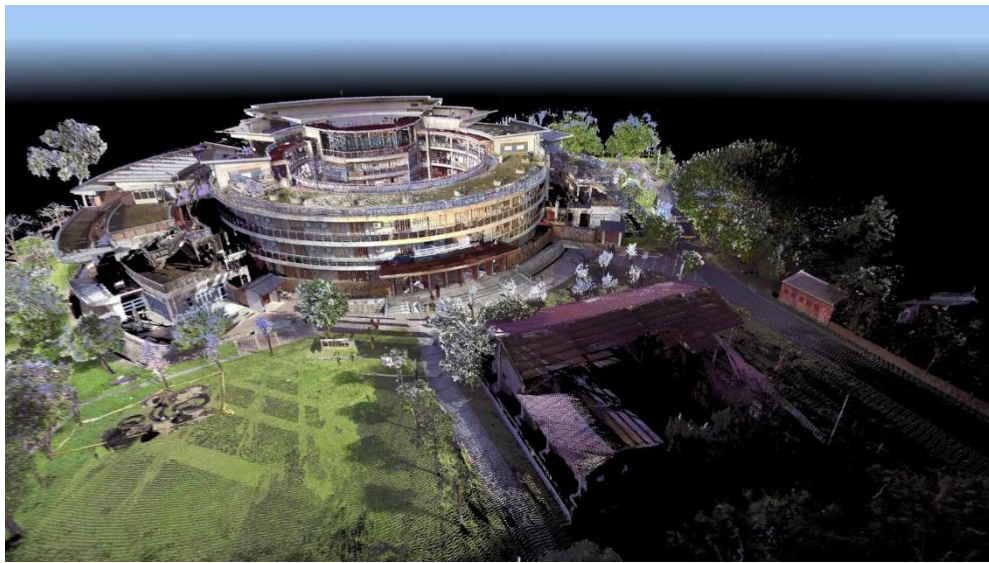
雷射掃描對大空間的資料蒐集方式是採取分段及多角度的掃描方式，針對掃描空間以重覆涵蓋掃描區域的方式接續掃描，再透過軟體以拼貼整合的方式建立完整的空間資訊。針對此次掃描的執行上發現有幾點是需要克服的困難，例如高樓樓頂的掃描除非有更高的立足點否則無法獲得掃描資料，欠缺的部分必須靠事後修補的方式達成。其二，對於掃描角度照成的死角將呈現破面，對整體的資料造成缺失，此破損的資料也需利用後續的修補工作完成。其三，掃描時若光線不足雲點資料的材質資訊則無法呈現，補救上較為困難，因此掃描時應有充分的光源或需人工打光才能獲得較好的資料。除所需克服的困難外，雷射掃描的最大優點就是能夠快速的建立空間資料，空間中相關的比例大小皆能真實的記錄，對於空間的研究很有幫助。

本研究的另一個目標是建立空間的 3D 模型，從雲點資料轉換為 3D 模型是將雲點資料轉換為更為廣泛使用資料的方式。此次的研究中發現雲點的空間資料可快速建立基礎模型，但模型的材質則需另外建立，才会有較好的效果。掃描時建立的材質是依據當時的光影建立，但 3D 模型建立時需有自己光影的系統，因此建模時並無法完全帶入掃描時建立的材質，模型的貼圖材質需在 3D 軟體中重新設定光源，讓材質產生一致的效果後再貼入模型中才会有較好的結果。此外，由雲點建立的模型資料龐大，需透過簡化的方式才能廣為使用。然而簡化的結果也是模型細緻度的關鍵，過於簡化會造成空間的關係無法呈現，保留過多的空間資訊會造成模型資料龐大難以使用。因此，簡化的程度也關係到後續使用的目的，以本研究來說，後續研究將透過網路導覽的方式建立虛擬博物館，因此空間模型資料就不能過於龐大否則無法合於網路流量的限制要求，造成導覽功能將無法順利運作的情況。

運用掃描技術建立虛擬博物館是本研究最終的目標，研究過程所遇到的困難和經驗也是將來此方面研究的重要參考依據。本年度研究已完成雲點資料典藏和 3D 模型建立，後續研究將針對 3D 模型結合導覽系統與導覽系統呈現虛擬博物館空間和資料做展示研究。

五、研究成果

本年度研究目標在於蒐集交大客家學院土樓建築的空間資料，資料的型態是以雷射掃描所得的雲點資料為主。此資料的呈現已建立動畫影片，可提供將來一般大眾觀賞。相關雲點資料照片如下：

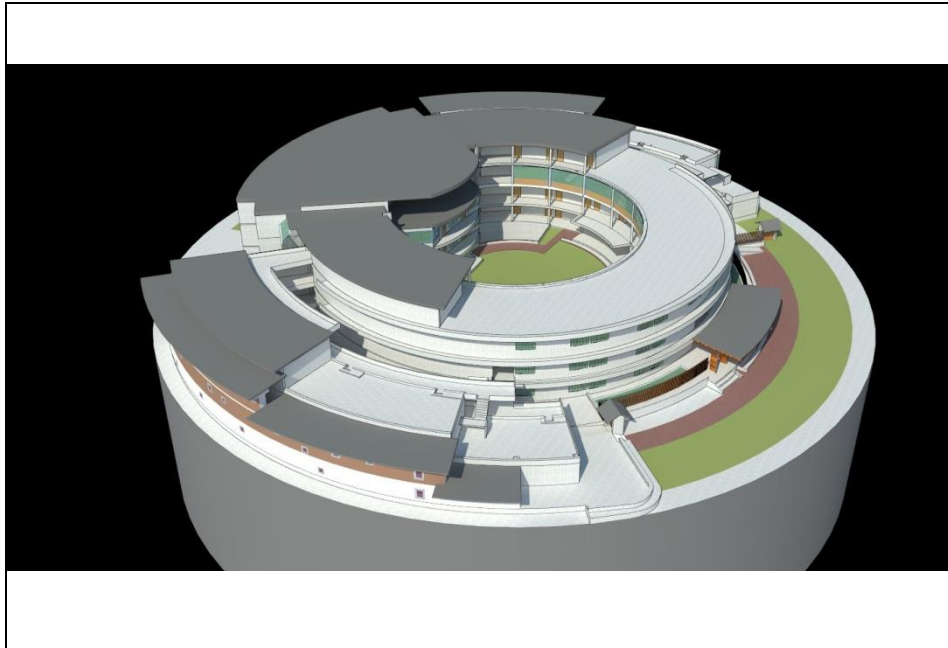




本年度研究需達成的的另一目標即在於將雲點資料轉化為 3D 模型，此 3D 模型將於後續的研究中加入導覽系統，及最終建立客家文化虛擬博物館，達到客家文化知識分享交流的平台。相關 3D 模型的照片如下：







六、建議與討論

對於本年度研究的結果有下列幾項建議:

(一)、雷射掃描的技術可以快速而且真實的記錄空間資料，但所獲得的資料，因各公司有其自己的資料格式，並非廣泛通用的格式，因此要達到廣泛運用的目的尚有一段距離。此外，單就雲點資料的使用來說，似乎僅能用照片或動畫的方式來呈現，若需要有更多的運用則需轉換成 3D 的模型，因此雲點資料實質上可算是中繼資料，此資料如何成為廣泛可用的格式，及如何達到更容易的建模方法將是後續值得研究的方向。

(二)、雲點資料單獨以照片或動畫影片的方式來看可達到令人滿意的結果，但對後續運用則需透過建模的過程。以目前 3D 建模的方式來說，主要的流程就是先建立立體模型再依據模型的需求貼上材質，達到想要的結果。雷射掃描的雲點資料帶有材質，此材質的來源是現場拍攝的照片，雲點資料運用這些照片將材質帶入。但於 3D 建模時，這些現場拍攝的照片並無法完全的使用於模型中需另外建立材質，因此從雲點到建模的過程相較於雲點資料的蒐集就顯得耗時費事。目前許多新的技術都朝向直接掃描建模的方向發展，可省去建模的繁瑣工作，是值得留意的研究發展方向。