

博物館3D技術的應用與觀察

An Observation of 3D Technology Application in Museum

葉長庚 國立臺灣史前文化博物館研究典藏組

Yeh, Chang-Keng Department of Research and Collection, National Museum of Prehistory

前言

2018年起，文化部多個附屬博物館所開始針對典藏品進行3D掃描作業，並藉由展示、數位媒介或遊戲等發展文物3D技術相關應用以及轉譯知識的推廣。然而在文化資產保存維護研究領域中，早有許多應用3D技術的案例(廖才詠2004、陳英傑2005、梁福榮2006、黃彥勳2011、曾欣郁2012)，文化部文化資產局¹的文化資產保存研究中心更是國內近年來帶領相關技術應用與發展的重鎮(張舜孔等2013、蔡育林等2015a、蔡育林等2016)。

國立臺灣史前文化博物館²亦於2011年在文資局協助下開始發展3D技術的應用，初期藉由針對重要古物白守蓮岩棺、國定卑南考古遺址的地貌與大型遺構進行3D掃描作業的個案累積經驗，於2016年規劃「建構智慧型博物館：漫遊在史前和現代的交界雲端整合計畫」進行以3D技術作為研究端基礎資料建置的核心，發展在博物館展示、文創與雲端服務等面向之應用，更於2018年底成立「3D實驗室」。目前，史前館已可自行進行文物高精度3D掃描、數位修復與逆向輸出等作業，以及擁有專屬的「考古文物3D資料庫」平臺(圖1)，提供民眾在不安

裝任何軟體的情形下，即可進行3D模型的瀏覽。

本文將透過介紹史前館3D技術的整體規劃與發展過程說明相關技術在博物館應用的案例，包括在展示中規劃提供參觀者不同體驗的互動設計或是跨領域的友善平權應用案例，以及筆者近年來投入3D技術應用過程中的一些觀察。

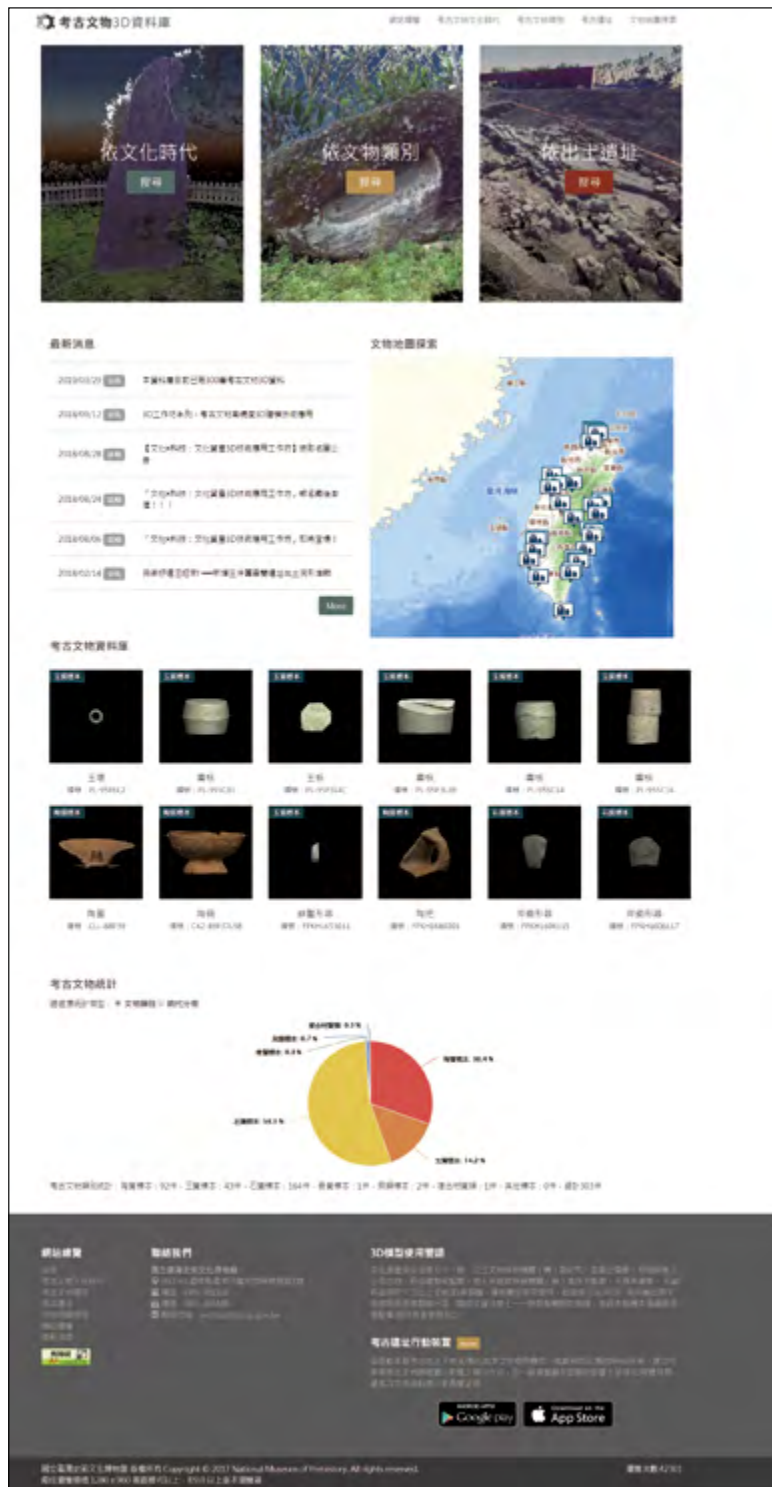


圖1 史前館「考古文物3D資料庫」(http://3d.nmp.gov.tw)可依文物的時代、文化、類別、出土遺址或由GIS地圖搜尋文物，目前已有超過300筆文物3D模型資料

從平面到立體的數位典藏

在博物館有關3D技術的應用大多需建基於針對物件或空間進行3D掃描建模作業，目前臺灣文化資產領域中較常使用的作業方式主要可分為影像式建模(或稱攝影測量)以及掃描儀器建模(含結構光掃描儀、雷射掃描儀)二大系統，「對於各類不同種類與不同表面反光性質的材質，3D掃描建模往往受限於物體的表面特性，目前並無一體通用之3D掃描技術」(蔡育林等2015b:51)，然而3D掃描的各種方法皆有其優劣之處，選擇何種方式進行建模除了需考量標的物的材質、尺寸等因素外，也取決於模型使用之目的與資源。



圖2 史前館文物3D掃描作業主要採用固定式光柵掃描儀進行文物3D彩色點雲資料的擷取

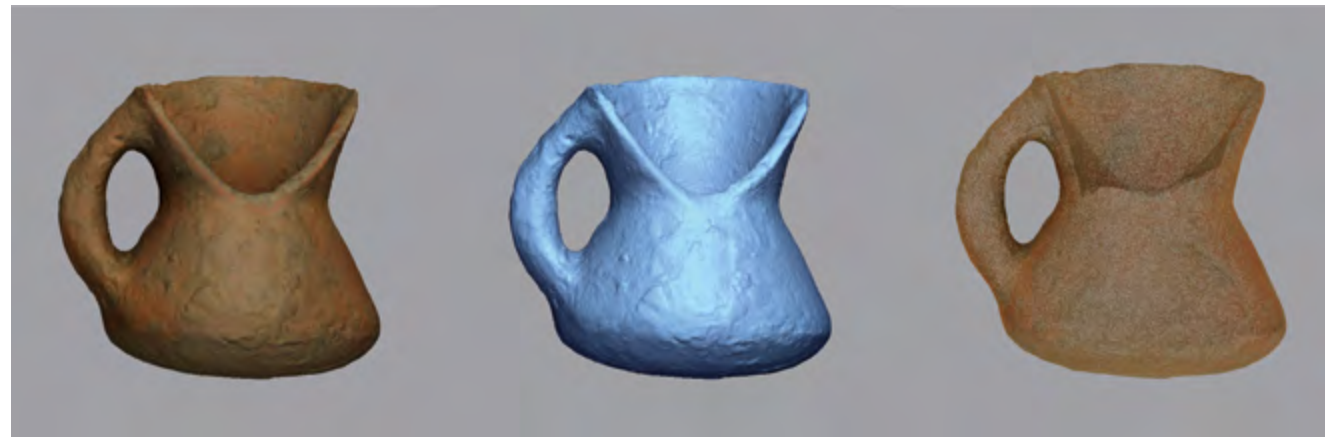


圖3 由左至右分別為文物3D彩色模型、素色模型、點雲資料

史前館規劃3D掃描作業發展的目的主要為提供考古學研究、典藏、保存維護與修復作業等需求，因此針對3D掃描的解析度與精確度必須有相當程度的要求，以符合後續相關作業的發展，並且在3D掃描系統建置後，持續規劃建置文物數位修復系統與逆向輸出系統，除了期待藉由3D逆向工程來還原考古過程中遺留物所缺少的部位外，更進一步能與實體文物修復作業進行整合，以利用先進的科技提升傳統修復作業的效率與精確度。

為有效利用3D技術達到上述規劃目標，在基礎的3D掃描作業上就需強調精度控制，所以史前館在最前端的作業方式採用固定式光柵掃描儀作為主要設備(圖2)，文物3D資料擷取即為彩色點雲，

再透過專用軟體進行套疊與編修作業來完成文物高精度3D模型。由於文物3D掃描作業皆由史前館同仁自行生產，也就等於掌握有處理3D模型的基本能力，所以對於3D模型各種不同呈現方式(圖3)與檔案格式的轉換皆駕輕就熟，3年來史前館每年至少完成100件以上的文物3D模型。

3D模型檔案雖然已有諸如OBJ、PLY、STL等通用格式，但使用上仍不似圖片或影音檔般

¹ 後文簡稱文資局。

² 後文簡稱史前館。

地普及。為了使文物3D模型達到可被使用、流通與應用的效益，考量多數使用者的電腦效能與使用習慣，原規劃針對不同的用途以PDF檔、影像檔等方式提供使用者瀏覽模型資料。然而在初期嘗試階段中，即發現這些方法皆不便於文物資料的使用，亦無法有效發揮3D模型的效果。於是在2017年初，史前館發表了國內第一個以3D模型展示為主的「考古文物3D資料庫」，至目前為止已有超過300筆文物3D模型資料，除了可方便透過文物所屬的時代、文化、類別、出土遺址或由GIS地圖進行搜尋外，使用者不需安裝任何軟體即可透過網路瀏覽3D模型，並可任意角度旋轉與縮放，且為了提高其應用性進一步設置3D模型的自動播放、光源調整、標註說明以及量距(圖4)等功能。

目前數位典藏已是各博物館文物典藏的基礎作業，然而是否應將傳統平面數位化作業提升至三維空間的呈現，或許是接下來各博物典藏作業需面對的討論。筆者認為以目前3D技術發展現況而言，3D數位典藏已經是值得且必要的投資，但仍必需清楚瞭解採用3D技術的目的以及掌握其侷限性。基本上，在光學原理的基礎上，凡是過黑、高反光、或透明材質的文物皆不利進行3D資料擷取，文物在移動時各部位相對位置可能改變者亦挑戰3D數化技術的精確性，雖然可考慮採用更高階的設備或使用多種複合式作業方式，但仍需考量投入成本與其必要性，而要求越精細的3D資料也代表需付出更多的資料運算時間，且更考驗電腦設備的等級。

因應文物與應用需求的差異性，3D掃描建模作業不論採用

影像式建模、掃描儀器建模或是複合型建模，皆有其優劣之處，除了前述文物本身的限制外，亦需考量在3D模型建模時運算過程、完成後的應用方式以及使用者瀏覽的條件等，需生產不同形式的3D模型，因此針對文物3D掃描建模的歷程，更需加以詳實的記錄。不論使用何種形式的3D掃描建模方式，確實地保留文物3D資料擷取的方式、使用設備及其資料、原始資料檔或專案檔、模型編修或相關使用軟體之名稱與版本等，勢必是文物3D數位典藏的基本工作。

另外，在3D模型的開放瀏覽與使用上，目前亦有一些免費的平臺可供使用，可進行3D模型成果的分享與交流，通常也提供基本渲染、尺寸量測、VR應用等功能，如大英博物館即在Sketchfab平臺上公開超過250筆3D模型資料；文化部亦在2018年成立「臺灣數位模型庫」(<https://tdal.culture.tw/>)，提供國內許多重要古蹟與建築的3D模型資料，相信未來在大家努力下會更加地豐富。

虛擬與實境的體驗應用

在文物3D模型的基礎上，博物館應用3D技術作為虛擬三維世界給予參觀者新的體驗與感受，主要大致可分為3D影像、擴增實境、虛擬實境三類，以及混合應用等作法。本節將藉由史前館應用文物3D模型發展相關展示互動案例進行說明。

多媒體展示通常會利用影片形式呈現，3D模型

在影片製作過程的應用十分便利(圖5)，一般影片在拍攝後，如果需要再更改分鏡或視角，大多只能重新進行攝影作業。但在已經擁有3D模型的情形下，即可隨時透過調整3D模型來取得需要的攝影角度與完成不同的分鏡，相較於傳統需勞師動眾地重新進行拍攝，在3D的世界中僅需3D工程師或動畫師在電腦上重新處理與輸出3D模型影像即可。然而，在利用高面數的文物3D模型製作影片時，極可能受限3D動畫運算軟體與硬體設備的限制，而必需減面，此時建議採用低階模型搭配高品質之材質貼圖進行應用。

博物館文物的展出大多採用靜態固定模式進行陳列，參觀者通常無法便利地由不同角度觀看文物的整體，藉由3D模型可自由旋轉的特色再結合擴增實境的效果，即可提供參觀者更容易以不同視角觀看文物的體驗。擴增實境(圖6)功能可讓參觀者透過行動裝置看到虛擬卻與實際景像結合的資料，利用擴增實境觀看文物3D模型，參觀者手上的裝置就彷彿是個放大鏡般可從各個角度觀看設定的文物3D模型，當然亦可進一步設計不同的互動手法或數位導覽方式。然而，以行動裝置進行擴增實境的應用，通常需要另行安裝應用程式，而通常其可使用之3D模型面數亦無法太高，否則可能導致應用程式容量太大或資料讀取延遲之情形。

虛擬實境的應用則是透過VR設備讓參觀者彷彿進入另一個空間，使其產生身歷其境的感受，通常還可結合行為動作進行互動，例如回到史前時代進行打獵或是潛進海底進行水下考古探勘等情境。虛擬實境除了文物需為3D



圖5 大坌坑文化陶器上的S形紋飾可能是史前人對於海浪的描繪，因此利用文物3D模型與實景拍攝的海浪來呈現此一意象

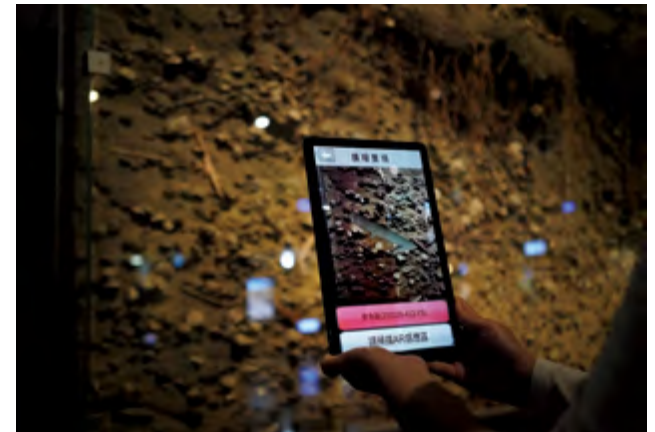


圖6 在考古探坑界牆的展示上應用擴增實境，參觀者即可以自己的行動裝置觀看到埋藏在其中的骨角器

模型外，場景亦需以三維尺度呈現，除了可利用影像模擬外，3D技術亦可將場景進行數位化(圖7)。筆者曾於花蓮縣豐濱·宮下遺址利用3D技術進行遺址地貌、地表環境與考古發掘探坑之三維記錄，並將整體成果以一短片呈現(葉長庚2017)。然而，虛擬實境的應用除了設備與內容的規劃製作外，通常尚需有一專屬空間，且目前大多

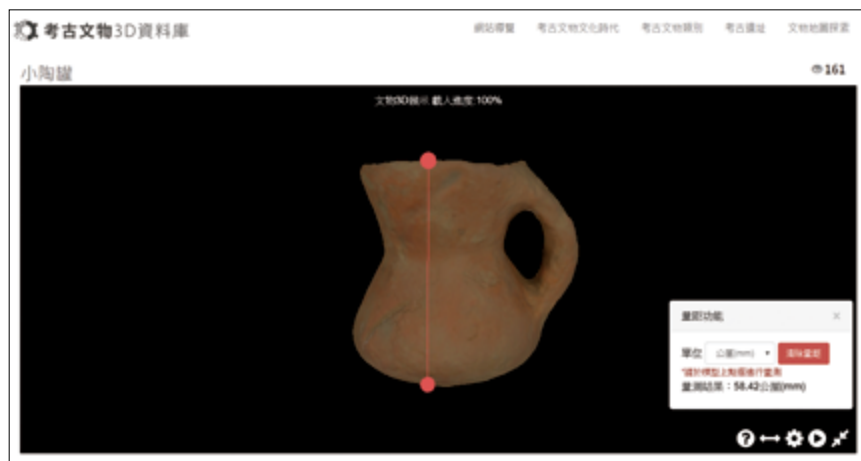


圖4 史前館「考古文物3D資料庫」除了提供線上瀏覽3D模型外，還提供自動播放、光源調整、標註說明以及量距功能，提高3D模型的可被應用性

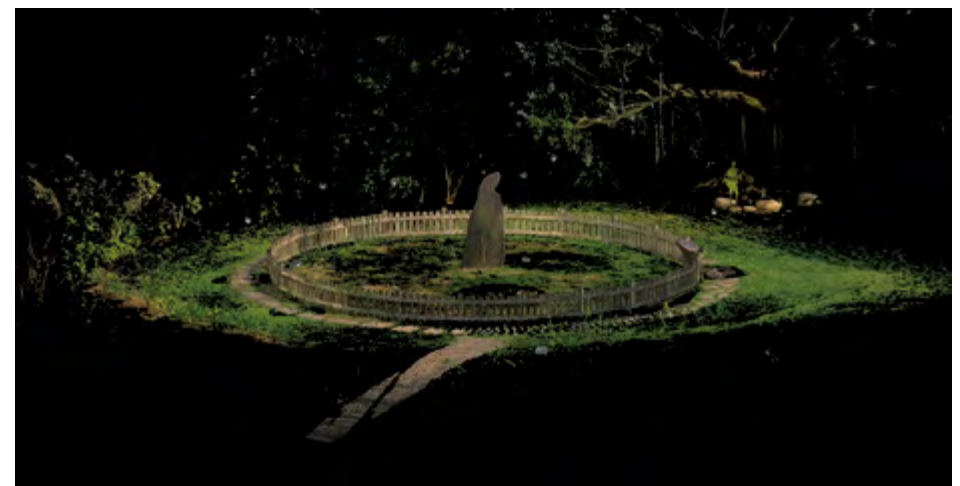


圖7 卑南遺址月形石柱區域的場景3D掃描作業成果



圖8 破損的陶壺由數位修復還原其缺失的部位

屬於個人體驗性質之活動。

除了上述各類型的互動應用外，文物3D模型亦可用於數位遊戲、光雕投影等應用，而近年來有更多種類的複合型互動展示手法可提供參觀者不同的感官體驗。在虛擬與實境的應用上，史前館已完成文物數位修復系統的建置，除了可利用3D模型計算出文物缺失的部位(圖8)外，亦可透過逆向輸出列印出該部位，再進一步與實體文物拼合以呈現文物完整的面貌。

拉近距離的平權應用

數位互動是3D模型最容易被應用的方向，但在最近博物館界重視的友善平權領域，亦有許多3D技術可支援的項目，特別是藉由逆向輸出生產與文物外觀非常相似仿製品，可以為展示推廣帶來更高的方便性與參觀者體驗，筆者就以史前館在視障、幼童、及偏鄉等應用進行簡單的說明。



圖9 此為舊香蘭遺址出土鑄造的模具，由左至右分別為出土文物本體、3D列印單色模形、經著色之展示仿製品(標本由李坤修先生提供)

以史前館針對考古文物進行高精度3D數化的結果，再透過3D列印機輸出仿製品，不僅於尺寸規格上相同，包括如陶器夾砂顆粒所產生的粗糙感、石器打製產生的加工痕或經使用後的耗損，皆可如實的呈現於仿製品上(圖9)。藉由逆向工程所生產的仿製品除了材質與文物不同外，持拿的尺寸與觸摸的感受與實物十分相似，優點則是無需過於小心地使用，可提供參觀者直接觸摸，而感受史前人使用該項物品的體驗。

文物經3D數化後，除了可輸出仿製品更便於運送外，藉由VR與AR技術能輕易地在各個地方與場所進行展示推廣，例如曾於花蓮縣豐濱國小進行推廣教育，除了可於現場展示仿製品外，僅需帶著幾張AR感應用紙板與幾個VR頭載眼鏡，即可透過個人行動裝置(手機或平板)，觀看文物3D模型(圖10)，而且帶有趣味性與科技效果，極容易吸引使用並獲得好評。再者，例如史前館近年出版結合3D互動的繪本，亦是多種3D技術的整合應用。

筆者認為透過3D技術將文物數位化後所產生的額外價值，在於拉近了文物與人的距離，也拉近博物館與參觀者的距離，甚至藉由數位化媒材的應用，讓展示推廣可以輕鬆到達平常不易前往的地點，或者在較為不適合進行展示的場所亦能進行相當程度的展演。



圖10 新社國小學童進行VR體驗之情況

3D：持續發展中的創新應用

3D技術在博物館的應用仍有許多創新與發展的可能性，包括文創商品的創作與生產，甚至結合藝術創作的成果，如史前館駐村藝術家吳思嶽(2019)的作品「也運用了最近幾年發展出來的新技術3D掃描與3D列印技術，來詮釋另一個關於史前時代與當代之間的鏈結想像」。

將文物或場景進行3D數位化後可以發展更多的應用，更可讓使用者悠遊於虛擬與真實的交錯間獲得新的感官刺激，也可為博物館帶來新型態的展演模式。史前館在現有3D資料庫的基礎上，進一步發展數位展櫃(圖11)，透過已有的文物3D模型與資料庫後台，可利用遠端控制架設於各地的數位展櫃，規劃其展示的物件以及進行相關說明的標註，且使用者可以非接觸式的手勢動作來控制文物3D模型的旋轉、縮放與換件等功能。

3D技術讓虛擬的世界更為真實，如何有效應用各類型技術進行博物館發展並無單一範本可供套用，唯有瞭解各博物館的特性、參觀者的需求以及各項技術的效益與侷限性，才能為參觀者創造出更豐富或具有特色的體驗。

- 參考文獻
- 吳思嶽，2019。〈2018年史前館「未來遺址」藝術駐村後記：從相似之處詮釋鏈結〉，《史前館電子報》第389期，網址：https://beta.nmp.gov.tw/enews/no389/page_02.html。
- 張舜孔、邵慶旺、蔡育林、陳俊宇，2013。〈3D掃描技術應用於文化資產之適用性討論〉，《文化資產保存學刊》26：63-78。
- 梁福榮，2006。《攝影測量應用於古蹟記錄和邊坡表面變化量測之研究》。國立成功大學土木工程學系碩士論文。
- 陳英傑，2005。《藉由影像重建三維典藏文物模型以及互動式即時繪圖系統》。國立清華大學資訊工程學系碩士論文。
- 曾欣郁，2012。《三維雷射掃描技術應用於傳統建築灰泥壁畫破壞檢測》。國立金門大學土木工程管理學系碩士論文。
- 黃彥勳，2011。《應用於Lidar及RFID技術於木構造歷史建築維護之探討》。國立臺北科技大學土木工程研究所碩士論文。
- 葉長庚，2017。《地貌擷取科技於考古田野作業之應用：以花蓮縣豐濱·宮下遺址為例》。花蓮：花蓮縣文化局。
- 廖才詠，2004。《3D雷射掃描在歷史建築數位管理系統之應用——以臺北市大龍峒保安宮為例》。國立臺灣科技大學建築系碩士論文。
- 蔡育林、張舜孔、姚良居(蔡育林等2015a)，2015。〈立體掃描在文物保存研究之應用初探〉，《文化資產保存學刊》33：7-21。
- 蔡育林、陳俊宇、何佩真，2016。〈三維建模技術於出土遺物保存維護工作之應用案例探討〉，《文化資產保存學刊》37：7-23。
- 蔡育林、葉長庚、姚良居、張舜孔(蔡育林等2015b)，2015。〈3D掃描技術於史前陶片紋飾記錄之應用——以文物保存科學觀點〉，《國立臺灣博物館學刊》68(3)：49-70。

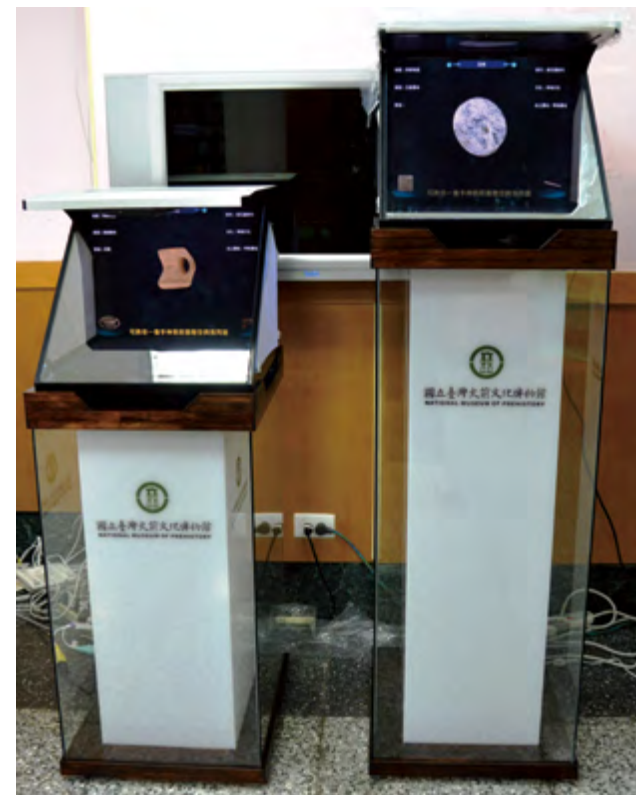


圖11 史前館開發之數位展櫃，可遠端操作展示考古文物3D資料庫