

新科技時代文物保存的未來

—東京文化財研究所研修見聞

／岩素芬

人類自古以來無不希望將重要、喜愛的物品化為永恆，於是結合當時最先進的方式應用於保存上。時至今日我們還是繼續使用最先進的科技方法延續文物的生命，「保存科學」這個專門的學門即應運而生。它是將自然科學方法應用於保存或修復文物上，其範疇基本上可以分為：一、預防性保存科學—將物物流傳於後世，對保存環境的研究；二、善後性文物保存科學—對於劣化文物如何修復，所使用的材料與技術的研究；三、探索性的保存科學—對於文物材質的內外部構造、組成、製作年代的研究，以深入協助解決前兩項的研究工作。鄰國日本對保存科學相當重視，澤田正昭博士在文化財保存科學紀要一書中提到「保存科學」(Conservation science)一詞是一九五二年由東京國立文化財研究所第一任保存科學部部长關野克先生命名的。日本開始應用自然科學進行研究文物始於一八六二年法隆寺壁畫的保存、調查(註一)。

東京國立文化財保存研究所(以下簡稱東文研)是日本文化財保存科學研究發展的首要機構，其創始於昭和五年(一九三〇年)，為當時帝國美術學院附屬美術研究所，昭和二十五年(一九五〇年)，成為文化財保護委員會的附屬機構，昭和二十七年(一九五二年)改名為東京國立文化財研究所，當時設置了保存科學部，分置物理、化學、生物三個研究室，著手進行文化財相關的科學調查研究，昭和四十八年(一九七三年)再設置修復技術部。平成十三年(二〇〇一年)法人化後成為獨立行政法人文化財研究所東京文化財研究所，目前主要業務是日本及東洋美術、傳統藝能與民俗藝能的調查研究、文化財保存相關的科學調查與研究、文化財修復、日本全國各地博物館、美術館文化財保存修復的指導與訓練、相關技術的調查與研究、文化財調查研究相關情報之收集(註二)。

筆者有幸今年夏天獲得日本交流協會的獎助，前往東文研研修三個月，茲將筆者在東文研所見之保存科學發展的近況做一報導：

探索性保存科學

光學分析技術是保存科學中解析文物的第一步，過去經常使用的光源包括可見光、紅外線、紫外線，甚至 β 射線、 γ 射線等。紫外線與文物中的某些材質起螢光反應，紅外線與文物中的碳元素反應而產生吸收光譜，解讀文物上不易由肉眼看得到的訊息。東方繪畫與油畫的創作方式不同，因此過去使用上述的光源並無法獲得如油畫般驚人的發現，但是在這次的參訪研修時，發現東文研在光學方面的研究有相當的歷史，近幾年來更拜光學科技發展之賜，光學數位攝影應用在文物分析發展前景看好。

東文研光學研究起步於一九四九年，當時利用X光及紅外線等光學的方法進行繪畫、雕刻、工藝品的研究。由美術史研究者及科學家等八人組成的團隊，進行日本重要國寶「源氏物語」等多數重要美術品的光學研究，一九五五年將研究成果公開發表（註三）。近年來東文研結合數位攝影得到高畫質影像，讓研究者可以從電腦螢幕放大影像，觀察畫作的細節處，彷彿可以觸動到畫家創作的初衷。多波段光源相對於過去僅有單一紫外線波長的螢光反應，現在則有更多波長的選擇性，以不同的波長對繪畫作品產生不同的激光反應，經過濾片

過濾磷光，不同的材質如紙張、顏料等，可能因為質與量的差異得到不同的螢光反應，顯現材質的差異性（如圖一）。過去紅外線攝影對於油畫的攝影分析應用較多，但是因為油畫的繪畫層較厚，僅能使用反射性紅外線攝影，但是東方繪畫顏料層較薄，所以使用透射性紅外線攝影可以有特殊的解析效果。

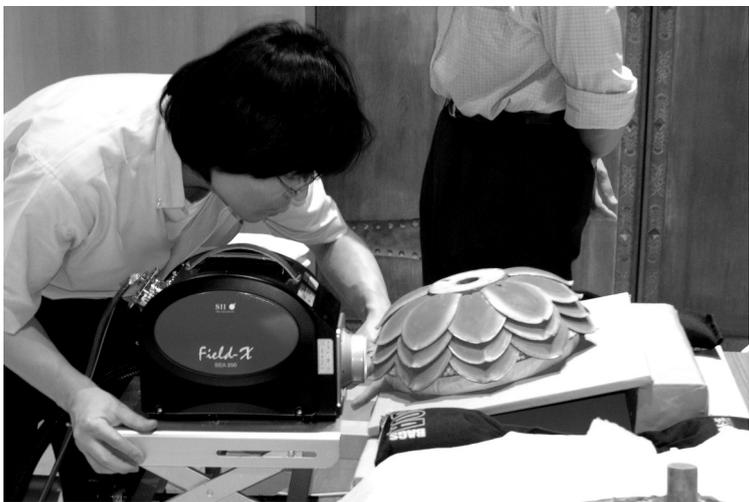


圖一 多波域光源應用於繪畫分析上，不同的光源處理可獲得不同影像

文物內在可能蘊含豐富的人類文明發展的證據，此外可能因為自然或人為因素的影響產生內部的損傷，X光攝影對於判讀文物的內部訊息有相當大的助益。東文研近來應用工業用富士電腦放射線攝影系統（Fuji Computered Radiography, FCR），不必再像傳統一樣使用X光底片，改採塗上特殊螢光體的感光片進行攝影，照完X光後，將感光片插入一特殊插槽，細微的雷射光束照在螢光體上，就會發射對應X光的螢光，並可以馬上列印出底片或數位圖像，若是大件文物分次攝影，也可以使用後續的電腦處理，將數次攝影的圖像組成一張完整的影像，因此後置處理或複製作業變方便了，當場亦可以將圖像分送給物件擁有人或共同研究者，不過在智慧財產權的管理上則要更加謹慎。此放射線攝影系統，大大提高X光攝



圖二 手提式X光螢光分析儀應用於繪畫顏料組成元素分析上



圖三 手提式X光螢光分析儀應用於木彫彩繪顏料組成元素分析上

影的解析力，無論是不同厚度或使用不同密度的材質製作的文物皆可以有良好的結果（註四）。此外東文研亦將醫學界較常使用的X光斷層掃描技術，應用於大型木雕佛像構造的調查上。

文物有其存在獨一無二的特性，因此在精緻的文物取樣進行科學分析，的確是較困難的，雖然科學儀器快速發展，取樣量可以從「克」降低至「毫克」，大大降低取樣量，但是

非破壞檢測仍是保存科學家優先的選擇。近年來非破壞檢測儀器解析度大大提高，保存科學家們躍躍欲試。東文研在五年前開始嘗試使用非破壞性手提式X光螢光分析儀（XRF），此儀器可以分析分子量大於鉛的元素，所以礦物性顏料富含的元素，可以作為材質成分鑑定的初步判斷（如圖二、三）。近來重要的研究案例如「源氏物語」顏料的科學分析，在作品上發現的白色顏料竟然有四種之多，有含鉛、含鈣、含汞者，還有一種白色顏料無法以螢光分



圖四 桌上型X光繞射分析儀，正在分析礦物性顏料

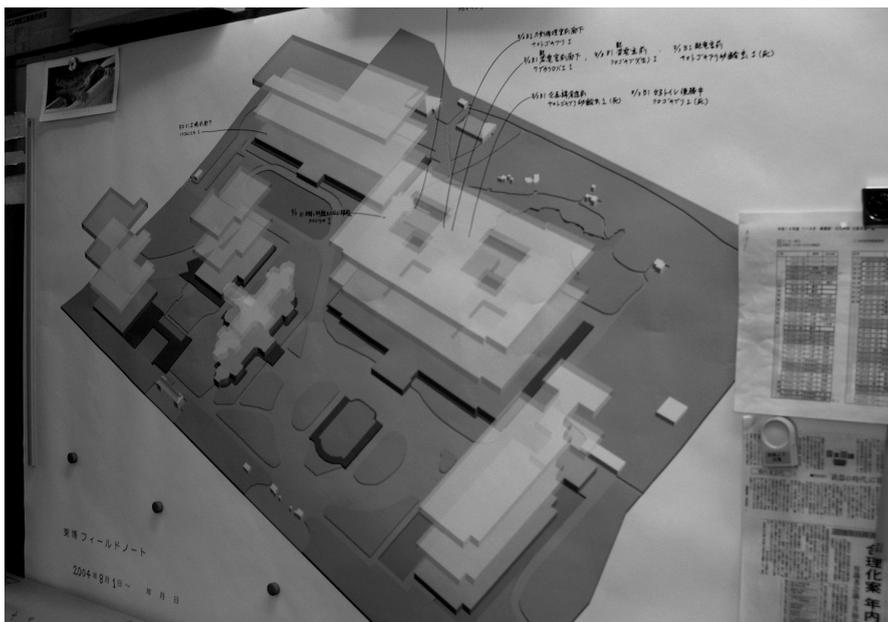
析儀分析出來（註五）。若不是經由此種非破壞性高精度儀器的分析，無法從肉眼分辨同樣是白色顏料，卻是不同的成分，其中含汞的白色顏料與當時的化妝品所用的成分相同。若以X光螢光分析儀初步分析知道含有哪些元素成分之後，接著能夠微量取樣，以X光繞射分析儀（XRD）則可以進一步判斷是何種礦物種類（如圖四）。不過繪畫顏料也有不少是植物性，並無法以上述兩項儀器分析，而東文研目前也正使用光譜分析儀等分析方法建立有機染料的科學分析數據資料庫。

預防性文物保存

目前國際間幾個重要的文物保存研究中心，在預防性保存科學方面，除了加拿大文物保存研究所（Canadian Conservation Institute, CCI），東京文化財研究所在此方面的研究發展成果也相當豐碩，歷年來在溫濕度、空氣污染、防蟲、防霉、防震的研究議題上經常有不錯的研究成果發表。近來在蟲害的防治方面與加拿大文物保存研究所密切合作，因為過去日本在蟲菌處理相當依賴煙燻蒸劑——約其棒（EKIBON），但是因為約其棒其中的一種成分——溴化甲烷因會破壞臭氧層之故，在二〇〇五年日本博物館界將全面禁用，因此近來將農業上綜合性蟲害管理（Integrated Pest Management, 簡稱IPM）的理念應用在博物館。IPM包括：1. 物理控制：控制硬體環境條件，使昆蟲不易接近藏品；2. 昆蟲繁殖控制：調查

昆蟲的種類（如圖五）、控制昆蟲生長、繁殖的條件，包括適宜的溫濕度環境及食物來源；
3. 化學控制：選擇適當的殺蟲劑種類、劑型、濃度。

IPM的觀念與做法目前在日本正大為推廣，東文研更是扮演著重要的角色。筆者在七



圖五 東京國立博物館執行IPM的情形：進行博物館蟲類調查，並將發現的昆蟲標示在立體圖上

月份參加東文研舉辦一年一度為期兩週的「保存擔當學藝員研修」課程，此訓練課程已經邁入第二十年頭，蟲害防治課程從過去僅一堂課目前增加至五堂課，其重要性可見一斑。國內博物館在IPM的推廣上並不比日本晚，在一九九七年「文物的庫存與維護——中小型博物館營運管理研習會」中澳洲博物館保存科學部主任 Vinod Daniel博士已將此概念介紹給國內，這幾年來筆者也常在博物館、圖書館、檔案館推廣IPM的觀念，期待這些珍貴的文化資產能被完整的保存，不再遭受蟲害的肆虐，而文物管理人員也不因蟲害處理而健康受到威脅。

除了推廣IPM外，東文研的保存科學研究人員也不斷地進行市面上可使用的殺蟲劑、忌避劑的防蟲、防黴、殺蟲、殺黴效果、對人體健康或對文物材質的影響等相關研究，有些研究與博物館或圖書館結合，針對館藏單位面臨的問題進行研究，找出可行的方案（註六）。

結語

以上是筆者在日本東文研三個月研修期間，所見所聞有關東文研近期保存科學研發的成果及目前研究發展的重點。事實上，文物保存並不是顯學，相對之下與「人」較息息相關的學門發展要比「物」的研究資源較豐富些。文物保存經常需要引用其他領域發展較成熟的技術，例如醫學界的雷射技術、食品界或農業界的除蟲技術、工業界非破壞檢測技術或奈米科技、建築界的免震、減震技術等。尤其文物

獨一無二、不可損傷的特性，使得研究工作倍增挑戰性，因此更需要依賴高精密的貴重儀器才能進行分析結果較精確的文物科學研究或對文物影響較小保存維護科技應用，在東文研的確見到科學分析儀器相當齊備且先進，無疑是科學家進行研究的利器。

不過科技始終是一個工具，現代科技如何應用在文物保存上，必須先釐清研究的議題、應用的目的為何？美國文物保存協會（American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, AIC）在一九九四年修訂了文物保存人員必須遵守的「倫理與標準」。在文物保存師應循的實務守則中第十項指出「從事任何改變文物的檢驗或測試前，必須評估此程序的必要性」，才不會為分析而分析，無意義的取樣，反而造成對文物的損害；此外文物保存師應守的專業倫理第六項提到：「要盡其所知，努力尋求適用的方法和材料，務使無害於文物，亦不影響未來的檢驗、科學研究、保存處理或文物本具的功能」（註七）。因此，任何一項新的材料與技術必須經過人工老化試驗，以預見日後產生的副作用。無論科技的功​​能如何神奇，應用與否，仍然不能背離文物保存的倫理與標準才是。

筆者發現日本對於保存科學相當重視專業，在電視、報紙、雜誌經常報導文物保存相關的訊息，尤其東文研研究人員的研究成果經常有記者前來採訪，這對教育一般民眾認識保存科學應有相當的幫助。此外在東文研也觀察

到年輕一代的保存科學家已經開始加入研究團隊，資深研究人員像老師般的帶領著年輕的研究人員，我看到日本文物保存發展的未來。

無論科技如何發達，科技發展始終來自人類的需求，若是沒有注入人文的思維，科技像是沒有靈魂的軀殼；人文若無科技幫助，可能會停留在原地踏步，二者偏一不可。在國內新科技時代文物保存的未來，我想正確的觀念、健全的制度、重視專業、充裕的資源、認真的研究團隊、薪火相傳等應是文物保存未來永續經營的必備條件吧！

註釋：

- 一、澤田正昭著，《文化財保存科學紀要》，國立歷史博物館，二〇〇一年，頁四。
- 二、薛燕玲，《日本文化財（美術品）保存管理政策與施行之研究》，二〇〇一年，頁三〇。
- 三、東京文化財研究所保存科學部，《保存擔當學藝員研修》，二〇〇四年，頁七四。
- 四、三浦定俊，〈放射線照相測定術於博物館文物上的應用〉，《博物館與新科技國際學術研討會論文集》，二〇〇四年，頁一三三—一四七。
- 五、國玉源氏物語繪卷にみられる彩色材料について，保存科學，二〇〇一年。第四十一號，頁一一四。
- 六、〈臭化メタル燻蒸代替法に關する〉，《平成十三～十五年度研究成果報告書研究論文集》，二〇〇四年。
- 七、張世賢，〈如何做好預防性文物保存〉，行政院文化建設委員會，二〇〇〇年，頁五一—五四。