

# 公務出國報告

出國類別：其他（交流訪問）

計畫名稱：  
赴法國博物館科學研究暨修護中心  
（**C2RMF**）交流訪問

報告名稱：  
大羅浮元素分析加速器（**AGLAE**）  
在文物科學分析的應用

服務機關：國立故宮博物院  
出國人職稱：助理研究員  
姓名：王竹平  
出國地區：法國  
出國期間：95.9.1 ~ 95.12.1  
報告日期：96.4.10

## 公務出國報告提要

出國報告名稱：

大羅浮元素分析加速器（AGLAE）在文物科學分析的應用

頁數 28 不含附件：附錄一~五

出國計劃主辦機關/聯絡人/電話

國立故宮博物院/鄭美珠/28812021ext 2225

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王竹平/國立故宮博物院/科技室/助理研究員/28812021ext 2719

出國類別：其他（交流訪問）

出國期間：95年9月1日~95年12月1日

出國地區：法國

報告日期：96年4月10日

分類號/目：

關鍵詞：羅浮宮 C2RMF 加速器 科學分析

摘要：

本項交流訪問在獲得院方支持下，以部分公費、部份自費，配合法國在台協會贊助往返交通費的模式，於 2006 年 9 月~12 月展開為期三個月的交流訪問。交流重點為該中心所自建「大羅浮元素分析加速器（Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Élémentaire）」，簡稱 AGLAE，是惟一建於博物館內之大型離子束加速器，以非破壞性方式進行粒子誘發 X 射線螢光分析，並將此技術成熟應用於文物科學分析。因此，希望藉由此次交流訪問，來提升院方文物科學分析的專業認知，強化對此一研究領域的國際對話，進一步拉近台灣與法國雙方文化交流的距離。除與 C2RMF 進行博物館實驗室的國際對話之外，本人亦主動聯繫文建會巴黎台灣文化中心（Centre Culturel de Taïwan à Paris）與 C2RMF 會談，以擴大台灣與法國雙邊文化層次。訪問期間，由物理學家 Lucile Beck 女士帶領，進行顏料的辨識與鑑定分析，實際參與操作光學顯微鏡分析、拉曼光譜分析、紅外線光譜分析、大羅浮元素分析加速器 AGLAE 的 PIXE、PIGE、RBS 分析。建立一套科學分析研究程序的正確認知，受益匪淺。

## 出國報告審核表

出國報告名稱： 大羅浮元素分析加速器（AGLAE）在文物科學分析的應用		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
王竹平	助理研究員	故宮博物院科技室
出國期間：95年9月1日至95年12月1日		報告繳交日期：96年4月10日
計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 2.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「出國報告資訊網」為原則。

## 目 次

壹、 交流訪問目的

貳、 訪問行程摘要

參、 交流訪問內容

一、 簡介 C2RMF 的法國博物館研究實驗室

二、 什麼是大羅浮元素分析加速器 AGLAE？

三、 實際應用操作：顏料辨識與鑑定分析

肆、 交流訪問心得與建議

伍、 感謝

陸、 附錄說明

附錄一\_ 法國博物館科學研究暨修護中心（C2RMF）致故宮博物院正式邀請函

附錄二\_ 法國在台協會致故宮博物院正式邀請函

附錄三\_ 法國博物館科學研究暨修護中心（C2RMF）、故宮博物院以及筆者三方簽署的交流訪問合約

附錄四\_ 法國在台協會與筆者簽署的旅費贊助合約

附錄五\_ Lucile Beck（Carolina Gutierrez & Meg Wang）簡報內容初稿（2006年12月21日）

## 壹、交流訪問目的

法國博物館科學研究暨修護中心（Centre de recherché et de restauration des Musées de France，簡稱 C2RMF），前身爲羅浮宮科技室；故宮博物院曾於 2003 年邀請該中心科學研究實驗室主任 Michel Menu 先生來台訪問。Menu 先生返法後，保持一貫的熱誠，邀請科技室同仁依據各自專業所長與研究經驗申請前往 C2RMF 實驗室進行交流訪問。

本項交流訪問在獲得院方支持下，以部分公費、部份自費，配合法國在台協會贊助往返交通費的模式，於 2006 年 9 月~12 月展開爲期三個月的交流訪問。交流重點爲該中心所自建「大羅浮元素分析加速器（Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Élémentaire）」，簡稱 AGLAE，是惟一建於博物館內之大型離子束加速器，以非破壞性方式進行粒子誘發 X 射線螢光分析，並將此技術成熟應用於文物科學分析，且其分析數據之學術信賴度高，享譽世界。因此，希望藉由此次交流訪問，來提升院方文物科學分析的專業水準，強化對此一研究領域的國際對話，進一步拉近台灣與法國雙方文化交流的距離。

故宮博物院科技室除了以非破壞性 X 光放射照相技術進行文物科學分析之外，近年亦積極從事以貴重精密儀器來精進文物科學分析之研究工作。X 光螢光光譜分析儀（XRF）的建置爲目前最新發展，以貴重精密儀器以非破壞性方式進行文物材質成份分析，可廣泛應用於繪畫顏料，金屬器與陶瓷文物等相關科學性研究議題。惟國內此應用研究領域，發展未臻成熟，在分析樣本取得不易、實驗室空間與儀器設備資源不足之外，本室同仁在推動此研究領域亦缺乏學習對象與研究夥伴。秉持對文物科學分析在博物館文物研究的重要性，本

室同仁仍積極樂觀面對此研究窘境，主動與國外有學術聲望的實驗室往來，建立合作關係。

首先，文物材質的科學分析為本人一向的研究關注焦點。無論是進行文物保存修護、或是進行文物藝術史研究，唯有透過對文物材質的瞭解，方能確實地重建古代製造技術，也才能建立正確的修護決策與進行文物詮釋的科學建構。自 2003 年 4 月進入故宮博物院科技室服務以來，除了逐步改善文物修護工作空間為一具有科學精神的實驗室，並建立系統化的器物修護流程：一般檢測、器物歷史與源流調查、器物製造技術研究、文物毀壞與惡化狀況評估、保存與修護提案與執行；除此之外，隨案定時紀錄與案後評估與建議，亦占有相當重要性。

同時，亦積極建立故宮博物院在文物科學分析的設備與實驗室，俾以發展文物科學分析之研究領域與推廣此研究領域之重要性。在 2003 年，本人先就科技室舊有設備進行清理修繕，建置一套金相與陶瓷樣本製備設施與流程；2004 年，在院方經費支持下，進行可攜式 X 光螢光光譜分析儀（XRF）暨其實驗室的建置；2005 年，繼續 XRF 儀器測試作業與相關設備擴充；2006 年，開始進行院藏文物的非破壞性文物材質定性分析（以顏料與金屬文物為主）的先導研究工作。

基於，本院以文物非破壞性科學分析（包括：X 光放射照相與 X 光螢光光譜分析）為研究發展重點；因此，對於陶瓷文物科學研究所需的成份定性定量分析，則需透過與其他實驗室的合作交流方能進行，因此，和法國 C2RMF 研究實驗室所進行大羅浮元素分析加速器在文物科學分析的交流，是難得的學習經驗，也是建立未來合作管道的契機。

另外，在故宮科技室與 C2RMF 進行博物館實驗室的國際對話之外，為擴大台灣與法國雙邊文化層次，本人亦主動聯繫文建會巴黎台灣文化中心（Centre Culturel de Taïwan à Paris），介紹巴文中心主任暨同仁與 C2RMF 科學研究實驗室 Michel Menu 主任會面（圖 1）。稍後，時值台法文化獎期間，巴文中心、文建會暨來法學者專家亦一同獲邀參觀 C2RMF 科學研究實驗室以及鄰近的羅浮宮繪畫暨木雕彩繪修復室。同時，承蒙巴文中心熱情邀約，Menu 先生亦多次出席巴文舉辦之文化活動，雙方互動良好，深感安慰。



圖 1：左一為巴文中心劉俐主任，左二為 C2RMF 研究實驗室 Michel Menu 主任

## 貳、訪問行程摘要

本人於 2006 年 9 月 1 日（週五）搭乘長榮航空 BR87 班機自台北起飛，於 9 月 2 日（週六）抵達巴黎，週日安頓住處、整理行李與認識週遭環境，9 月 4 日（週一）便向位於羅浮宮地下室的 C2RMF 研究實驗室報到（圖 2~圖 3），展開三個月的交流訪問，主要工作地點為大羅浮元素分析加速器 AGLAE 實驗室（圖 4）。

由於 AGLAE 設施使用需求極高，申請使用者來自世界各國，例如：每個月就有一週是保留給歐盟 Eu-ARTECH 研究團隊使用。AGLAE 團隊每月開會一次決定下個月使用者與其可操作時程，幾乎月月滿檔，原本不易插入本人操作時程，在大家全力配合下，調出 10 月 5 日為本人全天操作日（圖 5），另外 9 月 26 日、



圖 2：羅浮宮主要入口



圖 3：羅浮宮地底的 C2RMF 研究實驗室

11 月 9 日則搭配其他人時程進行部份時段的 AGLAE 操作。其餘時間除了每日觀摩他人實驗進行與對話之外，就是忙碌於其他樣本製備、光學顯微鏡、掃描式電子顯微鏡、拉曼光譜以及紅外線光譜分析實驗室，進行相關 AGLAE 的實驗準備與研究工作。

其中最難得的就是在臨走前，遇到 AGLAE 的年度修繕工作，親眼見到 AGLAE 被支解、分區打開進行內部保養與清潔工作，並獲得加速器技術人員一一就相關部位解說離子束加速器的原理與運作機制，尤為可貴。最後，在 11 月 30 日踏上歸途，搭乘長榮航空 BR88 班機自巴黎起飛，於 12 月 1 日返抵台北。



圖 4：AGLAE 加速器實驗室主要工作台



圖 5：2006 年 10 月 AGLAE 工作時程表

## 參、交流訪問內容

- 一、簡介 C2RMF 的法國博物館研究實驗室
- 二、什麼是大羅浮元素分析加速器 AGLAE？
- 三、實際應用操作：顏料辨識與鑑定分析

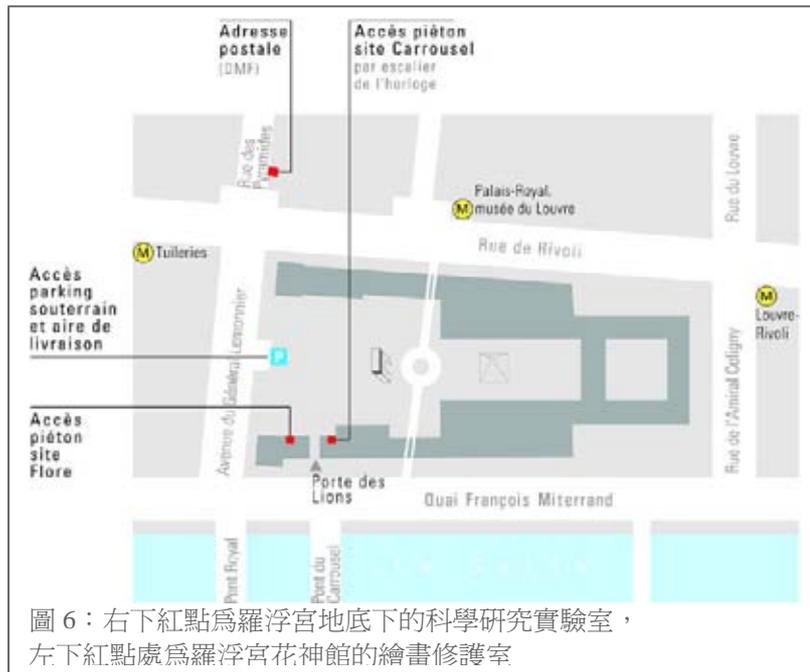
### 一、簡介 C2RMF 的法國博物館研究實驗室

C2RMF，是 Centre de recherché et de restauration des Musées de France 的縮寫，一個 R 是 recherché，代表科學研究，另一個 R 是 restauration，代表修護，所以中文譯名為法國博物館科學研究暨修護中心。

顧名思義，早期的 C2RMF 是兩個獨立運作的單位。法國博物館科學研究實驗室，原名為 Le Laboratoire de recherché des Musées de France，簡稱 LRMF，主要負責分析檢驗工作，又稱羅浮宮科技室，坐落於羅浮宮旁卡胡賽花園（Les jardins de Carrousel）地底下方龐大的地下三層樓建築。法國博物館修護中心，原名為 Le Service de Restauration des Musées de France，簡稱 SRMF，主要負責維護修復工作，位於凡爾賽宮旁的獨棟建築。基於科學分析研究與文物維護修復乃一體兩面的工作機制，於是法國政府於 1998 年 12 月，將兩中心合併為一，整合後的 C2RMF，共分三地（圖 6~7）：羅浮宮卡胡賽花園地底的科學研究實驗室、羅浮宮花神館的繪畫與彩繪木雕修護室以及凡爾賽宮旁的考古文物與大型雕塑修護室。

此次交流訪問的地點與對象，便是位於羅浮宮旁卡胡賽花園地底的法國博物館科學研究實驗室內置的 AGLAE 離子束加速器及其工作團隊，該團隊負責人為 Philippe Walter 博士，曾於 2006 年 10 月來台參加國家同步輻射研究中

心舉辦的「同步輻射在藝術與考古領域的應用（Synchrotron Radiation in Art and Archaeology）」研討會。



C2RMF 的法國博物館科學研究實驗室，主要成員為科學家，扣除行政與公關人員、預防性維護人員及資料部門人員，其餘的科學家與技術人員依其研

究質材與專業再分成下列幾大部門：石材與陶瓷、玻璃與金屬、顏料與有機材質、油畫與素描、AGLAE 計畫團隊。除了最後一項的 AGLAE 計畫，其他四大部門的實際運作情形，其實由其所執行的研究技術與應用方法來看，較能一窺究竟。

整個法國博物館科學研究實驗室，無論是從空間或是人員與設備配置，基本上分成兩大半，前半段的應用技術與方法是以檢測（Examination）為主，後半段的應用技術與方法是以分析（Analysis）為主。此外，還有一組人馬，形成第三類研究團隊，來發展「年代鑑定」或稱「斷代」（Datation）的分析技術與方法，目前有熱釋光法（Thermoluminescence dating）與碳十四法（Carbon 14 dating）。

採「檢測」與「分析」二分法，不管是具象的運送路線或是抽象的思考邏輯，都形成非常順暢的「文物科學分析」動線規劃與流程，例如：羅浮宮的鎮館之寶「蒙娜麗莎的微笑」，就曾多次在不受外界環境與人群干擾的動線下，直抵檢測區的攝影室，由檢測專業人員會同博物館研究員，能夠心無旁騖地就其老化現象，進行相關檢測。

文物送來法國博物館科學研究實驗室，第一步便是診斷研究需求為檢測或是分析？若是「檢測」的研究需求，則是送往檢測區，由淺入深、由粗到細，應用不同儀器進行檢測，一般來說，檢測的標準流程為（1）彩色攝影→（2）黑白攝影→（3）斜光源攝影→（4）紫外線攝影→（5）紅外線攝影→（6）X 光放射攝影。一件文物經過這六道檢測工序，在其表面與結構上的文物資訊，大多皆能無所遁形的被記錄下來，再由專業技術人員與科學家進行相關

的解讀與詮釋。如果發現有特定的訊息或是現象，也許就會再被送到分析區，進行有關於成份的分析。

若是文物有「分析」的研究需求，通常是材質的鑑定或是成份的分析，這類分析的研究需求，往往會有特定的分析設備來因應特定的研究問題。仍然，在文物送進法國博物館科學研究實驗室的分析區，依舊有一套分析的標準流程可參考，例如：以顏料的鑑定與分析來說，大致上可依循的研究程序為（1）光學顯微鏡分析→（2）拉曼光譜分析→（3）紅外線光譜分析→（4）掃描式電子顯微鏡分析→（5）大羅浮元素分析加速器 AGLAE 的 PIXE、PIGE、RBS 分析。

## 二、什麼是大羅浮元素分析加速器 AGLAE ？

AGLAE 是 Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Élémentaire 的縮寫，中文譯名為大羅浮元素分析加速器。簡單的說，它是一種離子束加速器，經過法國博物館研究實驗室的改造，可以在非真空環境下，以非破壞、非取樣的方式，對文物材質成份進行元素分析。其所得分析數據，進一步，透過專業程式 Gupix/Gupixwin 的計算與專家的解讀，可用來回答有關藝術與考古文物的用料（identification of the material）、來源出處（determination of the provenance）、以及老化或表面改變（study of surface modification: ageing, alteration），而這些文物資訊都可用以考究文物的相對年代與真偽問題。

借用中央研究院物理研究所加速器實驗室的一段說明：早期加速器的主要功能，是產生能量為百萬電子伏特（MeV）的離子束，做為核物理或核化學學者研究工具，但隨著核相關領域學者轉移至使用更高能量（GeV 或 TeV）的

加速器，留下更多的時間供其它領域探討，又適逢八十年代半導體工業的發展，離子佈植（ion implantation）、材料雜質含量和薄膜品質等種種需求，加速了加速器應用的進展。利用離子束對樣品表面進行分析，通常可以獲得下列三方面的結果：(1) 樣品表面元素的組成；(2) 元素在表面的含量；(3) 元素在表面的排列情況。

大羅浮元素分析加速器 AGLAE 的加速器主體是採用美國 NEC 公司製造的 Pelletron®串級靜電加速器，如圖 8 所示，其係利用靜電場來加速帶電粒子，最高終端電壓為 3 MeV。離子源所產生的射束，經由偏轉磁鐵偏折後，到達高電壓端處，藉由位於該處的電荷剝離器剝掉離子上的電子，而使該離子由帶負電的陰離子變成帶正電的陽離子，而該等陽離子再經由高壓端向另一端加速，而成高速陽離子射束。加速管本體與高壓端通常置於一高壓鋼筒內（圖 9~11）。高壓端內的電荷剝離裝置具有碳膜及氮氣兩種型式，其用以將陰離子轉變為陽離子。

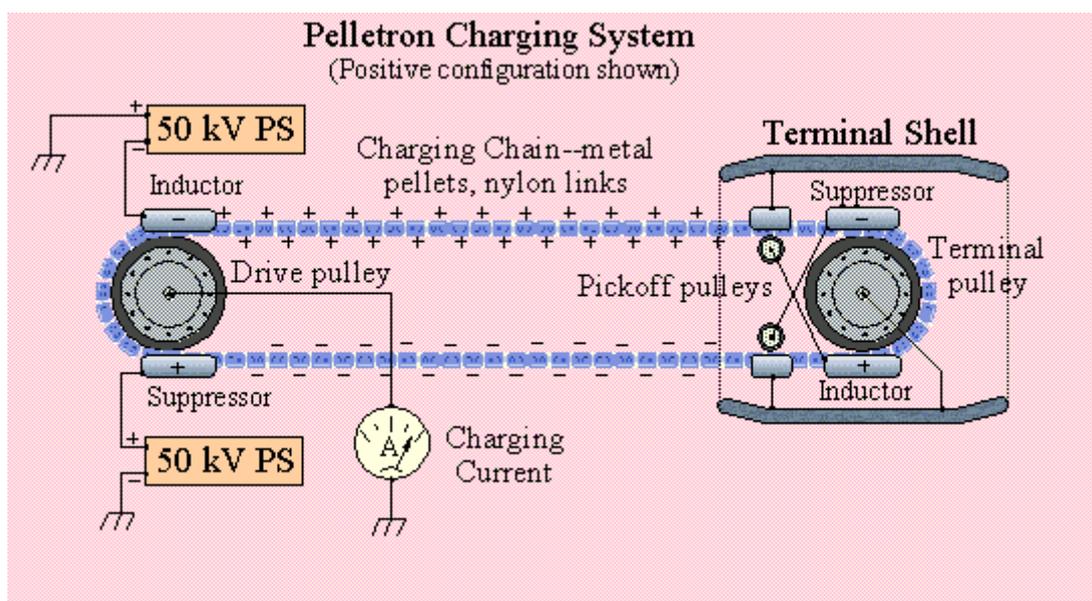


圖 8 Pelletron®串級靜電加速器示意圖 (<http://www.pelletron.com/charging.htm>)



圖 9  
AGLAE 加速器  
本體，技術人員  
將高壓鋼瓶拆解  
後，顯露出內部  
的加速管



圖 10  
加速器內部平日  
是以氧化鋁微  
粒，作為乾燥  
劑。



圖 11  
每年都會進行一  
次的加速器內部  
清潔工作

而大羅浮元素分析加速器 AGLAE 所應用的離子束分析技術，主要有粒子誘發 X-射線產生（Particle Induced X-ray Emission，簡稱 PIXE）、拉塞福背向散射光譜學（Rutherford Backscattering Spectrometry，簡稱 RBS），還有粒子誘發  $\gamma$  射線產生（Particle Induced Gamma Emission，簡稱 PIGE）。這些核技術各有長短處，綜合加以利用即可兼取各長處及互補，除此之外，配合在文物的實際應用之需，AGLAE 配有微離子束技術、雷射光源、攝影機，可就所需進行細部定位分析（圖 12~14）。

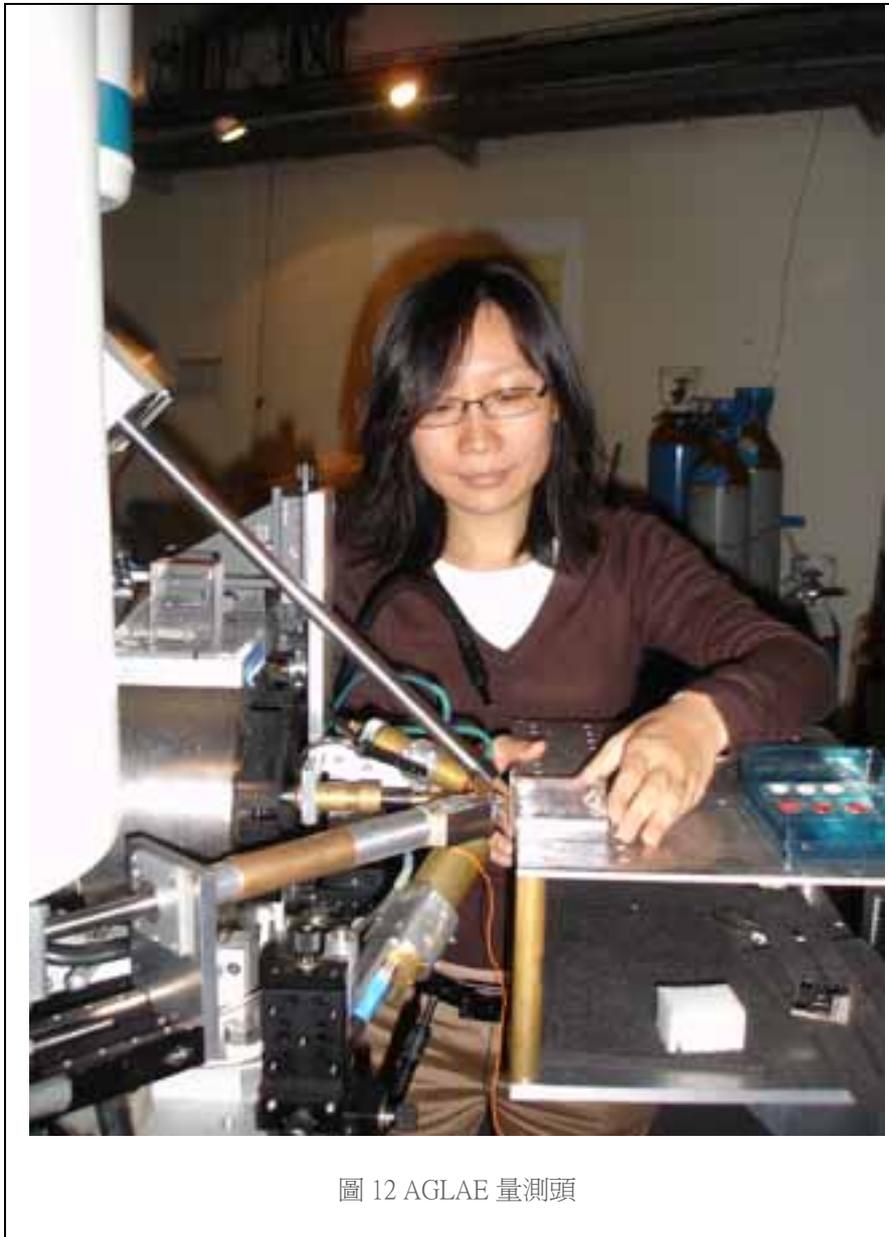


圖 12 AGLAE 量測頭



圖 13

AGLAE 量測頭附近，配有螢幕，可目視調整受測物細部定位



圖 14

受測物定位後，操作人員即離開 AGLAE 輻射管制區，進入 AGLAE 工作區，藉由螢幕及電腦，執行遙控的 AGLAE 元素分析作業

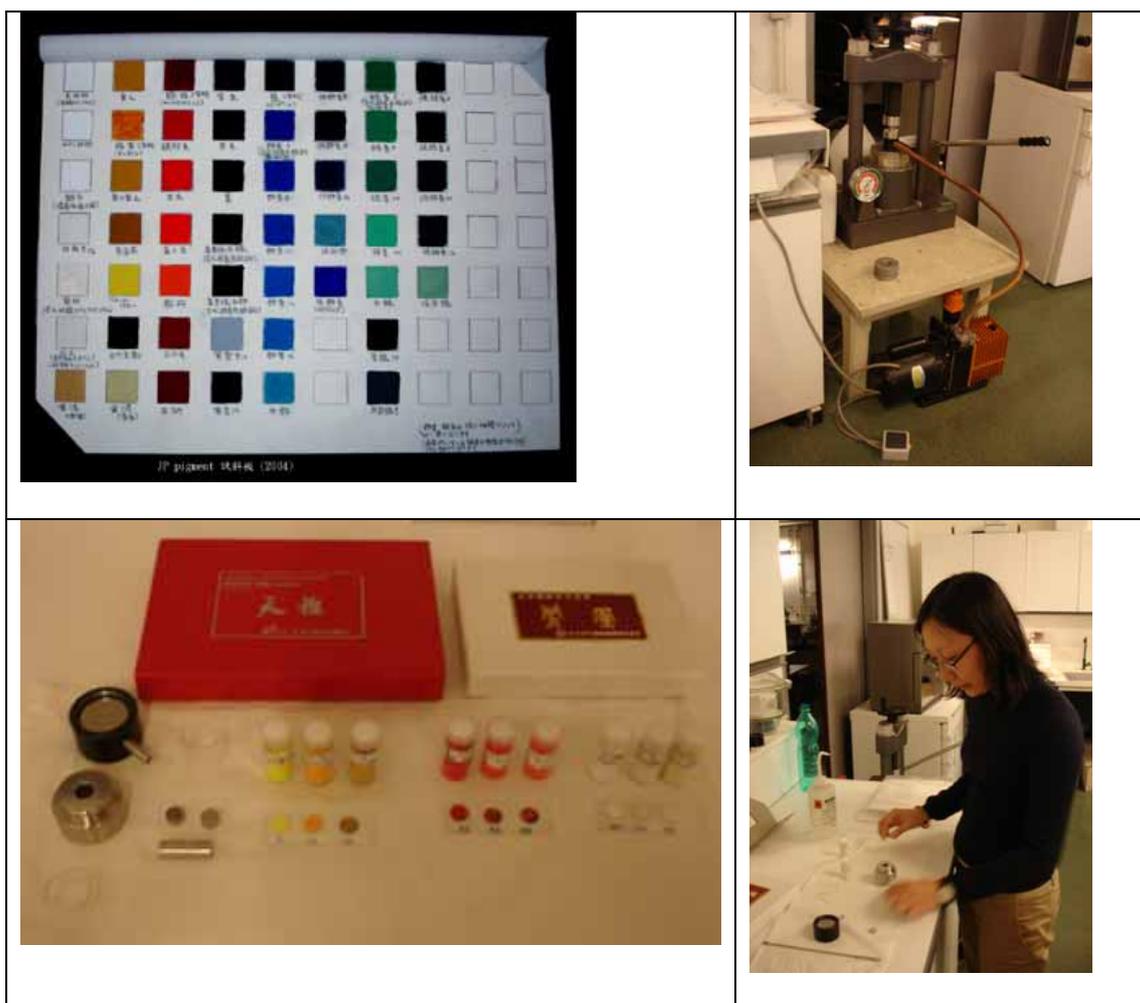
### 三、實際應用操作：顏料辨識與鑑定分析 PIGMENT IDENTIFICATION

原本想利用此次交流訪問機會，直接進行陶瓷文物相關的非破壞性定性定量分析研究實習，然而，由於該中心此領域專家 Anne Bouquillon 女士，時間

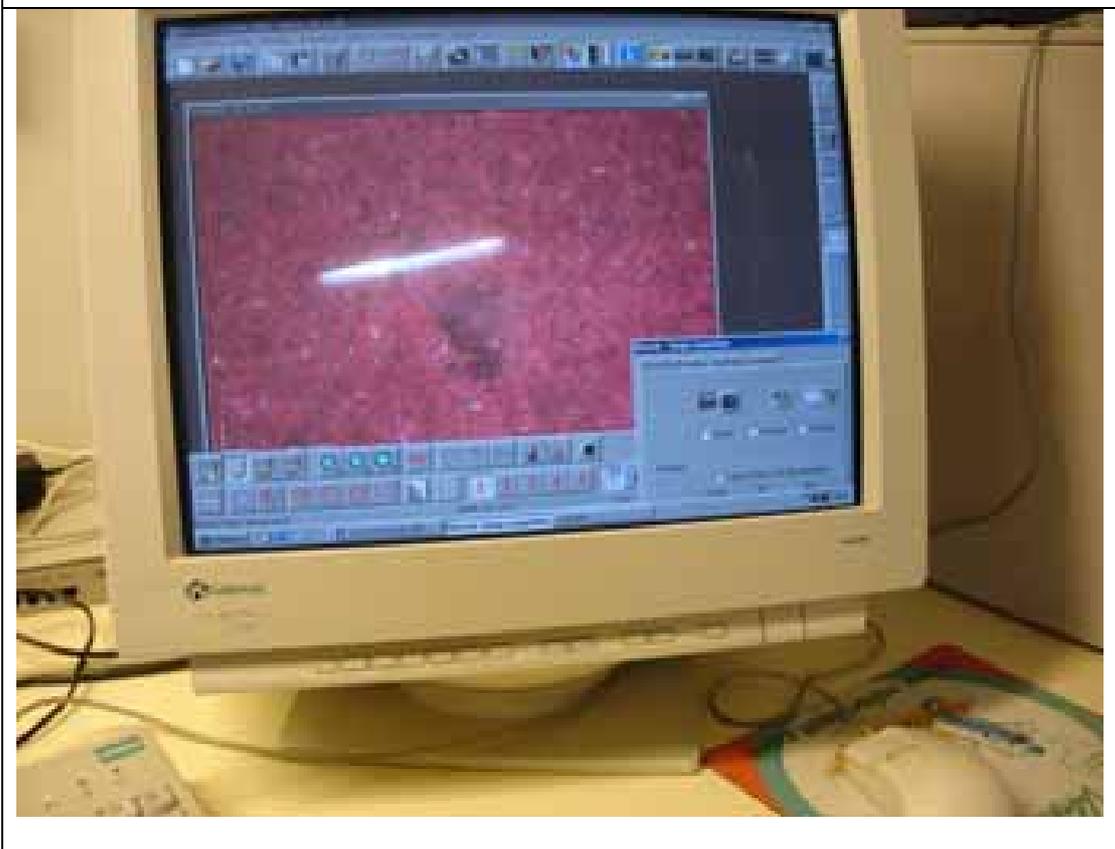
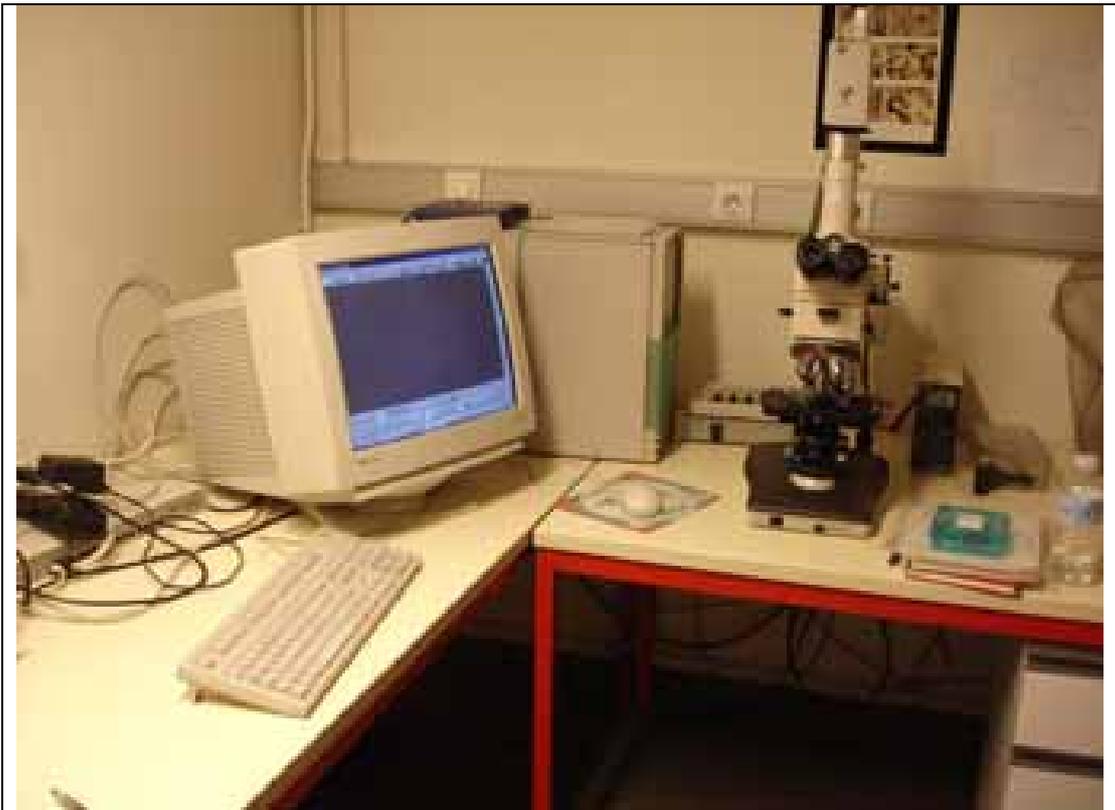
無法配合；因此，在 AGLAE 工作團隊負責人 Philippe Walter 博士的協調下，改由物理學家 Lucile Beck 指導顏料分析的研究主題。事實上，顏料所涉及相關文物層面更為廣泛，舉凡書畫、琺瑯、陶瓷、玻璃或是金屬器，在文物材質的某一面向，皆和顏料有關。

我們規劃了一系列的分析流程，來進行所謂的顏料辨識與鑑定研究，以白色、紅色與黃色礦物性顏料為主。分別採用光學顯微鏡、拉曼光譜分析、紅外線光譜分析，來搭配 AGLAE 元素分析的結果，解讀與詮釋受測顏料樣本。

(1) 圖 15~18 為樣本製備過程



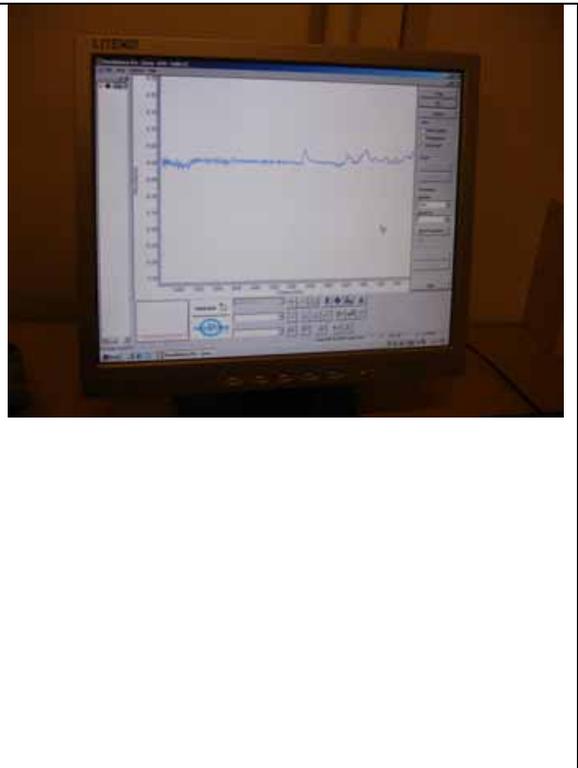
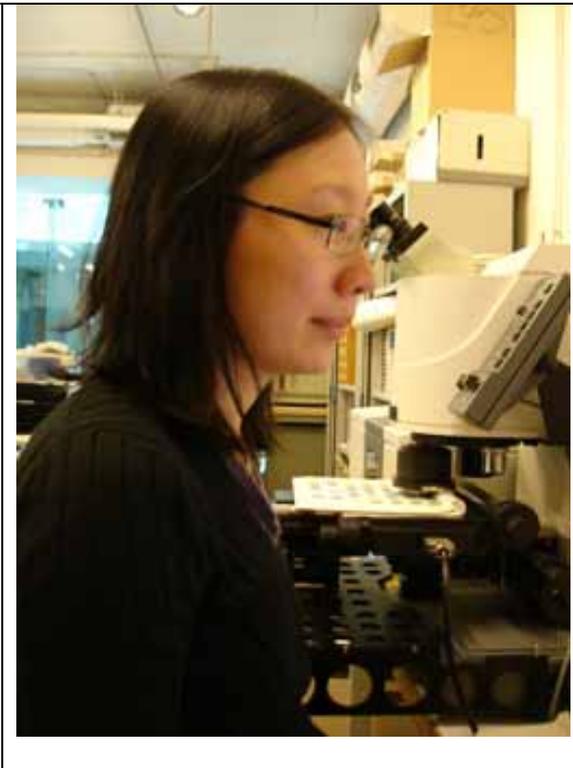
(2) 圖 19~20 為利用光學顯微鏡觀察分析過程



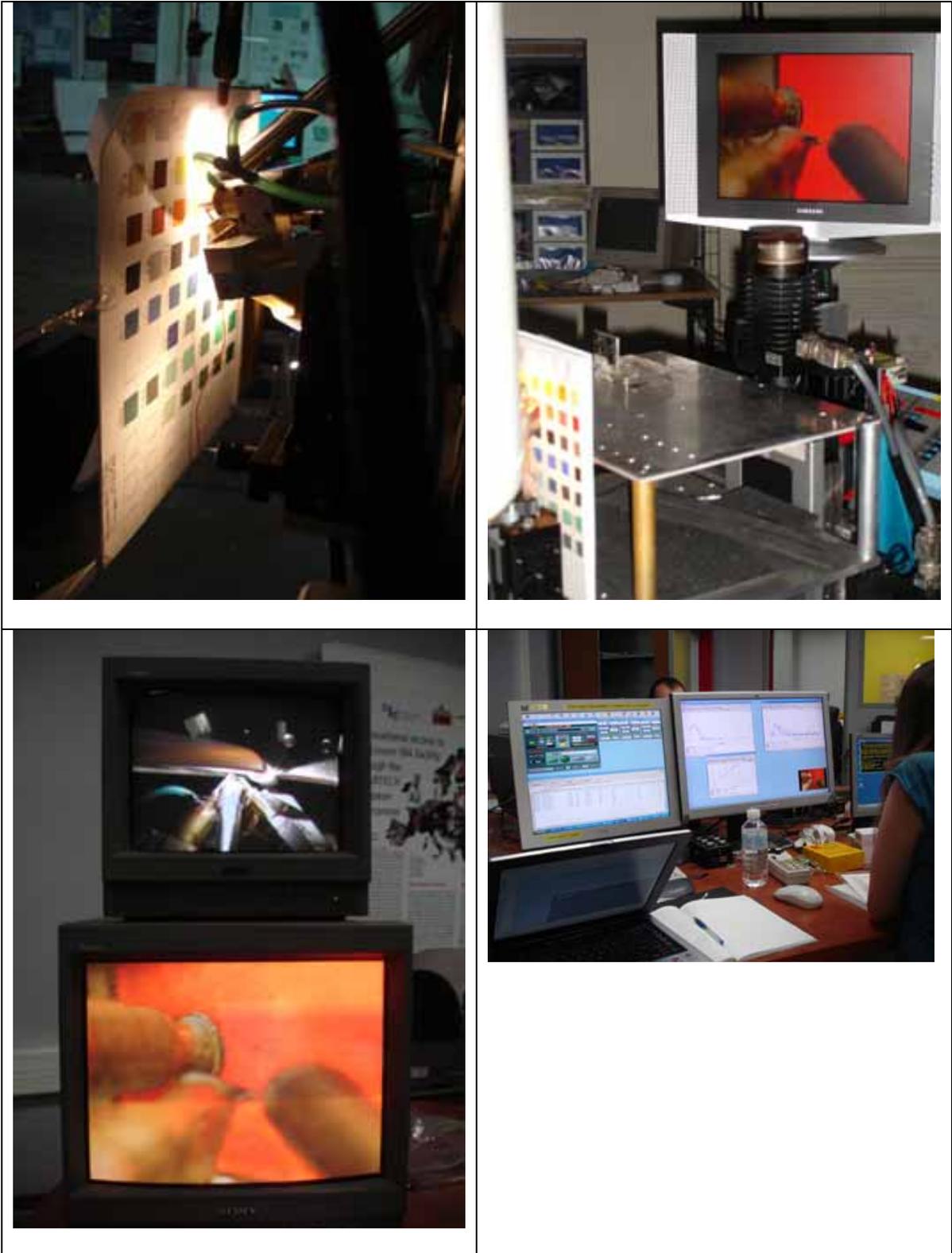
(3) 圖 21~22 為利用拉曼光譜分析過程



(4) 圖 22~25 為利用紅外線光譜分析過程



(5) 圖 26~29 為操作 AGLAE 進行元素分析過程



除了以顏料為主題，學習與參與實務操作上述一系列的分析研究工作之外，亦搭配 Lucile Beck 女士正在進行中的研究實驗，關於大羅浮元素分析加速器在硬體設備與啓動條件上的最佳化設定，使其可能對樣品的輻射傷害減輕為最低程度。Lucile Beck 女士匯集本人與另一位博士研究生 Caroline Gutierrez 所得分析成果，預定 95 年 12 月 21 日公開演講，由於本人屆時已返回台灣，不克參加，臨行前 Beck 女士特別提供一份簡報初稿，讓我留做參考，參見附錄五。

## 肆、交流訪問心得與建議

### 一、博物館與實驗室的存在關係？博物館實驗室的存在意義？

此次交流訪問，第一個映入我腦際的問題是博物館與實驗室的存在關係？首先，博物館實驗室（museum laboratory）的存在意義，是無庸置疑的，是被肯定的。畢竟，世界各地發展出的文物科學分析與修護，幾乎皆是從一個重要博物館的實驗室開始萌芽，例如：德國的柏林國家博物館實驗室 Rathgen-Forschungslabor、倫敦的大英博物館實驗室 Department of Conservation, Documentation and Science、巴黎的法國國家博物館實驗室 C2RMF，皆有設置貴重精密儀器來發展文物科學分析的多年歷史與經驗。

但是，這些具指標性的博物館實驗室，一路走來，也並不順遂，不時有關閉、整合、分化與重新營運的議題出現。基本上，不太可能每一個博物館都配置一個具規模的實驗室，這也是不爭的事實。所以，一旦國家級博物館的博物館實驗室發展成熟後，勢必面臨外界的需求，擴大研究服務範圍。法國的 C2RMF 就是個典型的例子，由羅浮宮科技室轉型為法國博物館科學研究與修護中心，研究服務對象由羅浮宮收藏到其他國家級博物館收藏，如：吉美博物館等等。

對於地方的研究需求或是博物館收藏以外的研究需求，則需仰賴地方性實驗室或是其他專業實驗室來分工進行，譬如：位於南特的古代考古文物研究與修護實驗室 Arc'Antique（Conservation of archaeological objects found underwater）、位於格勒諾布爾的核能技術保存考古文物區域實驗室 ARC-Nucléart（Regional Conservation Workshop for preserving cultural heritage and art objects）、位於馬賽的文化遺產保存修護區域中心 CICRP（The interregional

Centre for Heritage Conservation and Restoration) 、位於巴黎市區的圖檔文物保存研究中心 CRCDG ( Centre for Research into the Conservation of Graphic Documents ) 、位於巴黎東郊的歷史建物研究實驗室 LRMH ( Historical Monuments' Research Laboratory ) 。如此，才能交織出一幅嚴密的文化資產保存與研究全國網路。

在英國，如同其政治區域發展，英格蘭、蘇格蘭與威爾斯的國家級博物館，皆設有博物館實驗室，進行博物館文物科學分析與修護研究。考古文物的科學分析研究則由大學所設置的考古科學實驗室主導研究工作。地方博物館或大學博物館亦不乏駐館修護人員或是委託私人工作室來進行文物修護。另有一些商業科學實驗室提供文物斷代的服務。如此亦構成英國一幅不同於法國卻也嚴密的文化資產保存與研究全國網路。

反觀國內，除了台北的故宮博物院設有科技室，作為文物保存維護與科學研究之專責單位，其他國家級博物館零星地存在著一些為文物維護而盡力的工作人員，卻是以一種打游擊的生態存在著，更遑論地方級博物館或文化單位的窘境。即使是故宮科技室，一路孤單發展下來，亦多次面臨她和博物館存在關係與定位問題。雖然，文建會早在 80 年代台灣文化資產保存運動蓬勃發展之際，即思考籌設國家級文化資產保存研究中心，組織架構歷經多次變革，而文資中心籌備處自 1997 年 5 月成立以來，以一種脫離博物館的新模式存在著，擁有國家級的科學研究實驗室與文物修護設施，卻尚未建立起服務全國國家級博物館文物的研究網路，也許是地處南部，形成一種較區域化、地方化的發展，雖然她的行政層面擴及全國。她，有著擔任全國指標性的文化資產保存研究實驗室與修護中心的企圖，但如何實踐？她與全國國家級博物館、地方博物館的

存在關係又如何？實在令人深思！同樣地，故宮科技室該如何立定志向？找出她的未來展望與視野，亦是需要內省的！

## 二、如何提昇科學分析的效率與品質？—作業流程與研究程序的建立

每一種分析儀器都有擅長產出的分析數據，唯有對此理解，方能善用各項分析儀器，來解決文物的科學研究議題。而此理解，需透過專業的訓練與養成、實務操作經驗的累積，來逐步養成。一個博物館實驗室，不管是從無到有，或是汰舊換新，首要且最有效的方法，就是建立一套科學分析的標準作業流程，俾以形成一套有效且具品質的研究程序。這裡所謂的流程，不意指單一分析設備在操作上的標準流程，而意指多項分析設備，因應一個博物館實驗室的現實機制（包括：空間、預算、人力、技術等等主客觀因素），藉由對各個分析設備性能的專業理解，所設計與規劃出在採購上、建置上、操作上與最重要的回答研究問題上的優先順序。單一分析設備在操作上的標準流程不是不重要，而是它必須理所當然地存在與被實踐，如果它必須一再被強調，那麼這個博物館實驗室的專業品質，就必須被質疑。

C2RMF 的法國博物館研究實驗室，提供了很好的典型示範，文物送來法國博物館科學研究實驗室，第一步便是診斷研究需求為檢測或是分析？若是「檢測」的研究需求，則是送往檢測區，由淺入深、由粗到細，應用不同儀器進行檢測，一般來說，檢測的標準流程為（1）彩色攝影→（2）黑白攝影→（3）斜光源攝影→（4）紫外線攝影→（5）紅外線攝影→（6）X 光放射攝影。一件文物經過這六道檢測工序，在其表面與結構上的文物資訊，大多皆能無所遁形的被記錄下來，再由專業技術人員與科學家進行相關的解讀與詮釋。若是文物有「分析」的研究需求，通常是材質的鑑定或是成份的分析，以顏料

的鑑定與分析來說，大致上可依循的研究程序為（1）光學顯微鏡分析→（2）拉曼光譜分析→（3）紅外線光譜分析→（4）掃描式電子顯微鏡分析→（5）大羅浮元素分析加速器 AGLAE 的 PIXE、PIGE、RBS 分析。

### 三、科學研究人力如何分配？—人、設備、空間的組合

三個月的交流訪問，雖然無法與法國博物館研究實驗室裡眾多科學研究人員一一對話。從接觸到或是一起共識的對象，可以理解到每一位科學研究人員，基本上都專司一項分析設備，從儀器的架設、使用操作、教育訓練、管理修繕與研究應用，她（他）都對她（他）所負責的檢測或分析儀器與技術了然於胸，並依設備的規模大小，搭配幾位固定的技術人員。當然，法國博物館研究實驗室有其先天上的優勢，設備經費皆屬國家級，甚至是國際級的水平，其所屬科學研究人員也就不會有設備缺乏的困擾—這個困擾卻是目前台灣博物館實驗室首先必須先面對與解決的。

法國博物館研究實驗室在人力分配上，還有其巧妙之處，藉由辦公室空間的安排，領域相關的科學研究人員，往往兩兩成對或三人一組的使用同一辦公室，如此，方便彼此的對話也增進彼此的交流，造就許多優良的研究夥伴與團隊。譬如說：負責拉曼光譜儀的 Sandrine Pages-Camagna 女士就與負責紅外線光譜儀的 Anne-Solemn LeHÔ 女士，雖然儀器設置在實驗室不同角落，但使用同一辦公室的情形下，可就同一文物材質主題，研究拉曼光譜分析與紅外線分析的優缺點與互補處。可見，看似無關的辦公空間安排，卻無形中凝聚了一股研究勢力，有效地提高該實驗室在特定領域的研究產出與水平。

## 伍、感謝

本交流訪問，除了感謝院方支持之外，對於法國在台協會對此行的旅費贊助與該協會施欣吟小姐的協辦法國簽證，特此致謝；同時，在法期間亦承蒙文建會巴黎台灣文化中心（Centre Culturel de Taïwan à Paris）劉俐主任宴請 C2RMF 科學研究實驗室主任 Michel Menu 聯繫雙方情誼以及巴文秘書林慧珠小姐多次貼心問候，使此行備感溫馨。

## 陸、附錄說明

附錄一為法國博物館科學研究暨修護中心（C2RMF）致故宮博物院正式邀請函，附錄二為法國在台協會致故宮博物院正式邀請函；附錄三則法國博物館科學研究暨修護中心（C2RMF）、故宮博物院以及筆者三方簽署的交流訪問合約，附錄四則為法國在台協會與筆者簽署的旅費贊助合約。

附錄五為為 Lucile Beck 女士結合筆者與另一名博士研究生 Carolina Gutierrez 的實驗成果，預計於 2006 年 12 月 21 日對 C2RMF 同仁演講的簡報內容初稿。