

非破壞性檢測技術應用於油畫之研究： 以藤島武二《婦女像》為例

林詞硯*

摘要

非破壞性檢測是一種不需取樣或不直接接觸受測物件的檢測方法，更適合應用於文物的保存科學研究。本研究使用可見光源、顯微檢視、紫外線螢光攝影、反射式紅外線影像、X 射線攝影以及 X 射線螢光光譜儀 5 種非破壞性檢測方式，對藤島武二（1867-1943）的油畫作品《婦女像》進行繪畫材料研究分析。通過這些方法的交叉比對，探究創作過程和分析繪畫材料的資訊。

經相關資料和反射式紅外線影像檢測結果推測，《婦女像》的創作年代應在 1937 年之後，屬於藤島武二晚年時期的作品。畫作題材是滿州國地區身著傳統服飾的蒙族婦女。X 射線攝影顯示畫作人物的頭部和肩膀有遮蓋修改的痕跡，而紫外線下人物雙頰的特殊螢光反應可能是使用有機色料暈染所致。X 射線螢光光譜儀檢測發現畫作部分顏料含有鉛、砷、汞等元素，因具有毒性，近代已經較少作為油畫顏料使用。

關鍵詞

藤島武二、紫外線螢光攝影、反射式紅外線影像、X 射線影像、X 射線螢光光譜儀。

投稿日期：2022 年 7 月 31 日；通過日期：2023 年 12 月 25 日。

* 國立歷史博物館典藏組研究助理。

Non-destructive Testing in the Study of Oil Paintings: A Case Study of Takeji Fujishima's *Portrait of a Woman*

Lin, Tzu-Yen*

Abstract

Non-destructive testing is particularly suitable for conservation research, as it does not require sampling or direct contact with the artwork. This study applies visible light and microscopic inspection, ultraviolet fluorescence photography, infrared reflectography, X-radiography, and X-ray fluorescence spectrometry to analyze the materials of Takeji Fujishima's (1867-1943) oil painting *Portrait of a Woman*. By cross-referencing the results of the five detection methods, this study seeks to uncover information about the materials used and creative process.

Based on the literature and infrared reflectography analysis, it is inferred that *Portrait of a Woman* was painted after 1937, in Fujishima's later years. X-radiography revealed traces of a cover-up in the head and shoulders of the subject, a Mongolian woman wearing traditional attire in Manchukuo. The unique fluorescent response of the cheeks under ultraviolet light may have been caused by use of organic dyes. In addition, X-ray fluorescence spectrometry detected the presence of elements such as lead, arsenic, and mercury in some pigments, which are less commonly used today due to their toxicity.

Keywords

Takeji Fujishima, ultraviolet fluorescence Photography, infrared Reflectography, X-radiography, X-ray fluorescence spectrometer.

* Research Assistant, Collection and Preservation Division, National Museum of History.

壹、前言

結合藝術史學、文物修護、與科學檢測分析的跨領域研究，建立了現代藝術保存科學與技術性藝術史的基礎。針對藝術物件的鑑賞判斷、文物的材料觀察與劣化狀況提出問題，並以科學方式尋找相關佐證或材料分析。¹其中非破壞性檢測技術，即因無須取樣，或無須直接接觸樣本表面而稱之，更適合應用於檢測珍貴脆弱的文物與藝術品。²

2010 年國立歷史博物館（以下簡稱史博館）為執行文化部「重建臺灣藝術史計畫」，購置文物研究所需之作品狀況判別、分析檢測等文保修護科學相關儀器設備，建立史博館文保科學研究發展基礎。依文物的重要性、代表性與材質特性，選擇本館藏品，由藤島武二（1867-1943）繪製的《婦女像》（圖 1）作為新置文物科學檢測儀器設備的成果範例。



圖 1 藤島武二 《婦女像》 油彩木板
32.9×23.7×0.5 公分，國立歷史博物館藏
圖片來源：筆者拍攝

史博館於 2008 年購藏的《婦女像》是藤島武二畢生對於異國風情民族女性形象研究的系列畫作之一。針對藤島武二的研究以其藝術史的成就或繪畫風格演變為主要論述。創作題材主要分為人物與風景兩類，又分別以女性肖像及日出風景最具代表性。部分研究者將之立於「日本西洋繪畫的完成者」³的里程碑上，或尊稱其為「臺籍畫家的導師」。⁴

1 徐鈺涵、趙孝軒、劉于瑋著，〈技術性藝術史透鏡下的作品：奇美博物館藏之（仿）楊·荷賽特的《聖母子》〉，《文化資產保存學刊》60 卷（2022. 6），頁 30-53。

2 非破壞性的檢測方式避免文物受到物理性取樣或備置樣本的表面傷害，但從原子與分子之間的微觀角度，能量已經發生轉變，仍應考量造成文物劣化的可能性。早川泰弘，高妻洋城，魏佩雯譯，《日本文化財分析化學應用實技》（臺中：文化部文化資產局，2022），頁 12-13。

3 潘潘，〈日本西洋繪畫的完成者——浪漫的藤島武二〉，《藝術家》（2011），頁 400-405。

4 李欽賢，〈藤島武二——臺籍畫家的導師，日本美術的近代光譜〉，（臺北：雄獅圖書股份有限公司，1993），頁 58-65。

畫家藤島武二（Fujishima Takeji, 1867-1943）出生於日本九州鹿耳島地區，為日本西洋畫壇早期的官方代表之一，受黑田清輝（1866-1924）影響加入白馬會，並於 1896 年提拔入東京美術學校西洋畫科的擔任助教授，同期西洋畫科師資還有岡田三郎助（1869-1939）與和田英作（1874-1959）等人，同為學院派的元老與領導核心，曾指導過劉錦堂（1894-1937）、顏水龍（1903-1997）與張秋海（1899-1988）等臺籍留學生。⁵ 1905 年獲得文部省提供公費留學法國與義大利，受西方 20 世紀後期印象派與文藝復興影響創作風格，逐漸脫離早期印象派與外光派的框架，兼容開創出帶有裝飾性的浪漫主義成為個人風格。1919 年任帝國美術學院展覽會的審查委員，曾赴殖民地朝鮮、臺灣、與附庸的滿州國旅行，並參與審查當地美術展覽會。⁶

藤島武二畢生追求具有異國情調與東洋趣懷的女性理想樣態，成果反映在不同時期的女性人物畫作中。1920 年後，隨著西洋畫在日本逐漸普及與在地化，藤島作為領航者，引導同一時代的西洋畫家們對於相同題材的追隨，⁷ 從早期外光派與浪漫主義的代表作《天平追憶》（1902）、《蝶》（1904），留學時期的歐洲女性肖像《黑扇》（1908-09），著韓服的《花籠》（1913），著中式旗袍的《香氣》（匂い、1913）、到中期更具裝飾性的中國服飾肖像《東洋振》（1924）與《芳蕙》（1926），⁸ 以及 1933 至 35 年之間，赴臺灣擔任臺展第八、九、十屆的審查委員，繪製了一系列展現殖民地臺灣女性作品，如《阿錦》、《臺灣之女》、《番女》等等。⁹

藤島畢生繪製研究的女性肖像系列作品，除了呼應當時的政治局勢與文化政策，也潛在西洋人種學對於異文化、風俗觀察的影響。從這些作品中的女性肖像可見涵蓋日本、中國、殖民地朝鮮、臺灣等民族差異性，也意圖展現藝術家眼中不同的地域特質，卻又隱含日本大國家主義下不可分

5 古田亮，陳令嫻譯，〈指導臺灣留學生的西洋畫家〉，《臺灣的近代美術》（東京：印象社，2016），頁 68。

6 兒島薰、邱函妮、林以珞譯，〈1920—30 年代日本油畫中對於「獨特性」的探究——在歐洲與亞洲之間〉，《國立臺灣大學美術史研究集刊》37 期（2014），頁 44-45。

7 林芊宏，〈亞洲地域：種族、風俗與女性的再現〉，《暨南史學》第 8 號（2005. 7），頁 157-244。

8 兒島薰，林怡利譯，〈藤島武二的中國服飾女性像〉，《藝術學研究》25 期，（2019），頁 235-263。

9 孫純美，〈名單之後——「地方色彩」作為一種異國情調：藤島武二眼中的臺灣〉，《財團法人陳澄波文化基金會》<https://chenchengpo.dcam.wzu.edu.tw/showNews.php?aid=194>（檢索日期：2022 年 4 月 17 日）。

割的亞洲民族特性與企圖重新定義華夷的世界觀。¹⁰

藤島武二曾於 1937 年與 1938 年前往滿州參與當時的滿洲國美術展覽會，並擔任審查委員的審查諮詢。¹¹ 滿洲國位於今日中國東北，以奉天、吉林、黑龍江及熱河四省為主要領土，並逐漸擴張至部分內蒙古地區。由日本關東軍扶持清朝末代皇帝溥儀，雜和清朝復辟人士、蒙滿王侯等各方勢力所建立，打著民族協和、王道樂土、建立理想新烏托邦的旗幟，作為建國動機與道德正統性。相對於孫文提出五族共和涵蓋漢、滿、蒙、回、藏的民族主義，¹² 滿洲國的建國理想體現於同一時期日本西洋畫代表畫家岡田三郎助於 1936 年為滿洲國國務院製作的《五族協和》畫中，由左至右 5 位分別身著漢、滿、大和、朝鮮族與蒙古族服飾的女性，並肩拉手呈現一片祥和氣氛的政治性宣傳壁畫。畫中最右邊代表蒙古族的女性穿著，頭頂帶有長流蘇的帽飾，長袖衣著外搭滾邊的開襟背心，與本畫人物的服飾非常相似（圖 2）。¹³



圖 2 岡田三郎助《五族協和》壁畫歷史照片

圖片來源：文貞姬，〈金剛山、圓山、樂土之表象：論東亞殖民地「官展」〉，《現代美術學報》30 期（2015），頁 76

10 林芊宏，〈亞洲地域：種族、風俗與女性的再現〉，頁 157-244。

11 金希真，〈殖民美術官辦美展之研究—以鮮展、滿展為對象〉（臺中：東海大學美術學系碩士論文，2009），頁 30。

12 山市信一，林琪禎等譯，〈滿洲國的實相與幻象〉（新北：八旗文化出版，2016），頁 118-140。

13 文貞姬，〈金剛山、圓山、樂土之表象：論東亞殖民地「官展」〉，《現代美術學報》30 期（2015），頁 76。

再比對同一時期由蒙古聯邦自治政府出版的〈透過明信片看亞洲系列〉，拍攝蒙滿地區人民地日常生活，其中〈既婚婦人〉（1937，圖 3）¹⁴ 中的女性人物穿著滾邊開襟背心，頭戴飾雙股長流蘇的服裝樣式與，也與本畫人物十分相似。



圖 3 〈既婚婦人〉

圖片來源：京都大學圖書館收藏，〈透過明信片看亞洲系列〉（蒙古：蒙古聯邦自治政府出版，1937）

本文所述非破壞性檢測包含不同波段光譜的表面影像檢視、穿透式影像紀錄與材料的元素分析，針對可見光源、顯微檢視、紫外線可見螢光攝影、紅外波段攝影、X 射線穿透影像與 X 射線螢光光譜儀進行研究分析。透過上述檢測方式，確認畫作目前的劣化狀況、尋找畫家可能使用的材料、打底草稿、修改過程等物件的歷史痕跡，並藉由相關資料推測創作年代與題材，建立研究藤島武二的相關資料。

14 京都大學圖書館收藏，〈透過明信片看亞洲系列〉，〈既婚婦人〉（蒙古：蒙古聯邦自治政府出版，1937）。圖片來源〈既婚婦人〉，《京都大学貴重資料デジタルアーカイブ》<https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00030353>（檢索日期：2023 年 5 月 1 日）。

貳、研究方法

本文藉由非破壞性科學檢測方法針對藤島武二所繪《婦女像》油畫作品執行相關研究。本次使用的五種非破壞性檢測方式包含實體顯微鏡、紫外線螢光攝影、反射式紅外線影像、X 射線攝影與 X 射線螢光光譜儀。所得分析結果依據實際色彩、調色原理、與畫家所處時代常用油畫顏料成分資訊進行比對推測。科學檢測設備相關說明與設定條件等規範如下列所述。

一、可見光與顯微觀察 (Visible Light and Micro Examination)

人眼視覺神經能感知接收的光譜波長因人而異，範圍大約介於 360nm 至 830nm 之間，泛稱為可見光。¹⁵ 藉由不同角度切面方向的光源與光學顯微鏡等，協助觀察畫作表面狀況。本文以 Canon 數位單眼全片幅相機，型號 Eos 5D Mark IV 拍攝可見光正光正面與背面影像紀錄，畫作直立擺放，左右兩側立燈 30 度至 60 度範圍內打光，設定光圈值 f/2.8、快門 1/125，ISO 4000，自動對焦模式，焦距 70mm 進行拍攝，並使用 CHSOS 的標準顏料導表 (Pigments Checker, V5) 為色卡。

顯微影像使用萊卡型號 M80 實體顯微鏡，於選定的劣化位置觀察表面，手動上下調整焦距範圍至目鏡視線清晰，並微調對焦旋鈕。實體顯微鏡的工作距離與觀測景深較大，配合懸臂可適應不同物件形狀，無須另外取樣或直接觸碰畫面，於檢測點兩側以光纖燈側光或均光打亮，調整放大倍率觀察劣化細節表面後，以觀察到完整劣化細節為主，選定 10 倍率作為內建相機擷取之影像，無調整影像明暗對比。

二、紫外線螢光攝影 (Ultraviolet Fluorescence photography, 簡稱 UFP)

紫外線波長較可見光短，約介於電磁光譜 400nm 至 100nm 之間，能

15 吳婉瑜，〈「看進」畫作中隱藏的訊息 不同光波段掃描的妙用〉，《科學月刊》629 期 (2022.5)，<https://scimonth.com.tw/archives/5682> (檢索日期：2023 年 12 月 5 日)。

量由低至高可再分 UVA、UVB 與 UVC 三種波段。¹⁶ 某些材質在紫外線照射下，因受到能量轉換而誘發人眼可見的特殊螢光反應，適合作為初步篩選材料的方法，例如蟲膠、鈔票防偽記號、衣物螢光增白劑等。藉由螢光反應的顏色與可見光的相異處、區塊分布位置，幫助判斷是否有生物性黴害劣化、畫作表面是否塗布化合或天然材質的保護凡尼斯層，辨別前人修補位置等狀況。¹⁷

此次拍攝位於室內，關閉光源形成暗室，使用德國 Hönle UVA3 Spot 400T 紫外線照明燈具 1 臺，其發射主要波長為 315 至 400 nm (UVA)，擺放於畫作正前方照射表面以誘發可見的螢光反應，與可見光攝影使用同型號的 Canon 數位單眼全片幅相機，另搭配 B+W XS-PRO UV CUT 濾鏡，設定光圈值 f/2.8、快門 1/125，ISO 6400，自動對焦模式進行拍攝，配合 CHSOS 的標準顏料導表 (Pigments Checker, V5) 色卡校色，再參考相關文獻描述佐證。

三、反射式紅外線影像 (Infrared Reflectography, 簡稱 IRR)

紅外線波長較可見光譜更長，能量低於可見光，但可穿透部分材質，不同材料對於紅外線有不同的吸收與反射率，透過數位偵測器擷取後轉換成肉眼可辨識的黑白灰階成像。因碳基的石墨材料能吸收大量紅外線，在影像中呈現深黑色，反之則越灰白，藉由此特性可檢視畫家創作的碳筆草稿底圖或被煙燻髒污掩蓋的墨跡等資訊。¹⁸

此次拍攝設備使用英國 Opus 紅外線攝影機，型號 Apoll，2600 畫素，960nm 至 1740nm 波段，屬於近紅外線波段，無使用波段濾鏡，畫作靠牆直立放置，被攝面畫心朝前，依據畫作最長邊尺寸 32.9 公分設定與機身距離約 90 公分以內，使用斜度計確認畫作與相機兩者平行，以對角線預覽模式框定畫作位於紅外線影像拍攝範圍內，輕微滑動蛇腹對焦桿鏡頭微調對焦值至最大值瓦數，確保影像清晰，以兩盞 Britek Q-blue FRs-300W 鹵素

16 邵慶旺編著，《傳統建築彩繪調查作業手冊》（臺中：文化部文化資產局，2022），頁 144。

17 吳婉瑜，〈「看進」畫作中隱藏的訊息 不同光波段掃描的妙用〉。

18 曾永寬編著，《預防性保存專有名詞圖典》（臺中：文化部文化資產局，2023），頁 84。

燈立於畫作左右兩側打亮加強照明增加紅外線偵測量，燈具照明角度保持 30 度之間，避免畫作反光，並使用原廠內建軟體擷取影像，調整明暗對比度至畫面清晰程度。

四、X 射線影像 (X-radiography)

X 射線是比紫外線波長更短、能量更強的游離輻射線，介於 0.01nm 至 10nm 電磁光譜波段之間。不同物質經 X 射線照射時，根據被測物材質的比重、密度與厚度差異，而產生不同程度的吸收或穿透性，原子序越高密度越大的元素，X 射線越不容易穿透，在影像板上形成不同明暗灰階的黑白影像。¹⁹ X 射線的黑白影像常應用於醫療診斷，協助判讀內部狀況，就如同文物的身體 X 射線檢查影像。

本次檢測使用美國 Golden Engineering 穿透式影像系統，射源型號 XR-150 擊發 X 射線，放置距離畫作約 100 公分處，於畫作背面放置影像偵測器 Varex Imaging 無線便攜式成像板，型號 XRpad2 4336 HWC-W，因受檢測物件尺寸可全幅一次拍攝無需拼接圖。經不同電壓條件測試後，選擇繪畫模式，以 150Kvp，35mAs 為設定值，並使用原廠內建軟體 ORinspect 控制拍攝影像與調整成像明暗對比度。

五、X 射線螢光光譜儀 (X-ray Fluorescence Spectrometer，以下簡稱 XRF 光譜儀)

以能量色散式 XRF 光譜儀 (ED-XRF) 掃描畫作，經由儀器擷取分析不同物質受 X 射線激發時，因原子產生不同能階之間的能量轉換與螢光釋放機制，所激發的特性 X 射線圖譜，主要分析材料所含無機類礦物性顏料或金屬元素成分，同時依序以密集多點全幅掃描的方式收集訊號，經數位處理轉換取得整張作品的元素分佈位置與相對含量多寡。

19 曾永寬編著，《預防性保存專有名詞圖典》，頁 89。

本次檢測使用德國 Bruker 移動型大面積微區掃描 X 射線螢光光譜儀執行，型號 CRONO，擊發靶材料為銦（Rh）。將畫作平放於桌面，受檢測面畫心朝上，於畫作左下角定位起點，儀器從正上方採 Z 字形走法全幅掃描。設定條件激發光源強度電壓 50kV 和電流 30 μ A，Mapping 模式，無使用濾鏡，準直器口徑 0.5mm，步進距離 0.5 公分，速度 13.89 mm/s，總採集持續時間約 3 小時，樣品到偵測器之間為空氣，掃描檢測元素範圍從鎂（Mg）到鈾（U），使用 Bruker 內建原廠軟體蒐集數據，再以 ESPRIT Reveal 光譜分析軟體對掃描結果進行元素檢查與判定，計算處理數據得出各元素分佈位置圖與相對含量多寡。²⁰

參、結果與討論

一、科學檢測結果分析

（一）可見光與顯微鏡觀察

作品構圖是人物正面半身胸像，留著短捲髮的女性抿唇雙眼凝視著前方，頭頂環繞飾帶以藍綠色珠花點綴，短流蘇緊貼前額，沿著臉龐垂下兩股及肩長流蘇遮蓋雙耳。身著朱紅色翻領開襟滾金邊背心配黑色長袖，從中式翻領與雙股頭飾樣式判斷屬亞洲少數民族風格，對比服飾摺痕上寫意的油彩肌理，面部的筆觸顯得更為細膩柔和。背景以深淺不一、帶灰色調的黃褐色打底，以黃、紅、黑為主調，點綴幾處藍綠色，整張畫作偏暖色溫。畫作右上角以紅色顏料簽署「T. Fujishima」大寫 T. 代表名字武二 Takeji 的縮寫，與姓氏藤島的拼音 Fujishima（圖 1）。

使用顯微鏡檢視劣化狀況，綜整此畫顏料缺損處分為 3 種類型，分別為表層剝落後前人新添補彩、剝落後露出下一層、與剝落後顯露出下兩層。放大檢視簽名處可見 T 字有輕微磨損，簽名時間推測為背景表層顏料完全乾燥後，紅色與底色顏料沒有混融現象（圖 4）。

20 本次 XRF 光譜儀檢測元素判定與分布圖由凱勃科技有限公司提供。



圖 4 顯微檢視圖與位置標示。1、缺損處顯露出下兩層顏料層。2、缺損處前人不當補彩。3、缺損處顯露出下一層打底色。4、「T」簽名處輕微磨損。5、缺損處前人不當補彩後又剝落
圖片來源：筆者拍攝

從畫作背面可見裸露的木質基底材，尺寸縱 32.9、橫 23.7、厚度 0.5 公分，約等於人物型油畫通用尺寸 F4 號。木板邊緣輕微磨損，左上方一深色漬痕，隱約可見鉛筆落款「娘 藤島武二」。右上方貼附一自黏標籤，包含典藏編號 97-149、品名、類別與作者等資訊。下方左右兩角有膠漬殘留。板材紋理通直，且春秋材明顯，推測選用針葉樹材作為基板。畫作木板尺寸與上下兩端切斜面的樣式，為日治時期油畫小板材的通用形式，東京美術學校統一提供戶外繪製油畫木板尺寸即縱 33、橫 24 公分，²¹方便顏料乾燥速度較緩慢的油彩畫作，於寫生後攜帶或收藏於間隔欄柵的木箱中（圖 5）。



圖 5 背面可見木質基底材上下倒角與通直木紋
圖片來源：筆者拍攝

21 木板尺寸縱 33、橫 24 公分等於油畫人物型 4 號（4F）。東京美術學校西洋畫科建立時引進巴黎學院派的教學方式，包含開設石膏與男女裸體素描課程、提供戶外寫生繪製的小木板及畫具，與繳交 120 號大型畢業作品與自畫像等。薩摩雅登，陳令嫻譯，〈東京美術學校〉，《臺灣的近代美術》（東京：印象社，2016），頁 65-66。

（二）紫外線螢光攝影

觀察紫外線下畫作呈現的螢光反應，並比對畫家年代常用的油畫顏料等資料，推測畫家可能使用的顏料種類。因顏料與不同的調和劑（Binder）混合，會影響顏料本身所發散的螢光反應，²² 材料的老化程度與表面附著的髒污也是紫外線螢光反應的變因之一，且螢光的成色易受人為主觀判斷影響，紫外線影像應作為判斷物質的初步觀察條件之一。²³

畫面中不同顏色區塊呈現各自的螢光反應（圖 6），顯示畫作完成後，最表層並未全面塗布一層保護凡尼斯（Varnish Layer）。從 19 世紀末開始，印象派畫家對於光線的追求，西洋繪畫逐漸打破古典學院派繪畫的傳統，畫作完成後塗布樹脂類的凡尼斯作為最後的保護層已不再是固定程序，而是依據藝術家所追求的畫面效果與光澤度需求決定，保護層材料也逐漸從天然樹脂提煉轉為人工合成樹脂。²⁴



圖 6 紫外線影像顯示不同材料的螢光反應與深色的前人補彩
圖片來源：筆者拍攝

其中螢光反應最明顯處位於雙頰、下唇與下巴所呈現特殊的亮粉橘紅色（圖 6-a-P1）。額頭、鼻樑與背景則散發乳黃色的螢光（圖 6-a-Y1）。背心門襟的亮面處與袖口呈現明亮的鮮黃色螢光（圖 6-b\c\d-Y2）。紅色的背心依深淺顯示為消光深色、深紅色、橘紅色與粉紅色四種螢光反應（圖 6-a\c\d-RD2、R1 ~ R3），右上角的紅色簽名在紫外線照射下，呈現另一種暗紅色（圖 6-b-RD1）。雙股流蘇飾帶中段與袖子上的高光處呈現相似的灰白色螢光反應（圖 6a\c\d-GR1），推測使用相同顏料。頭飾珠花和飾帶上幾點淡藍色螢光反應，則與畫作的藍色顏料位置重疊。相較之下旁邊的綠色顏料則完全無螢光反應（圖 6-b-B1\Gn1）。另外在背景、臉頰、背

22 Antonino Cosentino, "Effects of Different Binders on Technical Photography and Infrared Reflectography of 54 Historical Pigments," *International Journal of Conservation Science*, 6:3 (2015):287-298.

23 蔡育林，〈褪色壁畫之科學影像檢測記錄案例探討—以臺南大甲慈濟宮三十六官將壁畫為例〉，《文化資產保存學刊》第 56 期（2021.6），頁 90。

24 Alan Phenix, Joyce Townsend, *A brief survey of historical vanishes. Conservation of easel paintings* (London & N. Y: Routledge Taylor & Francis Group, 2012), 260-263.

心下襠幾處深色的消光色塊，為前人修補的痕跡（圖 6-a\b\c\d-D1）。



圖 6-a 臉部紫外線影像螢光反應分布位置圖示

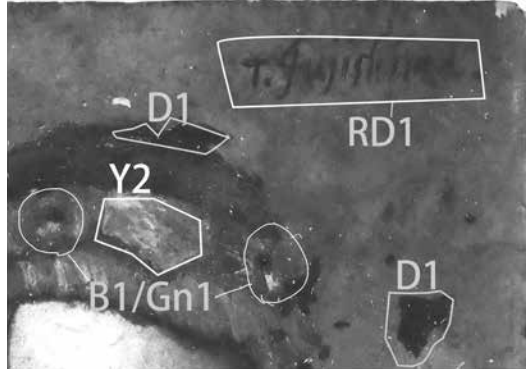


圖 6-b 畫作右上角紫外線影像螢光反應分布位置圖示

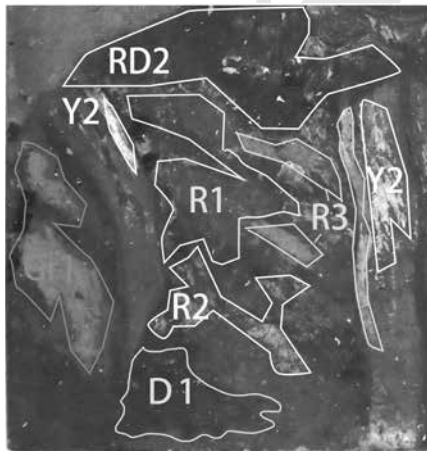


圖 6-c 畫作右下角紫外線影像螢光反應分布位置圖示

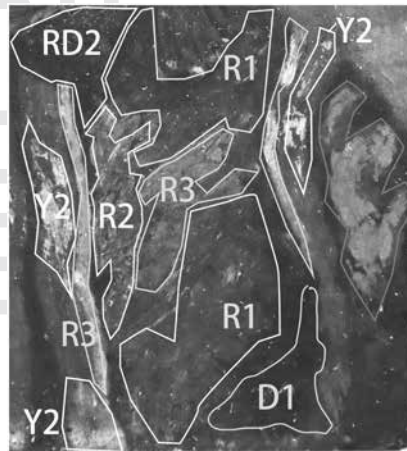


圖 6-d 畫作左下角紫外線影像螢光反應分布位置圖示

臉部特殊的粉橘紅色螢光反應，顯示畫家使用了有機類色料局部紅潤雙頰、下唇與下巴，例如胭脂紅（Carmine）、茜草色澱（Madder Lake）等。有機材質較容易褪色，可見光下紅色反而不明顯。²⁵ 紅色背心上深紅色的

25 Rhona Mac Beth 提到茜草色澱的螢光反應為亮粉紅色（bright pink），但 Danielle Measday 提到胭脂紅的螢光反應也是亮粉紅色（vivid pink）。Rhona Mac Beth, “The Technical Examination and Documentation of Easel Paintings,” *Conservation of Easel Paintings* (London & N. Y: Routledge Taylor & Francis Group, 2012), 295; Danielle Measday, Museums Victoria, “A summary of Ultra-violet Fluorescent Materials Relevant to Conservation,” *AICCM National Newsletter*, No. 137 (2017.3), accessed October 6, 2023, <https://aiccm.org.au/network-news/summary-ultra-violet-fluorescent-materials-relevant-conservation/>.

螢光反應可能為硃砂（Vermillion）；額頭、鼻樑與背景偏黃色的螢光反應可能混和鋅白（Zinc White）顏料。²⁶

淡藍色的螢光反應可能為鈷藍、或群青與鉛白或鋅白混色的結果。²⁷ 而完全無螢光反應的綠色，可能包含鉻綠、普魯士藍等顏料，可再藉由是否含鈷、鉻或鐵元素進一步釐清。使用紫外線螢光反應初步篩選可能對應的顏料後，再與其他檢測結果比對，逐步縮小範圍。

（三）反射式紅外線影像

透過畫作的紅外線影像（圖 7），可發現畫作右上角²⁸ 的紅色簽名「T. Fujishima.」消失，推測可能使用紅外線完全不吸收的材料，如含有萘酚紅（Naphthol Red）、茜素（Alizarine）等人工合成有機顏料或色料（圖 7-a）。而人物雙眼瞳孔、左眉、鼻孔處發現底層草稿的筆觸痕跡（圖 7-b）。兩側



圖 7 左圖為正面紅外線影像，7-a 右圖上：可見圖右上角紅色簽名消失。7-b 右圖下：五官深色處有打稿痕跡，作者以白色線條標示。資料來源：筆者與凱勃科技有限公司共同拍攝

26 Danielle Measday, Museums Victoria, “A summary of Ultra-violet Fluorescent Materials Relevant to Conservation.”

27 Rhona Mac Beth, “The Technical Examination and Documentation of Easel Paintings,” 296.

28 本文中所形容之左右方向，若無特別說明即為觀者的直觀方向性，反之則會特別提到是以畫中人物角度稱之。

臉頰、背心下襠可見塊狀的前人修補處，因後加的修補材料與原本的顏料不同，在紅外波段影像下呈現吸收率差異而形成不同灰階的突兀塊狀。

畫作背面的紅外線影像（圖 8）檢視，除了原本可見「娘」與「藤島武二」漢字外，最上方隱約可辨識出一「蒙」字，比對可見光的漬痕範圍推測，原本書寫的題目受污漬沾染剛好被擦拭抹除了痕跡。只留下「蒙□□娘」的文字，蒙和娘字之間根據日文或漢字的字距推測不超過 3 個字。下方左右兩角顏色較淺處為膠漬殘留的痕跡。

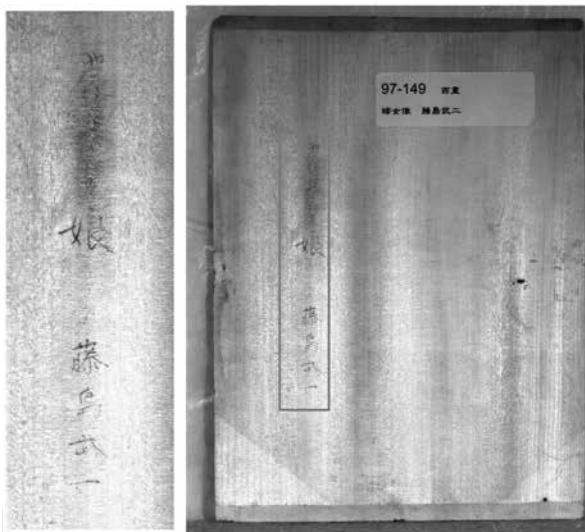


圖 8 左圖為右圖紅外線攝影背面紅框處局部放大，可見提名落款處「蒙□□娘」與「藤島武二」字跡

圖片來源：作者與凱勃科技有限公司共同拍攝

（四）X 射線影像

X 射線影像根據材質所含元素的密度差異有不同的灰階呈現，原子序越高密度越大的元素，X 射線越不容易穿透，影像中呈現較明亮淺白。例如鉛元素具有高原子序（82），在左側背景、²⁹ 頭飾帶、衣摺處可見顏料筆觸肌理較右側更為明顯，即可能使用密度越大的元素之顏料。相對之下，臉部與人物右側背景木紋更為清楚，背心上的門襟也消失，露出底層衣服的肌理筆觸，影像呈現越深色處，使用含有原子量較小的元素顏料，如右側背景的顏料層剝落缺損處，呈現明顯的三角形深色塊狀。整張畫面布滿平均的縱向紋理，為畫作基底材木板紋路顯影。

重疊可見光與 X 射線影像發現人物的頭頂與左肩膀的輪廓有塗蓋修改的痕跡，以褐黃色的背景色遮蓋調整人物頭頂與左肩輪廓比例內縮，且原

29 以觀者面對畫作的直觀方向作為左右描述的基點。

本是兩股交叉的頭飾帶修改為上下平行的樣式（圖 9）。

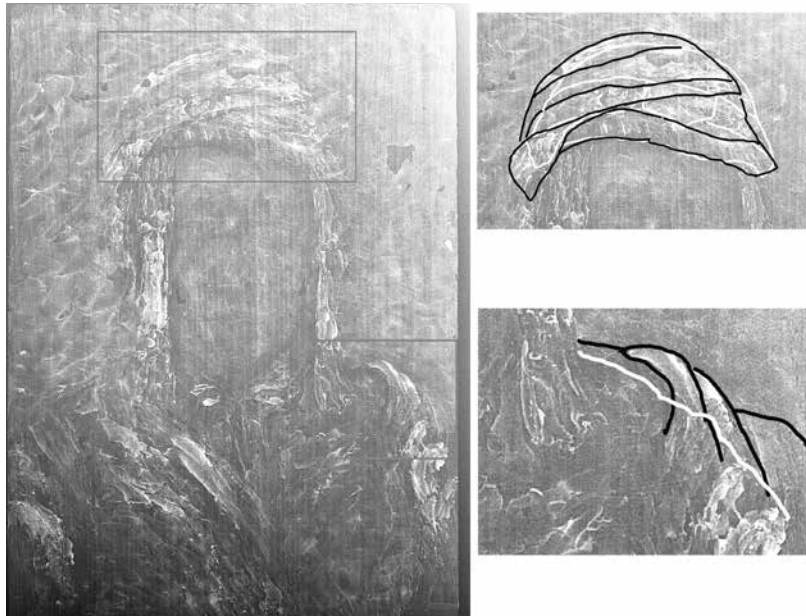


圖 9 左圖為正面 X 射線影像，右圖上為頭部的飾帶，右圖下為人物左肩的修改區域。
以白線標示可見光下的輪廓，黑線標示 X 射線影像的輪廓
圖片來源：作者與凱勃科技有限公司共同拍攝

（五）XRF 元素檢測與分布³⁰

檢測結果顯示畫作含有硫（S）、鈣（Ca）、鈦（Ti）、鉻（Cr）、錳（Mn）、鐵（Fe）、銅（Cu）、鋅（Zn）、砷（As）、鎘（Cd）、鋇（Ba）、汞（Hg）、鉛（Pb）等元素³¹（圖 10）。藉由元素分布位置與含量圖比對畫作的形象與色彩所在位置，推測分析畫作可能使用的顏料成分。每個元素分布含量的多至寡由顏色白紅至藍黑色呈現，但不等於不同元素之間的含量多寡比例，例如分布量圖中呈現紅色的砷與綠色的鉻元素之間無法比較何者含量較多。完整的元素分佈位置與含量多寡圖如附錄一。

30 本次檢測分析由凱勃科技有限公司與筆者共同執行。

31 依原子序由小到大排列，其中銨（Rh）元素為儀器靶材成分，不列入分析。

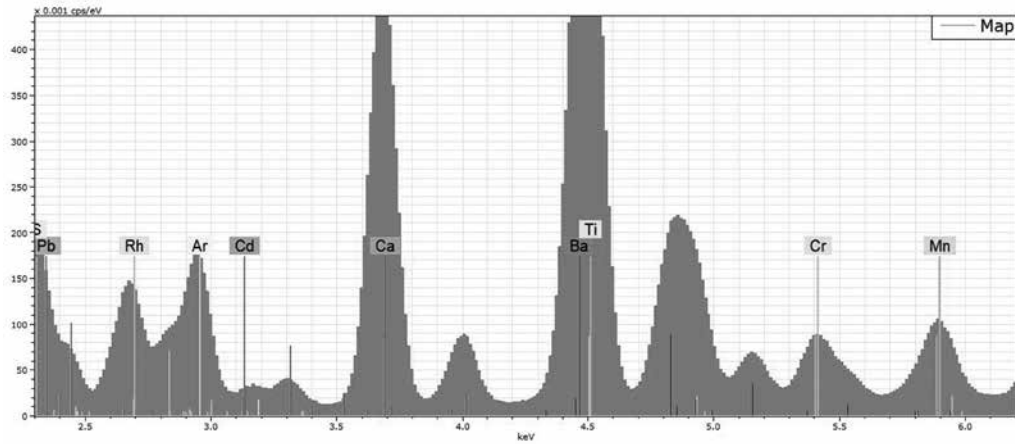


圖 10 XRF 元素分析結果圖譜

檢測結果可見硫、鉻、鋅、砷、鎘、鋇、鉛元素幾乎分布整個圖面，可能與基底材本身或打底材料有關。常見油畫類白色打底材料有鉛白（Lead White, $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$ ）、鈦白（Titanium White, TiO_2 ）、鋅鋇白（Lithopone, $\text{BaSO}_4 \cdot \text{ZnS}$ ）、鋇白（Blank Fixe, BaSO_4 ）與鋅白（Zinc White, ZnO ）等白色打底，或使用其他顏料混和的有色打底層。鋅鋇白主要為硫化鋅與硫酸鋇混合物，俗稱立德粉，從元素均勻分布的含量與畫面範圍推測底色，除了鈦白、與鋅鋇白，上述其他幾種白色顏料皆有可能使用，或以含有砷、鉻、鎘元素的黃色系顏料製作有色打底。

畫作的土黃色背景帶灰色調，元素分佈與含量可分為三種狀況。一是左側背景（圖 11-A）以鉛、砷、硫、鉻元素為主（圖 12-e、f、g、h），二是右側背景（圖 11-B）主要含有大量的鋅、鈣元素、沿著人物外輪廓從左肩一路延伸至右耳上方（圖 12-b、c），鎘元素為輔，分布在最邊緣（圖 11-J）。三是右側背景曾有前人補彩的三角形缺損處（圖 11-C），明顯缺少周邊的鋅、鈣元素，但含有較高的鉻與鐵元素含量（圖 12-h、j）。



圖 11 各元素主要分布位置圖

含砷元素顏料有明亮黃色的雌黃 (Orpiment, As_2S_3)、與偏橙紅色的雄黃 (Realgar, As_4S_4)、謝勒綠 (Scheele's Green, AsCuHO_3) 巴黎綠 (Paris Green, $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) 等，因顏料具毒性現代皆已停用。含鉻顏料常見有鉻黃 (Chrome Yellow, PbCrO_4)、鉻橙 (Chrome Orange, $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$)、及鉻綠 (Viridian, CrO_3)。含鉛顏料有鉛白 ($\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$)、紅丹 (Minium, Pb_3O_4)、鉛黃 (Litharge, PbO)、那不勒斯黃 (Naples Yellow, $\text{Pb}(\text{SbO}_3)_2 / \text{Pb}_3(\text{Sb}_3\text{O}_4)$)、與上述的鉻黃、鉻橙等，但無檢出銻 (Sb) 元素故排除使用那不勒斯黃的可能性。

其中鉛、砷與硫元素、鐵與錳元素這兩組彼此間的分布位置與含量比呈高度正相關。左側背景的土黃色系推測主要使用鉛系、鉻系與砷系顏料，如鉻黃、雌黃，混合鉛白、鉛黃或其他有機類顏料，最右側背景含有鎘元素的顏料可能為鎘紅 (Cadmium Red, Cd_2SSe) 或鎘黃 (Cadmium yellow, CdS) 因無檢測出硒 (Se) 成分，鎘黃的可能性較大；缺損處的前人補彩則使用鐵系與鉻系的顏料。

鋅元素幾乎布滿整張畫作，常見含鋅的顏料有鋅白、鋅銀白、鋅黃 (Zinc Chromate, ZnCrO_4)。含量最多集中於畫作人物臉部的高光處與右側背景，背景又與鈣元素分布大致重疊，但鋅、鋇、硫、鉻元素的分布位置與含量無正相關 (圖 13-b、d、g、h)，且鋅黃自 20 世紀初早期以防鏽底漆為主要用途，推測無使用鋅黃與鋅銀白，而是混合鋅白顏料提亮臉部與背心高光處，並使用較高遮蓋力的含鈣顏料修改確認人物的外輪廓。

鈣元素主要分布右側背景、黑色袖子與人物其他分散部分，常見含鈣顏料有胡粉白 (Gofun, 牡蠣殼成分以碳酸鈣 CaCO_3 為主)、骨黑 (Bone Black, $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$) 等；色料的填充添加劑與吸收性打底層會使用碳酸鈣類的白堊土 (Chalk, CaCO_3) 與石膏類 (CaSO_4) 為主要材料，鈣與硫元素的含量分佈經比對並無正相關，推測並無使用石膏類的填充添加劑，可能為碳酸鈣類添加劑、胡粉白或骨黑顏料。

紅色背心 (圖 11-F) 元素分布以鋅、汞與鐵元素為主 (圖 12-b、i、j)，鉛、硫與錳元素為輔 (圖 12-e、f、k)，可能使用硃紅 (Vermillion, HgS)、紅丹 (Minium, Pb_3O_4) 與氧化鐵系的赭石 (Ocher, Fe_2O_3) 顏料為主色，混合鋅白提亮與鐵錳系的紅褐色與黑色顏料製造背心衣摺的明暗陰影。

鐵跟錳元素（圖 12-j、k）為黑色頭髮、五官深色陰影處的主要成分（圖 11-G），可能為氧化鐵黑（Black Iron Oxide， Fe_3O_4 ）或錳黑（Manganese Black， MnO_2 ）。灰色的流蘇飾帶中段與兩側袖子的高光處（圖 11-D）與鋇、鉛、砷、硫、銅元素的高含量分布位置吻合。其中硫與鉛元素主要於臉頰旁頭飾的長流蘇及畫面右側袖子含量最高，與鋇、砷、銅元素的高濃度區域呈正相關，可能使用鉛白與其他含鋇、砷、銅元素之顏料（圖 12-d、e、f、g、l）。

畫作中藍、綠色所在位置剛好與砷、銅、鉻元素分布高含量位置吻合（圖 12-f、h、l），如面部陰影與頭飾珠花（圖 11-E），推測使用之顏料含有相關元素，例如含銅的石青（Azurite， $\text{Cu}_3(\text{Co}_3)_2(\text{OH})_2$ ）、石



圖 12 左上角為可見光圖片（12-a），由左至右、上至下分別是鋅（12-b）、鈣（12-c）、鋇（12-d）、鉛（12-e）、砷（12-f）、硫（12-g）、鉻（12-h）、汞（12-i）、鐵（12-j）、錳（12-k）、銅（12-l）元素分布量圖

綠 (Malachite, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) ; 含砷、銅元素的謝勒綠 (Scheele's Green, AsCuHO_3) 、 巴 黎 綠 (Paris Green, $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) , 以及含鉻的鉻綠 (Viridian, CrO_3) 等。

流蘇下襬 (圖 11-I) 的橘黃裝飾, 明顯以鉻、鋅元素分布最多、少量鉛、鐵元素, 可能使用鉻黃、鉻橙, 再以鋅白提亮, 並混合其他含鐵元素的顏料製造明暗。另畫面右上方的紅色簽名處 (圖 11-H) 無檢測出相對應的特殊元素, 推測可能因素有使用與背景同一元素的材料, 或以非礦物性顏料等其他有機色料材質簽繪。

二、綜合討論

可見光源與顯微檢視確認畫作目前的劣化程度與前人修補的情況, 幾處顏料層翹起剝落, 缺失處則被直接塗上新的顏料補彩, 也有前人修補後又新增的剝落劣化缺損, 表面沒有補彩。紫外線影像顯示畫作最上層無塗佈保護凡尼斯層, 明顯可見有多處前人修補全色的痕跡, 面部特殊的亮粉橘紅色螢光反應推論使用有機類的色料暈染臉頰與唇部的紅暈, 如茜草色澱或胭脂紅, 可進一步執行有機類材質檢測分析。

紅外線影像中完全消失的紅色簽名, 既無特殊紫外線螢光反應、也未檢測出相對應的元素成分, 此處簽名所使用的紅色顏料與畫作其他的紅色皆不相同。此外除臉部五官的細節, 未發現其他底圖草稿痕跡。

根據同一時期滿洲國女性穿著明信片資料, 推測《婦女像》所描繪之題材應屬於蒙族女性的肖像畫。再加上紅外線影像發現背面鉛筆殘留的落款「蒙□□娘 藤島武二」能進一步佐證。從畫中女子的服裝樣式與畫家的旅行紀錄推斷, 本畫創作年代可能為 1937 年或之後, 屬於藤島武二晚年時期, 與岡田三郎助繪製《五族協和》壁畫時, 擁有類似的文本作為繪製蒙古族婦女的參考依據, 也可能是前往滿洲國時在當地寫生取材。

透過重疊可見光、紫外線、紅外線與 X 射線影像的檢測圖片, 將前人後加的補彩部分標註如圖 13。除了右側背景曾有前人補彩的三角形缺損處 (圖 11-C) , 缺少周邊的鋅、鈣元素, 但含有較高的鉻與鐵元素含量 (圖 12-h、j) , 明顯可見後加補彩與畫家所用顏料的差異性。其他補彩處無明

顯差異，可能使用類似成分的顏料或有機色料成分。

綜合比較不同檢測儀器的分析結果發現，雖然可見光下畫作的背景顏色為相似的土黃色調，但兩側的元素含量與X射線穿透式影像卻呈現不同結果，左側背景元素含有鉛、砷、鉻、硫為主，右側則以鋅、鈣含量最多，兩者位置大致錯開；X射線穿透式影像與可見光影像重疊可發現人物的左肩、頭頂輪廓與髮帶有修改痕跡，推測畫家曾以含有鋅、鈣元素的顏料調整人物的輪廓比例並修改頭帶樣式。在同樣電壓、時間等檢測條件下，X射線不易穿透密度較高的元素，如含鉛顏料，在左側背景顯示其顏料肌理較右側更明顯，XRF元素分析與X射線影像兩者檢測結果吻合。



圖 13 白色圈處為前人補彩處

XRF元素分析紅色背心含有鋅、汞、硫、鐵、錳元素分布，推測使用硃砂、混合鋅白、含有鐵、錳系的紅色與黑色顏料調色製造衣摺明暗。鋅元素分布含量較多的位置與其特殊螢光反應吻合，例如面部額頭與鼻頭的高光，以及紅色背心明亮處，理應於紫外線下呈暗紅色的硃砂，因與鋅白顏料調和而有不同程度的螢光反應，硃砂中的汞元素分布位置也與X射線影像中顯示明亮的位置吻合。

深黑色的毛髮、眼睛、臉部陰影使用含鐵、錳成分為主的黑褐色顏料，但黑色袖子主要成分為鈣、鐵，則可能使用另一種含鈣的骨黑顏料繪製而成。灰色處如袖子亮面與長流蘇的中段有一致的螢光反應，元素分布也以鉛、硫、砷、銅、鋇為主，可能以鉛白調和其他的顏料製造袖子部位的深淺明暗效果，也可能因為鉛與硫元素的高度重疊，造成局部變黑而呈現灰黑色的結果。

而藍、綠因用色極少，明顯含有銅、砷、鉻元素，無檢出鈷與鐵元素，故排除使用鈷藍與普魯士藍的可能性。其中綠色於紫外線下完全消光，但藍色呈現淺藍色的螢光反應，推測可能使用的顏料有含砷、銅元素的綠色或鉻綠、或含砷的黃色顏料與含銅的藍色互相調和而成綠色。含砷、銅元

素的有謝勒綠與巴黎綠，巴黎綠發明於 1814 年，比謝勒綠更堅固耐光，廣泛應用於壁紙、油漆、與顏料中，明亮的綠色受到後期印象派畫家的喜愛，常出現在塞尚、高更等人的風景畫中。但隨著使用普遍，砷中毒事件逐漸受到重視，自 19 世紀末許多國家逐漸禁用，但直到 20 世紀 60 年代才徹底停產。³²

綜上所述，依據顏色、位置與各項檢測結果推測使用材料整理如表一。

表一 顏料推測結果統整表

顏色	位置	推測使用材料	檢測結果
土黃	左側背景	雌黃 (As ₂ S ₃) 鉻黃 (PbCrO ₄) 鉛黃 (PbO) 鉛白 (Pb(OH) ₂ · 2PbCO ₃)	UV 影像有輕微螢光反應 X-ray 影像明度較高 XRF 分析元素：Pb、As、Cr、S
	右側背景	鋅白 (ZnO) 鎘黃 (CdS) 含鈣顏料	UV 影像有輕微螢光反應 X-ray 影像明度較低 XRF 分析元素：Zn、Ca、Cd
	右側背景 前人補彩	含鐵顏料 含鉻顏料	X-ray 影像明度較低 XRF 分析元素：Fe、Cr
膚色	額頭 鼻頭	鋅白 (ZnO) 含鉛顏料 含砷顏料 含鈣顏料	X-ray 影像明度較低 UV 影像螢光反應呈粉黃色 XRF 分析元素：Zn、Pb、As、S、Ca、Cu
黃橘	背心寬滾邊亮面	有機色料	UV 影像螢光反應呈亮黃色 X-ray 影像完全穿透
	背心寬滾邊	有機色料	UV 影像有輕微螢光反應 X-ray 影像完全穿透
	雙股流蘇 下襬	鉻黃 (PbCrO ₄) 鉻橙 (PbCrO ₄ · PbO) 鋅白 (ZnO) 含鐵顏料	UV 影像無螢光反應 XRF 分析元素：Cr、Zn、Pb、Fe

32 Isabel Carrasco, Paris Green, “The Poisonous and Lethal Color Used by Impressionist Artists,” *Cultura Colectiva*, May 17, 2023, accessed December 15, 2023, <https://culturacolectiva.com/en/art/paris-green-arsenic-pigment-impressionists/>.

紅	背心	硃砂 (HgS) 鋅白 (ZnO) 錳黑 (MnO ₂) 含鉛顏料 含鐵顏料	UV 影像有四種螢光反應 X-ray 影像明度較高 XRF 分析元素：Hg、S、Zn、Pb、Fe、Mn
	背心細滾邊	鋅白 (ZnO) 硃砂 (HgS)	UV 影像螢光反應呈淡粉紅色 XRF 分析元素：Hg、Zn
	雙頰 下巴 下唇	茜草紅 胭脂紅	UV 影像螢光反應呈粉橘紅色 XRF 分析無檢出元素
	右上角 簽名	未知有機色料	IR 影像完全穿透 UV 影像無螢光反應 X-ray 影像完全穿透 XRF 分析無檢出特定元素
綠藍	頭帶珠花	鉻綠 (CrO ₃) 含銅的藍色顏料 含砷的黃色顏料 含砷、銅的綠色顏料 巴黎綠 $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$	綠色處 UV 影像無螢光反應 藍色處 UV 螢光反應成呈淡藍色 XRF 分析元素：As、Cu、Cr
黑	頭髮 眉眼 鼻影	氧化鐵黑 (Fe ₃ O ₄) 赭石 (Fe ₂ O ₃) 錳黑 (MnO ₂)	IR 影像有底稿 UV 影像無螢光反應 XRF 分析元素：Fe、Mn
	袖子暗部	骨黑 (Ca(PO ₄) ₂) 含鐵顏料	UV 影像無螢光反應 X-ray 影像明度較低 XRF 分析元素：Ca、Fe
灰	袖子亮部 雙股流蘇 中段	鉛白 (Pb(OH) ₂ · 2PbCO ₃) 鋇白 (BaSO ₄) 含銅顏料 未知黑色顏料	UV 影像螢光反應呈淺灰色 X-ray 影像明度高 XRF 分析元素：S、Cu、Ba、As、Pb

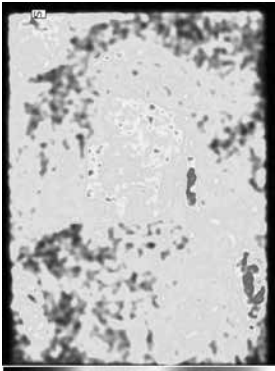
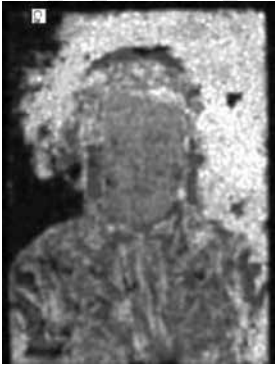
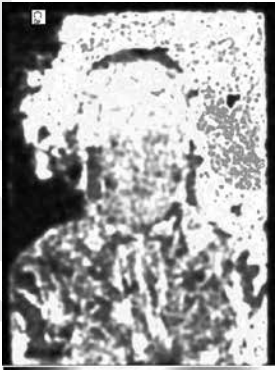
肆、結論

藤島武二作為日本明治維新後，引領並推動西洋學院派繪畫發展的代表性畫家之一，其作品的重要性無庸置疑，本文試圖透過更多深入的科學檢測了解畫作目前的劣化狀況、可能使用的材料範圍、打底草稿、創作的修改過程等歷史痕跡，並藉由相關檢測結果推測畫作創作年代與題材，提供藝術史學研究相關佐證資訊。

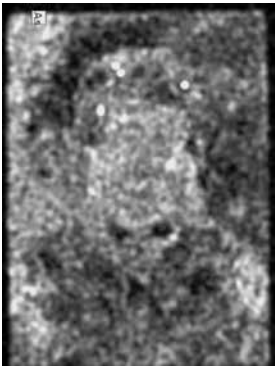
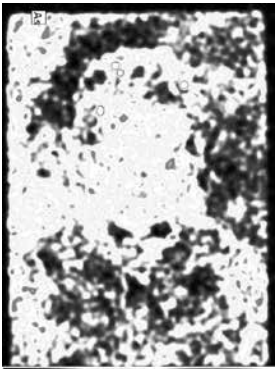
根據畫家旅行紀錄等資料與反射式紅外線影像檢測結果推測《婦女像》的創作年代，應繪製於 1937 年之後，屬於藤島武二晚年時期的作品，描繪題材為滿洲國地區身穿傳統服飾的蒙族婦女。X 射線攝影發現畫作人物的頭部與左側肩膀有遮蓋修改的痕跡，紫外線檢視下，雙頰的特殊螢光反應可能使用有機色料暈染，X 射線螢光光譜儀檢測出部分顏料含有鉛、砷、汞等元素，可能使用鉛白、雌黃、巴黎綠與硃砂等材料，在創作此畫作的年代仍有使用，因具有毒性，目前已有替代性產品並較少使用。

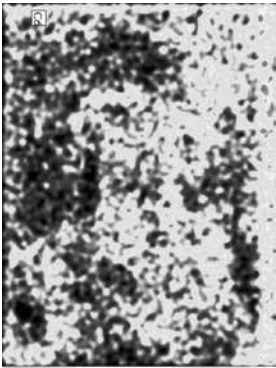
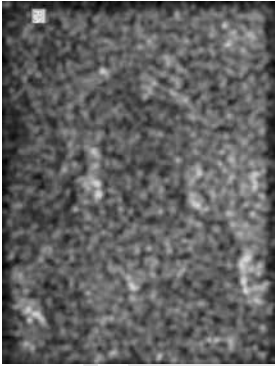
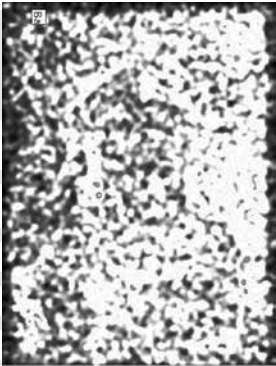
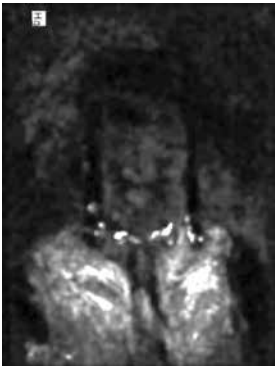
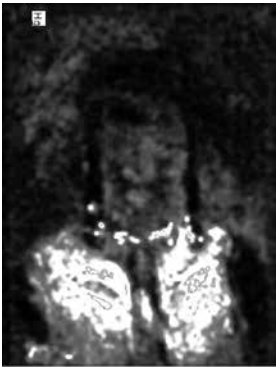
因單一科學檢測方式有其局限性，本次科學儀器以非破壞性檢測畫作在不同波段光譜的影像，並以無機類的礦物顏料與金屬元素為主要分析目標，目前的分析結果仍屬第一階段初步的篩選推測，尚待未來更進一步資料研究佐證判斷，從推測的顏料範圍中，進一步使用其他科學檢測方法分析確認，例如增加木板背景值的元素檢測與木材鑑定、於剝落處取樣製作橫切面樣本顯微分析（Cross-Section Microscopy）了解畫作彩繪層次，或是針對幾處特定的顏色執行拉曼光譜檢測與傅立葉轉換紅外光譜（Fourier-Transform Infrared Spectroscopy，簡稱 FTIR）檢測等，將能更明確了解畫家創作所使用的材料。

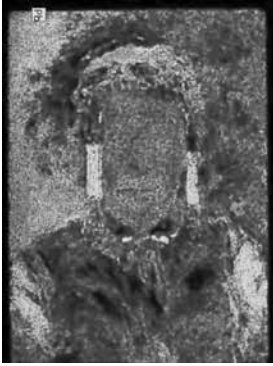
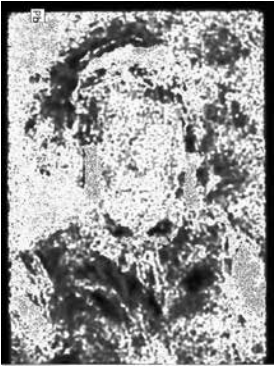
附錄一

元素	元素分布位置圖	元素分布量圖
1. 硫 S	 硫元素分布位置	 硫元素分布量圖
2. 鈣 Ca	 鈣元素分布位置	 鈣元素分布量圖
3. 鈦 Ti	 鈦元素分布位置	 鈦元素分布量圖

4. 鉻 Cr	 鉻元素分布位置	 鉻元素分布量圖
5. 錳 Mn	 錳元素分布位置	 錳元素分布量圖
6. 鐵 Fe	 鐵元素分布位置	 鐵元素分布量圖

7. 銅 Cu		
	銅元素分布位置	銅元素分布量圖
8. 鋅 Zn		
	鋅元素分布位置	鋅元素分布量圖
9. 砷 As		
	砷元素分布位置	砷元素分布量圖

10. 鎘 Cd		
	鎘元素分布位置	鎘元素分布量圖
11. 鋇 Ba		
	鋇元素分布位置	鋇元素分布量圖
12. 汞 Hg		
	汞元素分布位置	汞元素分布量圖

13. 鉛 Pb	 鉛元素分布位置	 鉛元素分布量圖
-----------------	--	---



參考書目

一、專書

- 山室信一，林琪禎等譯，《滿洲國的實相與幻象》，新北：八旗文化出版，2016。
- 曾永寬編著，《預防性保存專有名詞圖典》，臺中：文化部文化資產局，2023。
- 早川泰弘，高妻洋城，魏佩雯譯，《日本文化財分析化學應用實技》，臺中：文化部文化資產局，2022。
- 邵慶旺編著，《傳統建築彩繪調查作業手冊》，臺中：文化部文化資產局，2022。

二、論文

- 文貞姬，〈金剛山、圓山、樂土之表象：論東亞殖民地官設展覽會〉，《現代美術學報》，30期，2015年11月，頁53-82。
- 古田亮著、陳令嫻譯，〈指導臺灣留學生的西洋畫家〉，《臺灣的近代美術》，東京：印象社，2016，頁68-69。
- 林芊宏，〈亞洲地域：種族、風俗與女性的再現〉，《暨南史學》，第8號，2005年7月，頁157-244。
- 兒島薰、林怡利譯，〈藤島武二的中國服飾女性像〉，《藝術學研究》，25期，2019年，235-263頁。
- 兒島薰，邱函妮、林以珞譯，〈1920-30年代日本油畫中對於「獨特性」的探究—在歐洲與亞洲之間〉，《國立臺灣大學美術史研究集刊》，37期，2014年，頁43-61+63-66+238頁。
- 金希真，〈殖民美術官辦美展之研究—以鮮展、滿展為對象〉，臺中：東海大學美術學系碩士論文，2009。
- 徐鈺涵、趙孝軒、劉于瑄著，〈技術性藝術史透鏡下的作品：奇美博物館藏之（仿）楊·荷賽特的《聖母子》〉，《文化資產保存學刊》，60卷，2022年6月，頁30-53。
- 蔡育林，〈褪色壁畫之科學影像檢測記錄案例探討—以臺南大甲慈濟宮三十六官將壁畫為例〉，《文化資產保存學刊》，第56期，2021年6月，頁83-111。
- 潘潘，〈日本西洋繪畫的完成者—浪漫的藤島武二〉，《藝術家》，2011年，頁400-405。
- 李欽賢，〈藤島武二—臺籍畫家的導師〉，《日本美術的近代光譜》，臺北：雄獅圖書股份有限公司，1993，頁58-65。
- 薩摩雅登，陳令嫻譯，〈東京美術學校〉，《臺灣的近代美術》，東京：印象社，2016，頁65-67。

- Beth, Rhona Mac. "The Technical Examination and Documentation of Easel Paintings." *Conservation of Easel Paintings*. London & N. Y.: Routledge Taylor & Francis Group: 2012, 291-305.
- Cosentino, Antonino. "Effects of Different Binders on Technical Photography and Infrared Reflectography of 54 Historical Pigments." *International Journal of Conservation Science* 6:3, 2015: 287-298.
- Phenix, Alan, Joyce Townsend. "A Brief Survey of Historical Vanishes." *Conservation of Easel Paintings*. London & N. Y.: Routledge Taylor & Francis Group, 2012, 252-263.

三、網路資料

- 吳婉瑜，〈「看進」畫作中隱藏的訊息 不同光波段掃描的妙用〉，《科學月刊》，629期，2022年5月，<https://scimonth.com.tw/archives/5682>，檢索日期：2023年4月5日。
- 孫純美，〈名單之後—「地方色彩」作為一種異國情調：藤島武二眼中的臺灣〉，《財團法人陳澄波文化基金會》，<https://chenchengpo.dcam.wzu.edu.tw/showNews.php?aid=194>，檢索日期：2023年4月17日。
- 〈既婚婦女〉，《京都大学貴重資料デジタルアーカイブ》，<https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00030353#?c=0&m=0&s=0&cv=0&r=0&xywh=-2041%2C-1%2C7998%2C2528>，檢索日期：2023年10月6日。
- Carrasco, Isabel, Paris Green, "The Poisonous and Lethal Color Used by Impressionist Artists," *Cultura Colectiva*, May 17, 2023. Accessed December 15, 2023, <https://culturacolectiva.com/en/art/paris-green-arsenic-pigment-impressionists/>.
- Meaday, Danielle, Museums Victoria. "A summary of ultra-violet fluorescent materials relevant to conservation," AICCM National Newsletter, No. 137, March, 2017. Accessed October 6, 2023, <https://aiccm.org.au/network-news/summary-ultra-violet-fluorescent-materials-relevant-conservation/>.

