

# 當代光敏性影像媒材之展示照明評估

羅鴻文\*

## 摘要

博物館展示光源是採用無紫外線及無紅外線的光譜，達到減少文物光輻射傷害，並以較低的照度條件對光敏感文物適當保護。為了結合教學與實務，本校與南美館合作辦理「影像展示光源評估」課程，以館藏影像為探討對象，參考國際影像永久保存機構（Image Permanence Institute, IPI）之資料庫進行歸納分類，並操作微光斑褪色儀，將藍標試片（BWS#1,#2,#3）與噴墨相紙樣品表面暴露在高強度光點，同時量測反射率，於短期間內模擬受測樣本日後的顏色變化狀況。以展場照明為評估目標累積劑量（0.3 Mlux.hr），並以  $\Delta E_{00}=1$  作為是否造成可辨識之色差的閾值。結果發現，量測 BWS#1, #2, #3，以及數位噴墨模擬樣本於本次展覽期間之累積照度下，所產生之色差皆小於 0.2，並未達到產生可辨識之色差  $\Delta E_{00}=1$  的狀況。

臺南市美術館  
TAINAN ART MUSEUM

關鍵字：博物館照明、微光斑褪色儀、數位噴墨照片、光線傷害、攝影保存

\* 國立臺南藝術大學博物館學與古物維護研究所專任助理教授。感謝審稿委員提供寶貴意見，讓本文內容更臻完善。本次課程承蒙館方支持及美科中心陳衫瑩修復師協助儀器備置等，研究生共計方宥臻、羅子甯、蕭安軒、黃郁樺、林昀聖、鄺音諭等六位。

# Light Sensitivity Assessment for Modern Photographic Material Exhibitions

Luo, Hung-Wen\*

## Abstract

The museum lighting should avoid ultraviolet and infrared radiation, and to protect light-sensitive cultural relics under lower illuminance level.

To integrate teaching and practice, Tainan National University of the Arts (TNNUA) and the Tainan Art Museum (TAM) organized the “Illumination Assessment of Modern Images” serial courses. First, participants refer to the database of Image Permanence Institute for identify modern image collections. Next, expose the blue wool scales (BWS#1,#2,#3) and inkjet print samples to high-intensity light spots, and measure the reflectance for calculate the color difference at the same time via Micro Fading Tester. The exhibition lighting is used as the target cumulative dose (0.3 Mlux.hr) for evaluation, and  $\Delta E_{00}=1$  is used as the threshold for whether discernible color difference was caused.

The results showed that the color difference produced by measuring BWS#1, #2, #3 and digital inkjet simulation samples under the cumulative illumination during this exhibition was less than 0.2, and did not reach the identifiable color difference  $\Delta E_{00}=1$ .

Keywords: museum lighting, microfading tester, digital inkjet print, light damage, photographic material

---

\* Assistant Professor of the Graduate Institute of Conservation of Cultural Relics and Museology, Tainan National University of the Arts

## 一、前言

回溯公元前 300 年的博物館，當時的蒐藏並非開放。十七世紀後，歐洲陸續設立公共博物館，然而此時的博物館仍屬中上階層人士才能參觀，文物保護還不足以成為議題。直至啟蒙運動開始，博物館逐漸從一個以收藏為主轉變為展示藏品的機構，成為社會教育大眾的文化中心。然而，也隨著展覽活動的日益頻仍而加速了藏品裂化，文物保護的概念漸被重視。

1978 年文物保存學者 Garry Thomson 提出影響博物館藏品各種環境因數，並針對不同類型材料的藏品如何避免受這些因素的具體做法，其中包括「光線」（含紫外線輻射）對藏品的破壞性影響的部分，並應盡量減少展示過程中光源照射對藏品所造成褪色。<sup>1</sup>

文保科學家為了評估藏品長期展示可能發生的褪色狀況，1999 年美國 Paul Whitmore 開發「微光斑褪色儀」(Microfading tester, MFT)，方法是將樣品表面暴露在高強度、穩定且聚焦的光點（直徑小於 0.5 mm）並同時使用分光光度計即時量測受測區域的反射率，於短期間內模擬受測樣本的目後的顏色變化狀況，藉此可有助於文保人員制定文物展示照明策略時的參考依據。<sup>2</sup>

2019 年臺南市美術館（簡稱南美館）成立並設「美術科學研究中心」，跨領域整合文物修復、科學檢測與藝術史研究，為美術與文物保存科學修復的專業研究單位。為了結合教學與實務，本校與南美館合作辦理「影像展示光源評估」課程，以館藏影像為探討對象，參考國際影像永久保存機構（Image Permanence Institute, IPI）之資料庫進行歸納分類，並操作微光斑褪色儀，評估展場光源是否會造成攝影展品之傷害。

## 二、博物館展示照明策略

照明策略制定，分為「風險評估」、「光害程度量化」和「光害管理」等步驟，

<sup>1</sup> Garry Thomson, *The Museum Environment*, 2nd ed, (London: Routledge), 10-11.

<sup>2</sup> Paul M. Whitmore, Catherine Bailie, and Sandra A. Connors, "Micro- Fading Tests to Predict the Results of Exhibition: Progress and Prospects," *Studies in Conservation* 45, supp. 1 (2000): 10-14.

圖 1 表示照明策略制定之步驟流程。首先，需要仔細考慮藏品種類和收藏機構之間的價值關係；其次是透過微斑褪色儀（紅框），有效管理與推測展示過程的光害風險，幫助典藏管理及修護人員設置優先順序。當博物館展示藏品時，此決策步驟不是制式化的流程，而是整體彈性策略方法變化的基礎。綜合考量每個博物館和不同藏品的實際情況後，提出適當的展示照明策略。<sup>3</sup>

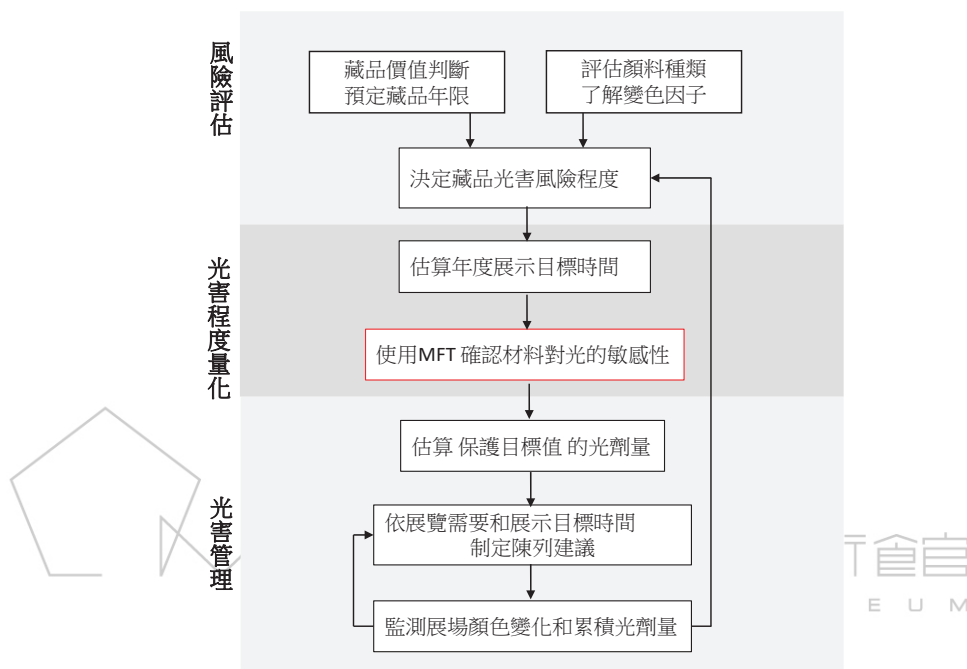


圖 1 展示照明策略制訂步驟

## （一）風險評估

1. 確定藏品的收藏價值並判斷其預計將會持續展出期限。評估重要藏品顏色閾限值可接受的變化量。
2. 確定藏品的光害風險類別。
3. 記錄決策和重新評估計劃的過程。

## （二）光害程度的量化

<sup>3</sup> Christel Pesme and Mark Benson, "Lighting Policy Framework and Role of MFT," in *Microfading Tester: Light Sensitivity Assessment and Role in Lighting Policy* (Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2021), 60-82.

1. 根據達到閾值的時間範圍或在預設時間範圍內接受閾限值變化量，或參考光害風險價值分類系統預測展示目標時間可能的閾值。
2. 使用微斑褪色儀或參考文獻研究評估藏品的光敏性。
3. 在收藏數據庫中記錄選定的展示目標時間和感光度評估。
4. 當展示目標時間（Preservation target）到達極限，依藏品價值重新評估程度。

### （三）光害管理

1. 依目標藏品年限和光害風險價值的分類，評估出展示目標時間的累積光劑量（Light dose）。
2. 透過以下方式為某時間範圍（例如，展覽、年度、十年）擬訂展示：
  - (1) 評估藏品未受光害風險的優點。
  - (2) 評估觀眾欣賞愉悅度所需的光照程度。
  - (3) 推斷持續光照的時間（不能超過展示目標時間）。
3. 記錄藏品在展示過程中所累積光劑量、光源的特性，監控藏品展示目標時間的剩餘時間。
4. 當展示目標時間耗盡，立即停止展示並將藏品收存回庫房環境中。
5. 根據實際狀況修改方案，並評估藏品於展覽過程的色彩變化，並與微斑褪色儀預測值進行比較。

## 三、文物褪色與色彩度量學基本概念

### （一）光譜能量分布

「光」是一種電磁波，西元 1666 年英國 Newton 實驗證明太陽白光是經由各種色光集合，將太陽光引入三稜鏡分解出如彩虹一樣的色光，而排列順序紅、橙、黃、綠、青、藍及藍紫，反之實驗驗證引色光進三稜鏡，發現確實白光是由複數色光混合而成。若分解光的一種射入三稜鏡，則無法分解出其他色光，此稱為單色光（Monochromatic）。此單色光按照波長順序即形成了光譜（Spectrum），

波長與顏色對應關係描述如圖 2。而人眼可看到僅有波段範圍中的一小部分，稱為「可見光」，範圍波長為 400 至 700 nm。

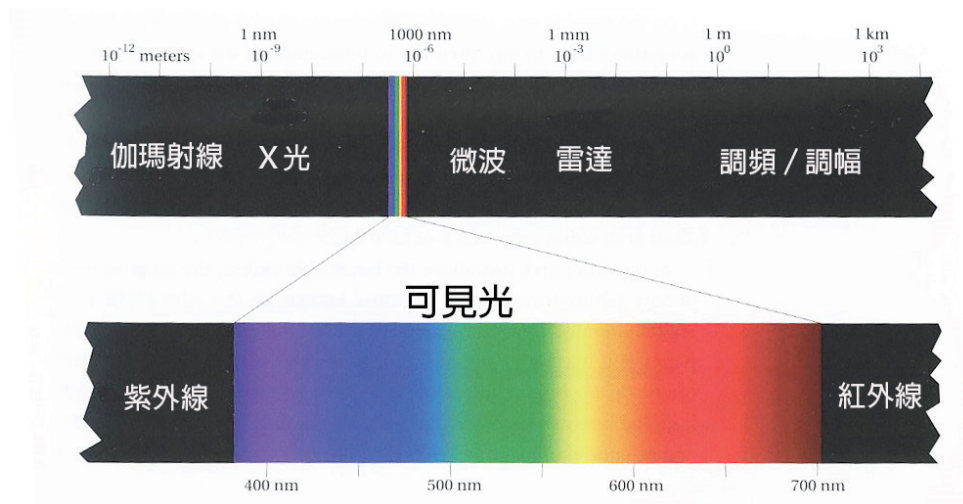


圖 2 可見光波長分布

不同光源由於發光物質不同，其輻射能按波長分布情況也不一樣，光源「功率」與「波長」關係就稱為「光譜能量分布」(Spectral Power Distribution, SPD)，一般以前者為縱座標，後者為橫座標作圖以得到「光譜能量分布曲線」來表示。大多數量測中，以某一波長的功率為 100，其他波長者與其相比的百分數，以此得到的關係曲線稱為「相對光譜能量分布曲線」。<sup>4</sup>

## (二) 輻射能量與褪色

「活化能」(Activation energy) 是導致文物降解反應的能量，材料吸收落在其上的一部分輻射，吸收的輻射必須包含足夠能量光子引發後續反應。顏料與染料正是因選擇性地吸收(反射)可見光波長，讓物體顯示出部分顏色。而這些被吸收的光會引發反應，導致本身以及其所應用的基材的分解。

當材料吸收輻射時，光子能量可以將分子從基態提升到激發態，雖然大多數處於激發態的分子將迅速返回到其基態，如圖 3(左)中的虛線，將吸收的能量以相同或較低能量的輻射(如螢光現象)或熱的形式釋放，但某部分受激分子將

<sup>4</sup> 羅梅君，《數位色彩管理科學-色彩度量學》，(臺北：藍海文化，2011)，頁 5-6。

發生不可逆的變化，導致化學改變和降解，或者促進其他分子或材料發生反應。這些變化包括分子結構的重新排列，稱為光異構化（Photoisomerization），這可能會改變其性質（如顏色），激發態與另一個分子的反應，以及吸收的能量從激發態轉移到其他分子。另外，當吸收的光子的能量大於化學鍵的強度時，輻射除了產生激發態之外，另一個光裂解（Photolytic cleavage）或光解離（Photodissociation）效應會致使分子化學鍵的斷裂，這種情況如圖 3（右）。<sup>5</sup>

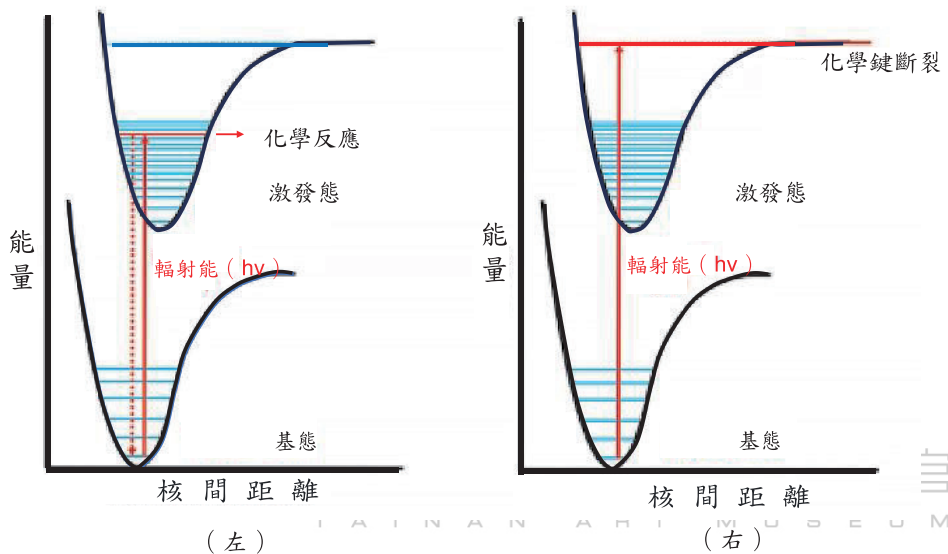


圖 3 分子能量自基態至激發態及化學鍵斷裂示意圖

### （三）色覺與閾值

心理物理是有系統的研究刺激的物理特性，與感覺、知覺間的關係。指某一物理刺激，訊號接收者剛好跨越「察覺到」與「沒察覺到」之間的物理刺激強度。19 世紀的德國 Ernst Heinrich Weber（1795-1878）提出檢測感官刺激變化通常是外在刺激強度百分比。隨後，Gustav Theodor Fechner（1801-1887）提出「Weber-Fechner law」針對人類感受程度與外在刺激物的物理強度具有一比率關係即所謂的「閾值」概念（Just Noticeable Difference, JND）。<sup>6</sup>

<sup>5</sup> David Saunders, *Museum Lighting: A Guide for Conservator and Curators* (Los Angeles: Getty Publications, 2020), 81-83.

<sup>6</sup> George A. Gescheider, *Psychophysics: The Fundamentals*, 3rd ed., (London: Psychology Press,



1987 年加拿大保護研究所（Canadian Conservation Institute, CCI）制定光害模擬計算器（Light Damage Calculator）後，「恰變差」（Just Noticeable Fade, JNF）術語一詞，成為形容文物劣化褪色的普遍用語。以國際照明委員會（Commission internationale de l'éclairage, CIE）推薦展示光源對典藏文物展示及損傷監控的原則，<sup>7</sup>對造成顏色到  $\Delta E^*_{ab}=1$  之光輻射累積量即為一物理量，如圖 4 描述，X 軸表示輻照度累積量，Y 軸表示色差值，當顏料受光傷害時，初始階段色差是激烈的，此時所需的有效輻照度相對較少即會產生  $\Delta E^*_{ab}=1$ ，但爾後則要有更多有效輻照度持續累積才會使  $\Delta E^*_{ab}=1$  產生。

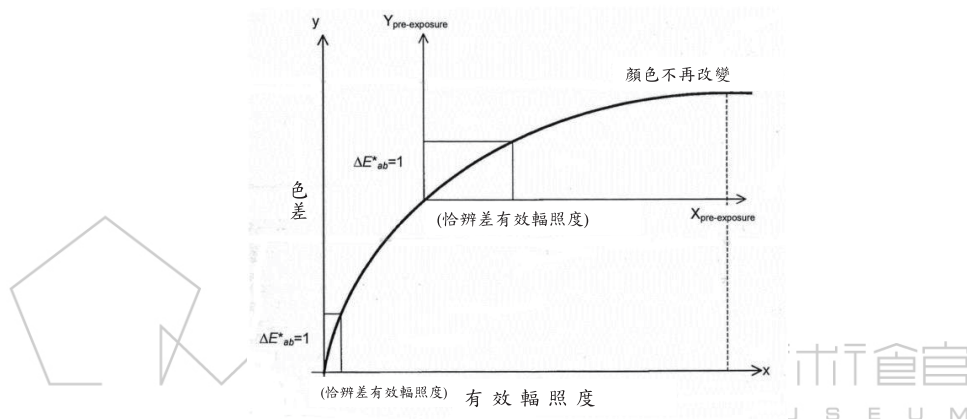


圖 4 恰變差-色差-有效輻照度關係圖

### （三）CIELAB 均勻色彩空間與色差

色彩感知的差異稱為色差（color difference）。1976 年 CIE 推出均勻色彩空間：CIE 1976  $L^*a^*b^*$ ，經常使用於色彩工業領域，每個顏色都將以點的形式呈現，此空間中的任兩點 $(L_1, a_1, b_1)$ 與 $(L_2, a_2, b_2)$ 的色差可以由公式 1 求出： $\Delta L^*$ 為測試色與標準色在明度差（Lightness difference）， $\Delta a^*$ 為紅綠色量差（redness-greenness difference）， $\Delta b^*$ 為黃藍色量差（yellowness-blueness difference）：<sup>8</sup>

1997).

<sup>7</sup> Commission Internationale de l'Eclairage, CIE157, *Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation* (Vienna, Austria: CIE, 2004).

<sup>8</sup> Abhay Sharma, *Understanding Color Management* (New York: Delmar Cengage Learning, 2003), 93-99.



$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

其中：

$$\Delta L^* = L_1^* - L_2^*$$

$$\Delta a^* = a_1^* - a_2^*$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$$

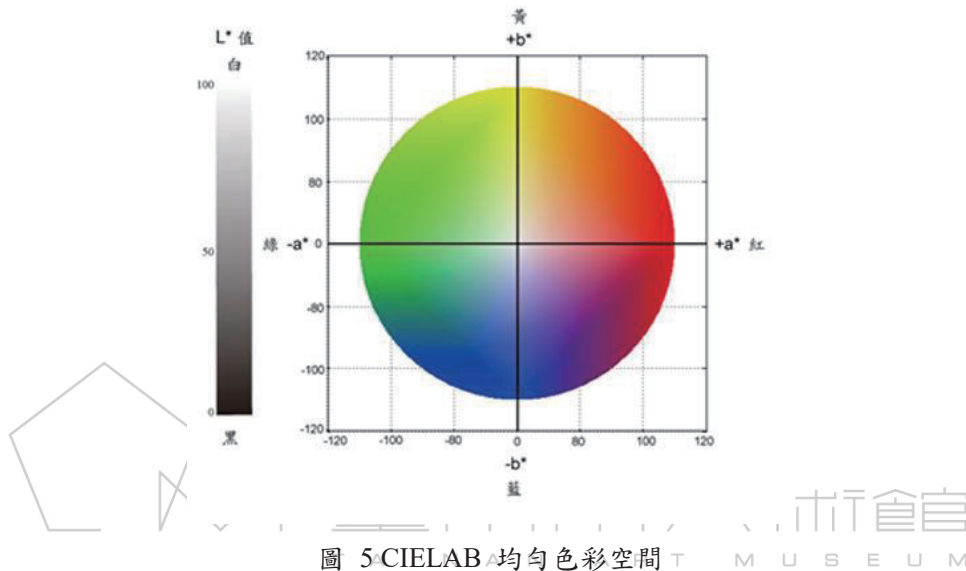


圖 5-CIELAB 均勻色彩空間

接下來 CIE 於 2001 年建議 CIE2000 色差公式，簡稱 CIEDE2000，色差符號表示  $\Delta E_{00}$ ，對 CIELAB 做了五項修正包括：明度權重、彩度權重、色相權重、改善藍色及中性色差表現（公式 2）：<sup>9</sup>

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \frac{\Delta H'}{K_H S_{CH}}\right)} \quad (2)$$

基於上述色彩空間的基礎，微光斑褪色儀的色差分析即是使用 CIELAB 色彩空間來定義受測物的顏色差異。本次實驗，為了更符合人眼視覺差異，使用 CIE2000 色差公式為計算評估。

#### 四、微光斑褪色儀測試

<sup>9</sup> Hsien-Che Lee, *Introduction to Color Imaging Science*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2005), p113.

## (一) 硬體系統

本次使用微光斑褪色儀（圖 6），<sup>10</sup>最小光斑直徑約 0.5mm，光譜範圍 400-750 nm，聚焦最大光強度為 4 mW 下。可調式光源種類分為 3500K、4000 K、5000 K、5500 K 及 6000K 等不同色溫之白光發光二極體照明(Light-emitting diode, LED)，可依實際展場光源條件選擇實驗色溫條件（圖 7），並有自動對焦影像模組。光源經過光纖管集中照射樣本表面（直徑約 0.4mm）以 0°/45°反射角將光線導入光譜儀量測數據變化，並經由數據分析觀察樣本測試後色差及有效輻照度閾限值，設備光路設計配置如圖 8。

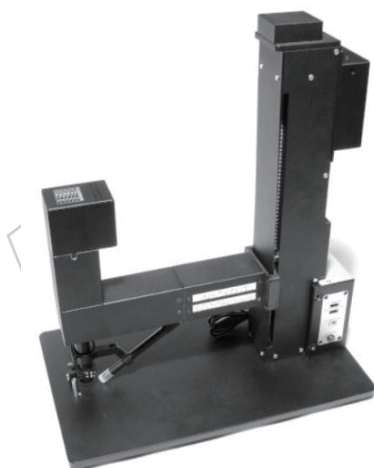


圖 6 微光斑褪色儀

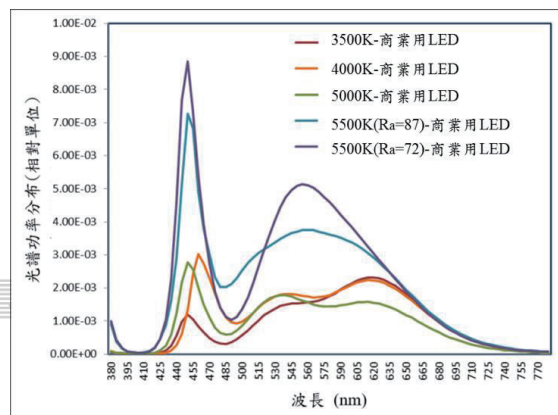


圖 7 光譜能量（功率）分佈圖

<sup>10</sup> 微光斑褪色儀，<https://www.fotonowy.pl/products/mft-scientific/?lang=en>（檢索日期：2023 年 6 月 4 日）

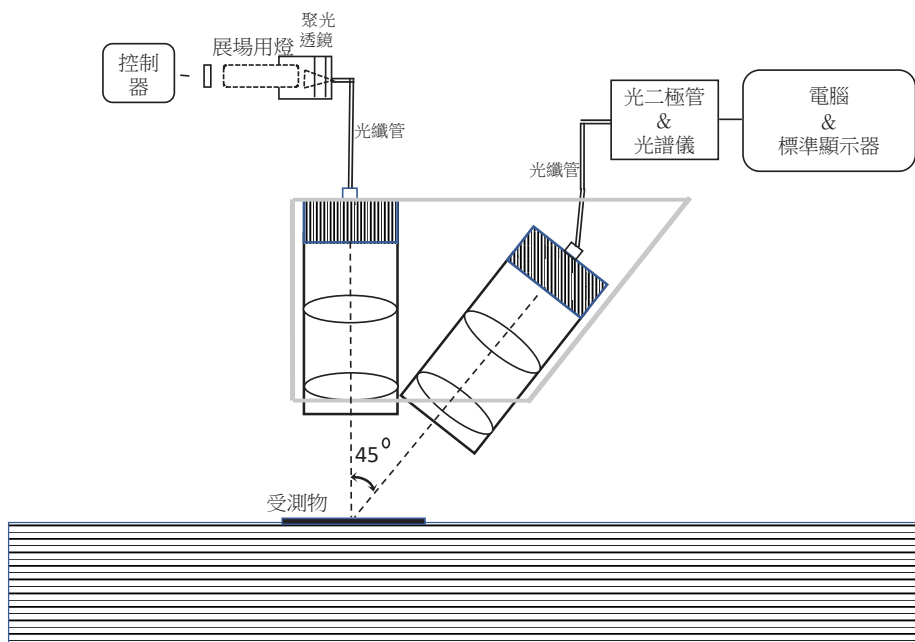


圖 8 微光斑褪色儀光路設計配置

## （二）評估樣本

### 1. 藍標試片

1920 年藍標試片（blue wool scale, BWS）發明後，被國際標準化組織（International Organization for Standardization，簡稱 ISO）R105 及英國標準（British Standards）BS1006 採納為紡織與皮革業褪色效應的測試標準。藍標試片每片有 8 階（圖 9）染有特定染料的羊毛，第 2 階的褪色累積時間約較第 1 階多 2 倍，第 3 階又比第 2 階多 2 倍，依此類推至第 8 階；最易褪色的第 1 階，曝光總量約 4 曝光總量約 1x.hrs。4 階及 5 階的藍標試片對於 400-600 nm 的藍光較不敏感；3 階藍標試片相對比 1 階及 2 階對於紫外線 A 還敏感。通常以 1 階及 2 階與 3 階較常被使用（表 1），其餘 3 階至 8 階因多為評估含紫外線光源或無機物褪色機制。

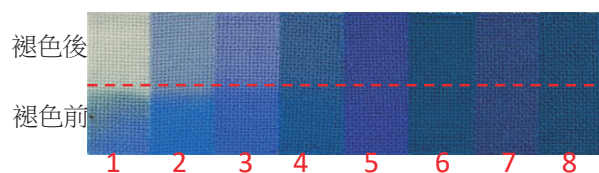





圖 9 藍標試片褪色前（下）與褪色後（上）

表 1 藍標試片第 1 階、2 階與 3 階

藍標試片	外觀	染料名稱	化學式
第 1 階 (Grade 1)		酸性藍 104	$C_{43}H_{49}N_3NaO_6S_2^+$
第 2 階 (Grade 2)		酸性藍 109	$C_{45}H_{44}N_3NaO_6S_2$
第 3 階 (Grade 3)		酸性藍 83	$C_{45}H_{44}N_3NaO_7S_2$

## 2. 噴墨照片

「噴墨照片」(Inkjet print) 在 1970 年後期問世。以墨水驅動方式分為「熱泡式 (Thermal)」與「壓電式 (Piezo)」兩種，後者原理是將電腦數位訊號轉換電壓到印表機，然後依訊號強弱將墨水匣墨水噴製如紙張之基材。透過噴墨的距離、濃度、墨點大小，以實現廣泛的色調。壓電式 (Piezo) 可分「染料墨水」(Dye Based Inks) 及「顏料墨水」(Pigment Based Inks)，本次依據展場作品為「藝術微噴」屬顏料墨水。顏料是含有極性的不溶性分子基團，如酰胺 (Amide) 和羰基 (Carbonyl)，分子間具有吸引力，使其保持高晶格且難以被溶劑破壞的穩定晶體。此類顏料墨水在工業界廣泛被使用。通常這類顏料墨水的產品的發展受限於顆粒的大小。另一方面，顏料墨水如碳黑、二氧化鈦白、鈷藍、酞菁藍、酞菁綠和鉻黃通常等具有良好的抗氧化與熱穩定性。<sup>11</sup> EPSON Ultrachrome K3 作為噴墨之墨水材料，噴墨於 EPSON 專用紙材。依 Wilhelm Imaging Research 測試，使

<sup>11</sup> Veronika Lovell, "Ink jet inks and Substrates: Novel approaches for their physical and optical properties characterization," (Dissertation, Western Michigan University, 2006), 10-11.

用 Premium Glossy Photo Paper，置於過濾紫外線的展示框可以超過 100 年優異表現。<sup>12</sup>

## 六、南美館影像材質鑑定與展示褪色分析

臺南是臺灣最早開發的城市，寫真館林立，尤其是許多攝影前輩遠赴東瀛競賽，帶動業餘攝影成長，或是經由政府推動各項文化活動，活絡了攝影藝術的發展。1953 年「臺南市臺南美術研究會」（簡稱南美會）增設納入攝影部，讓攝影藝術成為主要流行的藝術類別之一。<sup>13</sup>

臺南市美術館 2019 年開館至今累積辦理眾多展覽，推廣社會藝術教育成果極豐碩，其中與影像類作品更是屢見於各檔展覽中，因此對於這些展品是否褪色的隱憂，應進一步了解分析，以達到防患未然之效果。

### （一）作品種類鑑定

「典藏聚焦：洪通、張炳堂、許淵富、蔡草如」（展期 2023/03/21 ~2024/04/07），為期一年長時間之特展對影像藏品之光害隱憂不可輕忽，故本次課程以許淵富之黑白作品「吹噴吶者」、「慾」及「信徒的手(四)願」三件為探討案例（表 2）：

表 2 本文探討許淵富作品清單<sup>14</sup>

作品圖	作品名稱	媒材	尺寸	年代
	慾	日本優質平滑藝術紙	26.4x31.4 cm	2004

<sup>12</sup> Epson Stylus Pro 11880-Print Permanence Rating, [http://www.wilhelm-research.com/epson/WIR\\_Ep11880\\_2010\\_04\\_23.pdf](http://www.wilhelm-research.com/epson/WIR_Ep11880_2010_04_23.pdf)（檢索日期：2023 年 9 月 3 日）

<sup>13</sup> 姜麗華，〈臺南攝影藝術研究（1920-2022）〉研究報告書（臺南：臺南市美術館，2022），頁 122。

<sup>14</sup> 南美館藏品查詢系統 [https://collections.culture.tw/tnam\\_collectionsweb/search.aspx](https://collections.culture.tw/tnam_collectionsweb/search.aspx)（查詢時間：112 年 6 月 4 日）

作品圖	作品名稱	媒材	尺寸	年代
	吹簫者	日本優質平滑藝術紙	26.4x31.4 cm	1964
	信徒的手 (四)願		21.2x30.2 cm	1965

根據南美館典藏系統資料，三件皆為數位噴墨印刷於日本優質平滑藝術相紙。惟其中 2 件年代分別為 1964 年、1965 年，是屬於明膠銀照片（Silver gelatin Print）盛行年代，與數位噴墨印刷媒材不符，故需進一步以顯微鏡檢視確認。因作品展出，無法拆卸下來檢視，故僅能觀察表面。經肉眼觀察作品表面平滑，無特別明顯光澤，表面應無塗布。

以手持式顯微鏡（440 倍）觀察作品灰階處（圖 10），可以發現影像以細小的 Y、M、C 色墨構成，雖然此鍵外觀為黑白色調，但可以觀察到點狀物並非以黑色墨所構成，經過與 IPI 資料庫樣本比對如圖 11，判斷此件作品應為噴墨製作而成。

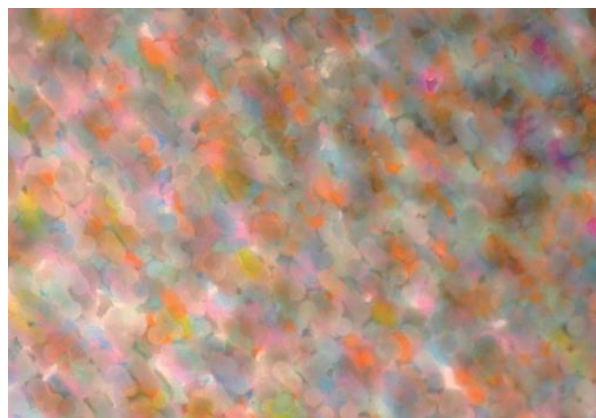


圖 10 許淵富「吹簫者」局部圖（440 倍）



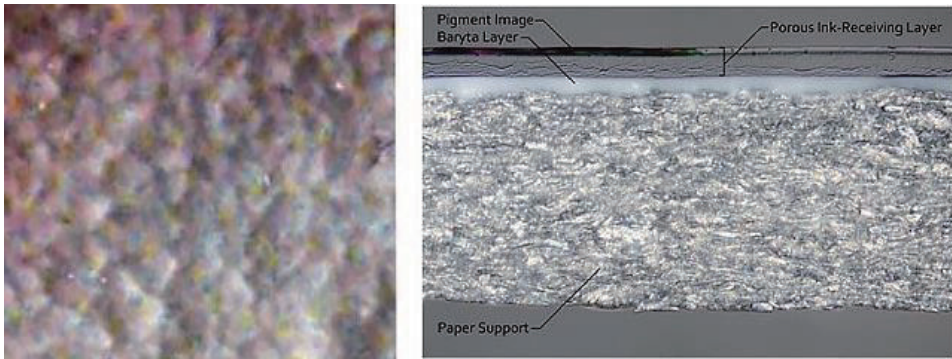


圖 11 IPI 噴墨照片細部圖 220 倍（左）與剖面圖（右）<sup>15</sup>

## （二）微光斑褪色實驗

本節說明進行 MFT 實驗量測所需之光源資訊與模擬樣本的製作，因此確認作品材質後，首先進行展場使用之光源參數及預估展期等資訊蒐集，作為後續實驗參數設定。

### 1. 展場光源測量

本次展場位於南美二館展覽室 H（圖 12），使用分光輻射照度計（廠牌 ISM-Lux）進行展場現有燈光的量測，位置位選於展示作品之中央進行量測，其光譜能量分佈如圖 13，屬典型之 LED 波型。光源之光譜分布並未包含波長 400 nm 以下之紫外光波段，避免能量強度高的紫外光照射而提高作品劣化之風險。照度 298lux、4022K、CIE x：0.3819/ CIE y：0.3853、CRI：96，高演色性代表此光源對文物的色彩表現能力佳。



圖 12 南美二館展覽室 H

<sup>15</sup> Graphic Atlas:[http://www.graphicsatlas.org/identification/?process\\_id=43](http://www.graphicsatlas.org/identification/?process_id=43)（搜尋時間：112 年 6 月 4 日）



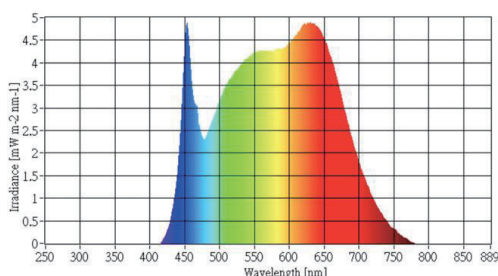


圖 13 H展場 LED 光源能量分佈圖

## 2. 展覽照度值計算：

本次作品照明評估之展覽規劃期間設定為展期 6 個月、每週展出 6 天、每天展出 8 小時，並設定一個月為 4 週進行計算。以此設定之時間與量測收集之照度數值計算本次展覽期間作品所承受之總照度值。計算公式如下：照度×小時數=lx. hrs；故預估本次作品照度值：

$$267.49 \text{ lux} \times 8 \text{ 小時} \times 6 \text{ 天} \times 4 \text{ 週} \times 6 \text{ 個月} \div 0.3 \text{ Mlux.hrs}$$

## 3. 模擬樣本

本次評估之作品屬於數位噴墨方式製作之攝影作品，為了避免直接使用作品進行檢測，因此試驗時使用相同製作方式製成之模擬樣本進行測試。

樣本之製作以 EPSON Ultrachrome K3 作為噴墨之墨水材料，於 EPSON 專用紙材。以 MFT 進行色差實驗，光源設定 4000K，流程規劃如圖 14。圖 15 顯示以模擬樣本進行褪色實驗。

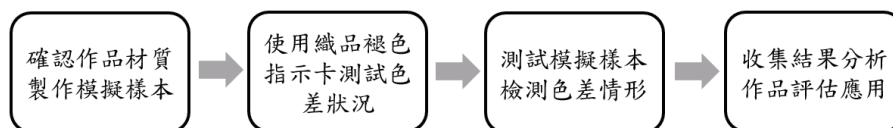


圖 14 MFT 色差實驗之流程規劃

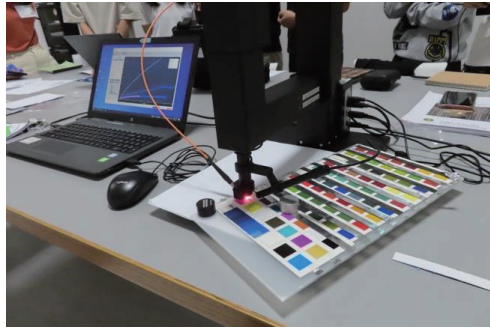


圖 15 模擬樣本褪色實驗中

### （三）結果分析與討論

1.以展場照明 0.3 Mluxhr 為評估目標累積劑量，進行 MFT 色差實驗之結果分析（圖 16 之綠色虛線），並以 $\Delta E_{00}=1$ （紅色虛線）作為是否造成可辨識之色差的基準進行評估。量測 BWS#1, #2, #3，以及數位噴墨模擬樣本之 Inkjet Print C, M, Y 於展覽期間之累積照度下，所產生之色差皆小於 0.2，並未達到產生可辨識之色差 $\Delta E_{00}=1$ 的狀況，因此可推測所有模擬樣本皆不會於展覽期間（2023/03/21~2024/04/07）的總累積照度下產生可辨識之色差。

2.由結果圖中可檢視不同顏色之模擬樣本對光線敏感之程度，模擬樣本對光源敏感之程度由較敏感至較不敏感依序為：樣本 C（圖 16 之 Inkjet Print\_C）、樣本 M（圖 16 之 Inkjet Print\_M）、樣本 Y（圖 16 之 Inkjet Print\_Y）。

#### 3.未來研究方向

微光斑測試測試儀為典藏人員提供了快速的評估方法與數據，惟本次使用模擬樣本進行測試，與實際樣本可能仍有誤差。未來建議如下：

（1）可以使用原物件直接進行評估，挑選邊緣或有裝框等遮蔽處，因光斑僅 0.5mm，不易被發覺，可以更精準預測作品色差之呈現。

（2）由於實驗所使用光源為儀器內附之商用 LED 光源演色性約 CRI80，與展場高演色性 CRI90 之光源雖色溫相同為 4000K，但兩者不同光譜能

量分佈仍可能對顏料輻射吸收反射效果有所差異，建議未來可採用與展場一致光源進行褪色實驗。

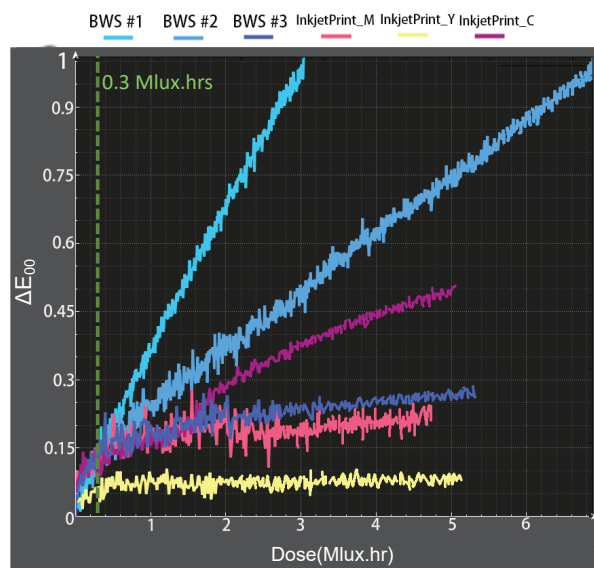


圖 16 MFT 量測結果

## 七、參考文獻

### 中文

- 羅梅君。數位色彩管理科學-色彩度量學。臺北：藍海文化，2011。
- 姜麗華。〈臺南攝影藝術研究（1920-2022）〉研究報告書。臺南：臺南市美術館，2022。

### 英文

- Commission Internationale de l'Eclairage, CIE157. *Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation*. Vienna, Austria: CIE, 2004.
- Gescheider, George A. *Psychophysics: The Fundamentals*. Third edition. London: Psychology Press, 1997.
- Lee, Hsien-Che. *Introduction to Color Imaging Science*. Cambridge University Press, 2005.
- Lovell, Veronika, "Ink jet inks and Substrates: Novel approaches for their physical and optical properties characterization." Dissertation, Western Michigan University, 2006.
- Pesme, Christel and Mark Benson. "Lighting Policy Framework and Role of MFT." in *Microfading Tester: Light Sensitivity Assessment and Role in Lighting Policy*, 60-82. Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.
- Saunders, David. *Museum Lighting: A Guide for Conservator and Curators*. Los

Angeles: Getty Publications, 2020.

Sharma, Abhay. *Understanding Color Management*. New York: Delmar Cengage Learning, 2003.

Thomson, Garry. *The Museum Environment*. Second edition. London: Routledge, 1994.

Whitmore, Paul M., Catherine Bailie, and Sandra A. Connors. "Micro- Fading Tests to Predict the Results of Exhibition: Progress and Prospects." *Studies in Conservation* 45, supp. 1 (2000): 200-205.

