

色彩管理實務工作坊(南區)

96/4/24

故宮數位攝影系統建置與色彩管理實務 器物與書畫

報告人：國立故宮博物院器物處 張志光
書畫處 陳泳任

簡報大綱

- 一、故宮文物影像數位化簡介
- 二、器物數位攝影系統建置
- 三、器物影像數位化之色彩管理
- 四、書畫數位攝影系統建置
- 五、書畫影像數位化之色彩管理
- 六、結語與建議

一、故宮文物影像數位化簡介

一、故宮文物影像數位化簡介

(一)、背景說明

故宮的三大數位計畫：數位典藏、數位博物館、數位學習

以數位典藏計畫為基礎，負責院藏文物影像與後設資料之數位化

數位典藏計畫起始：91年1月1日至95年12月31日

一、故宮文物影像數位化簡介

(二)、藏品類別與組織分工

故宮博物院藏文物類別之不同，影像大致可區分為器物類、書畫類及圖書文獻類等三大類。

由於圖錄出版、展覽、教育、研究，及執行各項數位計畫，對文物影像的需求大增，文物影像擷取或生產的工作，已由各相關需求單位自行規劃執行，最終將影像交由資訊中心與出版組負責管理與授權使用。

一、故宮文物影像數位化簡介

(二)、藏品類別與組織分工

目前本院參與數位典藏計畫包括器物處、書畫處、圖書文獻處、出版組、資訊中心、科技室等六個單位。除了資訊中心外，其餘單位均有影像數位化之需求與任務，但各自數位化標的物、採取的數位化方式以及執行的方式略有不同。

資訊中心：負責數位影像備份、加浮水印、影像規格及命名標準制定等工作。

一、故宮文物影像數位化簡介

(三)、影像數位化執行方式

部門名稱	主要數位化標的物	數位化方式(相機規格)	執行方式
器物處	器物	數位攝影(120)	In-house
書畫處	書畫	數位攝影(4*5)	In-house
出版組	文物正片 器物、書畫、 圖書文獻	傳統攝影(4*5)	Outsourcing
		正片掃瞄 數位掃描(4*5)	In-house
圖書文獻處	圖書文獻 佛經	書籍掃瞄器 數位攝影(120)	Outsourcing
科技室	X光片	平台式掃描器	In-house

91-92：精品數位化—委外，主要是正片掃描

93-95：全面數位化—委外加自製，正片掃描、數位掃描及數位攝影

二、器物數位攝影系統建置

二、器物數位攝影系統建置

(一)、為什麼採用數位攝影技術

採用數位攝影進行影像數位化的理由：

1. 技術成熟

數位攝影技術進步神速，影像品質已能滿足使用。

2. 快速

數位攝影拍攝較先拍正片再掃描，節省數倍的時間，且馬上拍馬上看，較不會有拍錯的情形發生。

3. 品質穩定

數位攝影的色彩品質較一致，且色彩較正片拍攝再掃描更接近原物。

二、器物數位攝影系統建置

(一)、為什麼採用數位攝影技術

自行(In-house)進行影像數位化的理由：

1. 節省經費

不同於委外，不用每年招標，長期進行可降低成本。

2. 累積知識與經驗

增進數位化工作人員專業知識、累積影像數位化經驗、影像品質較能控制與改進、培養博物館數位影像人才。

3. 文物安全與數位化速度

無需擔憂管理廠商的問題、配合工作時間較為彈性、數位攝影生產影像速度較快、品質較能控制。

二、器物數位攝影系統建置

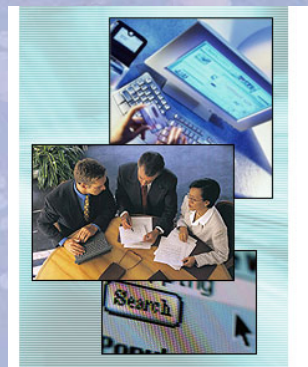
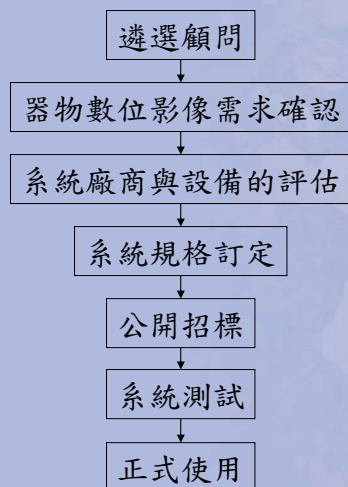
(二)、規劃緣由

2002年器物數位影像的生產是由器物處挑選品質良好的精品正片，由出版組委外掃描產生。為挑戰行政院2008數位台灣計畫，達成院藏器物影像全面數位化目標，於2003年9月完成「第一套器物數位攝影系統」。翌年9月又完成「第二套器物數位攝影系統」。

為增加器物影像之多樣性與豐富性，滿足器物之研究、展示及商品加值等用途，另於2006年9月完成「360度環景環物數位攝影系統」建置，使計畫具備自行拍攝高品質環物影像之設備與能力。

二、器物數位攝影系統建置

(三)、器物數位攝影系統建置策略



二、器物數位攝影系統建置

(四)、影像需求—第一套器物數位攝影系統

1. 器物數位典藏的需求

滿足至少6X8吋 175lpi彩色印刷、光碟及網路流覽影像顏色精確度達肉眼無法辨視(原件、螢幕與打樣)輸出樣稿的保存年限最好能高於50年(所以選擇UltraChrome墨水)。

2. 設備的性能

產生600萬畫素之TIFF檔，色彩管理符合ICC規範與標準。

3. 數位化的速度

影像擷取時間以秒為單位(因為速度所以選擇120中型相機)。

二、器物數位攝影系統建置

(四)、影像需求

1. 第二套器物數位攝影系統

除了印刷使用之外，更為了滿足展覽用大圖輸出需求，因此提高數位機背之總畫素量達2200萬畫素。

2. 360度環景環物數位攝影系統

用以快速擷取器體表面影像，供研究或加值用途。

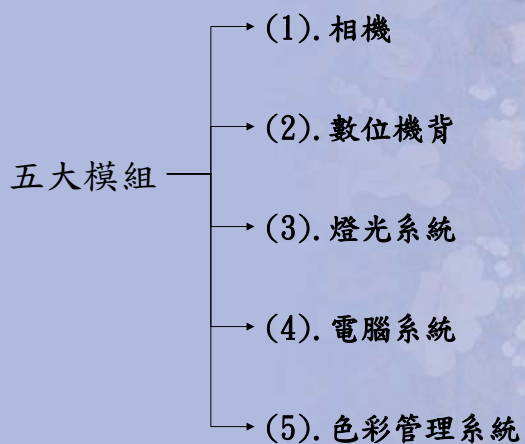
二、器物數位攝影系統建置

(五)、器物數位攝影系統評估方式

系統評估方式主要以系統之模組功能是否能滿足需求為重點，以系統的規劃、操作與實作結果作為廠商專業能力之評估參考。系統評估範圍則以相機、數位機背、燈光系統、電腦系統、色彩管理系統等五個模組為主要評估項目，分別檢視與測試其相關元件之**軟硬體功能**，及系統**實作輸出**樣稿的結果，作為評估系統效能之參考依據。而**廠商之專業能力**，則以其系統規劃是否適用與系統實際操作之效率作為評估參考依據。

二、器物數位攝影系統建置

(六)、系統規格制定



二、器物數位攝影系統建置

第一套器物數位攝影系統(C系統)



模組	組成
相機	Contax 645AF 120 DSLR 鏡頭 Carl Zeiss 80mm/F2 AF, Carl Zeiss 120mm/F4 1:1 Makro, Carl Zeiss 35mm/F3.5 AF 色溫表Minolta Color Meter IIIIF 測光表Minolta Flash Meter V
機背	Phase One H5 (6 Mega pixels)
燈光系統	BALCAR · NEXUS Asymmetric 3200 (Electronic flash light)
電腦系統	Workstation1: Dell Precision Workstation 650 Monitor1: Barco Reference Calibrator V CID421 Workstation2: Apple G4 1.25GHz Dual CPU/1GB RAM Monitor2: Apple Cinema Display 20" LCD
色彩管理系統	•GretagMacbeth ColorChecker DC ColorChecker •GretagMacbeth ProfileMaker Pro 4.1 •GretagMacbeth Eye-One Pro Bundle •GretagMacbeth iCColor 210 series •CGS O.R.I.S. Color Tuner RIP •EPSON Stylus Pro 10000CF •GretagMacbeth Judge II •KODAK Gray card, KODAK Q13, KODAK Q14

第一套器物數位攝影系統設備項目

(1). 相機

機身—Contax 645中型120焦平面快門式AF單眼反射自動相機。

鏡頭組3套—德國蔡司80mm標準自動對焦鏡頭，最大光圈F2、最近焦距0.7公尺；德國蔡司120mm微距自動對焦鏡頭，最大光圈F4、最近焦距0.425公尺，Makro近攝 1:1；德國蔡司35mm廣角自動對焦鏡頭，最大光圈F3.5、最近焦距0.5公尺。

球型雲台—ARCA SWISS B-1。

座架—Cambo MBS-2 Studio Stand，高270 cm

色溫表—Minolta Color Meter IIIF。

測光表—Minolta Flash Meter V。



第一套器物數位攝影系統設備項目

(2). 數位機背

Phase One H5

CCD片幅36*24mm

六百萬畫素

擷取色彩深度達14bits輸出可達16bits

ISO(Sensitivity)值50-100



第一套器物數位攝影系統設備項目

(3). 燈光系統

電筒—BALCAR·NEXUS Asymmetric 3200。
BALCAR燈頭—Power Z Flash Head 燈頭杯罩減少紫外線處理、
BALCAR SOFT BOXES 柔光罩、BALCAR OPALITE 2 燈罩。
氣壓式燈架—BALCAR 7722 DELTA 3 CS CINE-TV。
臂架—BALCAR REDWING COMPACT BOOM。
紅外線感應器—wein·SSR (Transmitter and Ultra Slave Receiver)。
小型柔光攝影光罩—Red Wing CoCoon。



第一套器物數位攝影系統設備項目

(4). 電腦系統

PC工作站—DELL PRECISION WORKSTATION 650。
高階自動校正螢幕—BARCO Reference Calibrator V
CID421。
MAC電腦—1.25GHz雙CPU PowerPC G4、1GB RAM。
液晶螢幕—Apple Cinema Display 20吋平面液晶螢幕。
Adobe Photoshop—Adobe Photoshop 7.0 中文版。



第一套器物數位攝影系統設備項目

(5). 色彩管理系統

打樣控制軟體—CGS O. R. I. S. Color Tuner全功能版。
數位機背用校色導表—GretagMacbeth ColorChecker DC。
色彩描述檔製作軟體—GretagMacbeth ProfileMaker 4.1 Professional。
螢幕校色測量儀器—Eye-ONE PRO。
輸出校色測量儀器—GretagMacbeth iCColor 210 series。
大圖輸出機—EPSON SP 10000-CF。
大圖輸出機專用紙—EPSON 頂級半光面相紙(Premium Semi-Glossy Photographer)。
大圖輸出機專用墨水—高抗光油性EPSON SP 10000CF原廠專用墨水組。
標準光源燈箱—GretagMacbeth Judge II。
灰卡與色卡—KODAK標準灰卡、KODAK Q13、KODAK Q14。

二、器物數位攝影系統建置

第二套器物數位攝影系統(H系統)



模組	組成
相機	Hasselblad ELD 555 Hasselblad CF/CFE Planar 80mm f2.8 Hasselblad CF/CFi Makro-Planar 120mm f4 Hasselblad CF/CFE Distagon 40mm f4
機背	Phase One H25 (22 Mega pixels)
燈光系統	BALCAR Spotflux4 (Continuing cool light)
電腦系統	Dell Precision Workstation Barco Reference Calibrator V CID421
色彩管理系統	EPSON Stylus Pro 4000 (其餘與第一套器物數位攝影系統共用)

二、器物數位攝影系統建置

第三套器物數位攝影系統(R系統)

Roundshot Super Digital II



模組	組成
相機與機背	360度環景環物相機Roundshot Super Digital II 210mm與400mm環物承載台 Leica 60mm f/2.8 Macro-Elmarit-R R-System Standard Lens with ROM Contacts (E 55mm Filter) Leica 100mm f/2.8 APO-Macro-Elmarit-R R- System Telephoto Lens with ROM Contacts (E 60mm Filter) 三腳架上 馬達控制環物承載台(1度至400度) 線性CCD長度為2700畫素(Pixel)，寬為1畫素
燈光系統	持續光
電腦系統	筆記型電腦 工作站

環景範例



環物範例



二、器物數位攝影系統建置

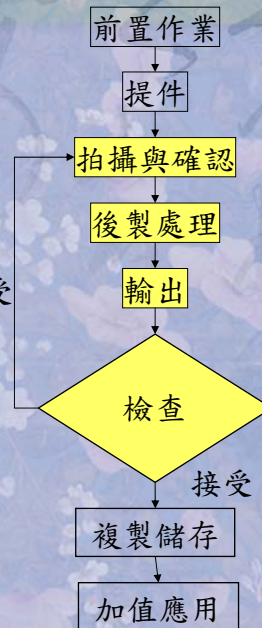
(七)、器物影像數位化流程

確認包括：文物統一編號與圖檔編號一致、最佳色調以及影像品質。

後製處理包括：灰平衡、銳利度、階調、曲線等項目的調整。 不接受

輸出時再對影像編號與文物統一編號做最後檢查。

影像最後交資訊中心備份與出版組加值應用。



二、器物數位攝影系統建置

(七)、器物影像數位化流程

前置作業：清理事物

提件與擺置器物



二、器物數位攝影系統建置

(七)、器物影像數位化流程

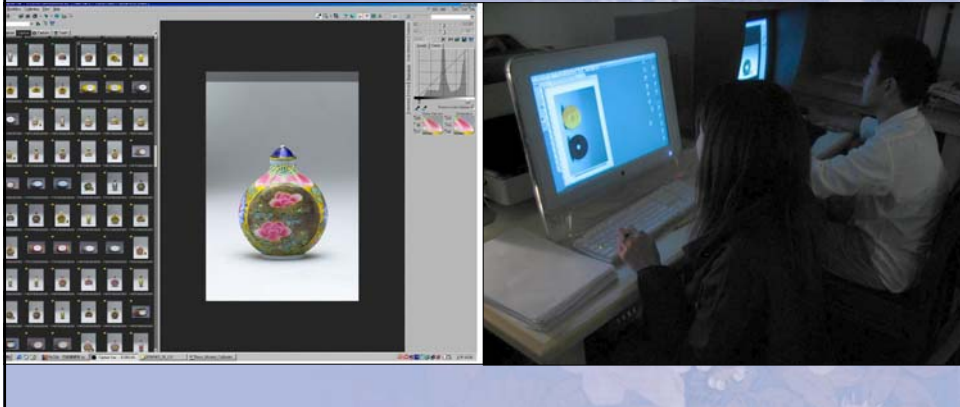
拍攝器物



二、器物數位攝影系統建置

(七)、器物影像數位化流程

後製處理



二、器物數位攝影系統建置
(七)、器物影像數位化流程

輸出



二、器物數位攝影系統建置
(七)、器物影像數位化流程

檢查



二、器物數位攝影系統建置

(八)、目前數位化數量

	Sep-Dec 2003	Jan-Dec 2004	Jan-Dec 2005	Jan-Nov 2006	Total
器物件數	1,328	8,373	7,020	5,556	22,277
影像張數	4,472	30,900	31,277	21,802	88,451
總資料量	290 GB	2,487 GB	4,352 GB	3,407 GB	10,536 GB
主要數位 化之器物 類別	銅器、金銅 佛、銅印等	銅器、銅鏡、 金銅佛、銅 印、玉璽印、 鼻煙壺等	銅器、玉器 等	玉器、瓷 器、印章、 文具、漆器 等	10TB

資料日期：95/11/23

環物攝影已拍攝21件25張1,312MB。

三、器物影像數位化之色彩管理

三、器物影像數位化之色彩管理

(一)、色彩管理系統的3C

色彩管理的組成核心要素主要有三個部分

設備校正(Calibration)—螢幕、大圖輸出機、數位機背

設備色彩特性描述(Characterization)—色彩描述檔
(ICC Profile)：數位機背+燈光、螢幕+用途、大圖輸出
機+紙張+墨水

色彩轉換(Conversion)—RGB to RGB、RGB to CMYK

三、器物影像數位化之色彩管理

(二)、色彩管理設備與工具

數位機背—PhaseOne H5、H25，使用Capture One軟體。

影像處理軟體—Photoshop 7.0 or CS。

螢幕—BARCO Reference Calibrator V CID421、Apple Cinema Display
20吋、EIZO CG210。

打樣控制軟體—CGS O.R.I.S. Color Tuner全功能版。

數位機背用校色導表—GretagMachbeth ColorChecker DC、Mini
ColorChecker。

色彩描述檔製作軟體—GretagMachbeth ProfileMaker 5.0
Professional。

螢幕校色測量儀器—Eye-ONE PRO。

輸出校色測量儀器—GretagMachbeth iCColor 210 series。

大圖輸出機—EPSON STYLUS PRO 4000。

大圖輸出機專用紙—EPSON 頂級半光面相紙(Premium Semi-
Glossy Photographer)。

大圖輸出機專用墨水—EPSON STYLUS PRO 4000原廠專用墨水組。

標準光源燈箱—GretagMachbeth Judge II。

灰卡與色卡—KODAK標準灰卡、KODAK Q13、KODAK Q14。

三、器物影像數位化之色彩管理

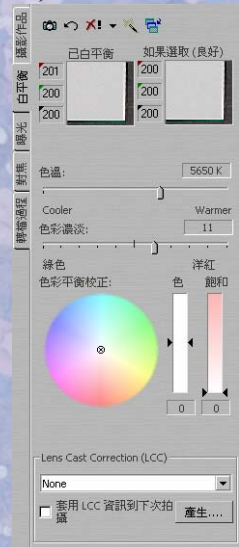
(三)、色彩管理與影像數位化流程(ICC workflow)

1. 拍攝

螢幕校準與特性化、暖機(CRT)

冷光持續燈需暖機

數位相機灰平衡並選擇正確的ICC
(閃光燈或冷光燈)



三、器物影像數位化之色彩管理

(三)、色彩管理與影像數位化流程(ICC workflow)

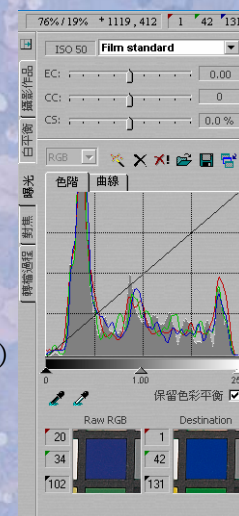
2. 後製處理

調整色階

調整曲線

調整銳利化(輕微)

選擇轉出檔案的種類、大小、解析度
、品質(壓縮檔)與ICC(Adobe RGB 1998)



三、器物影像數位化之色彩管理

(三)、色彩管理與影像數位化流程(ICC workflow)

3. 輸出

螢幕校準與特性化、暖機

大圖輸出機清潔噴頭

選取特定紙張ICC

標準色溫燈箱暖機



三、器物影像數位化之色彩管理

(四)、影像數位化設備之色彩管理

1. 螢幕

BARCO Reference Calibrator V CID421 (CRT)

Apple Cinema Display 20" (LCD)

EIZO CG210 (LCD)

ISO 3664標準 Gamma 2.2 6500K

BARCO Reference Calibrator V CID421 (CRT)



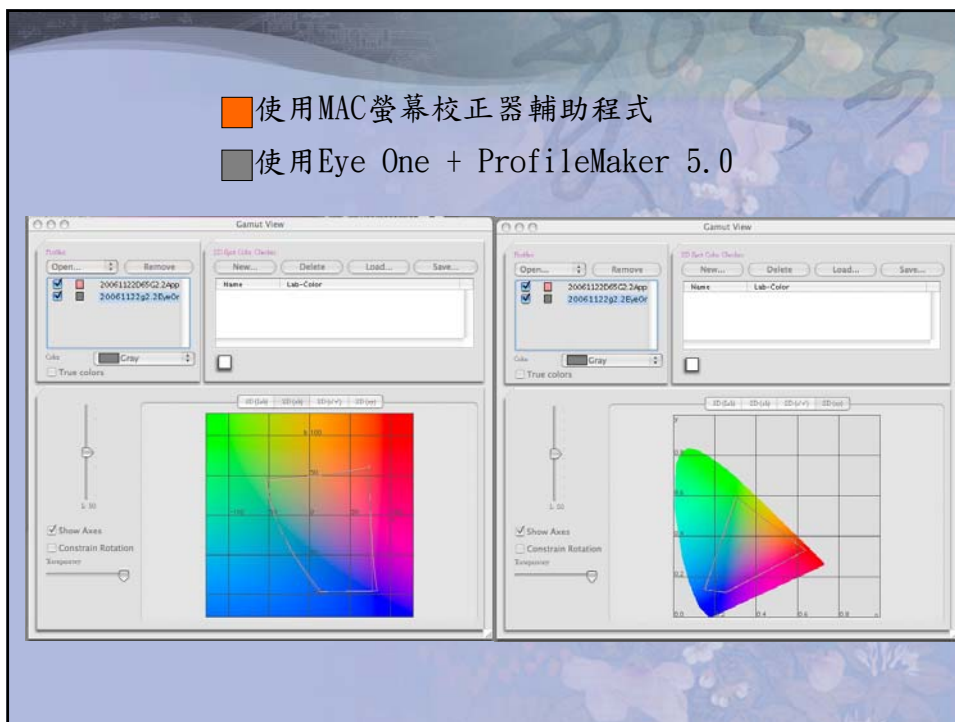
Apple Cinema Display 20" (LCD) 使用MAC螢幕校正器輔助程式



Apple Cinema Display 20" (LCD)
使用Eye One + ProfileMaker 5.0



- 使用MAC螢幕校正器輔助程式
- 使用Eye One + ProfileMaker 5.0



三、器物影像數位化之色彩管理
(四)、影像數位化設備之色彩管理

2. 數位機背

PhaseOne H5

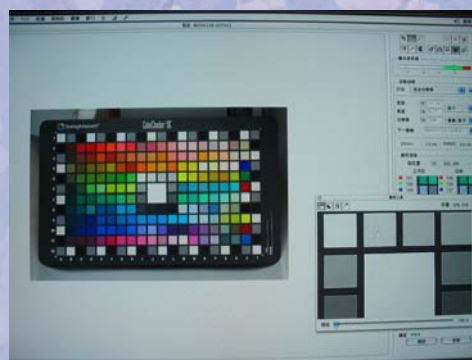
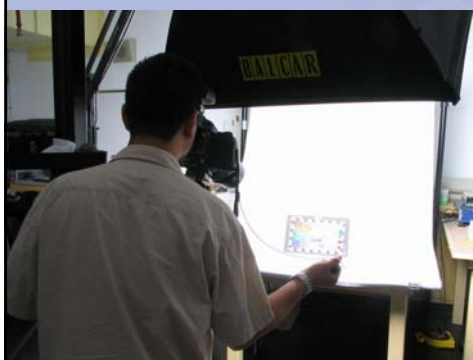
PhaseOne H25

360度環景環物相機(Roundshot Super Digital II)

PhaseOne H5 PhaseOne H25

灰平衡

R=G=B=210



360度環景環物相機



三、器物影像數位化之色彩管理 (四)、影像數位化設備之色彩管理

3. 影像檔

C系統與H系統數位攝影的影像規格(H5 & H25)

RAW 檔指定Camera ICC

48bit RGB tiff檔嵌入Adobe RGB 1998 ICC

24bit RGB tiff檔嵌入Adobe RGB 1998 ICC

24bit RGB tiff 檔(20MB)嵌入Adobe RGB 1998 ICC

JPRG 檔(200K)嵌入Adobe RGB 1998 ICC

三、器物影像數位化之色彩管理

(四)、影像數位化設備之色彩管理

3. 影像檔

R系統數位攝影的影像規格

BMP 檔未指定ICC

24bit RGB tiff檔嵌入Adobe RGB 1998 ICC

24bit RGB tiff 檔(20MB)嵌入Adobe RGB 1998 ICC

JPRG 檔(200K)嵌入Adobe RGB 1998 ICC

三、器物影像數位化之色彩管理

(四)、影像數位化設備之色彩管理

4. 大圖輸出機

大圖輸出機—EPSON STYLUS PRO 4000。

大圖輸出機專用紙—EPSON 頂級半光面相紙(Premiun Semi-Glossy Photographer)。

大圖輸出機專用墨水—EPSON STYLUS PRO 4000原廠專用墨水組。

標準光源燈箱—GretagMacbeth Judge II

EPSON原廠ICC、自製的ICC、ISO12647-2

三、器物影像數位化之色彩管理

(五)、目前的問題

1. 缺乏實用之3D色彩導表
2. 數位機背不易校準
3. 攝影燈光與文物保存的兩難

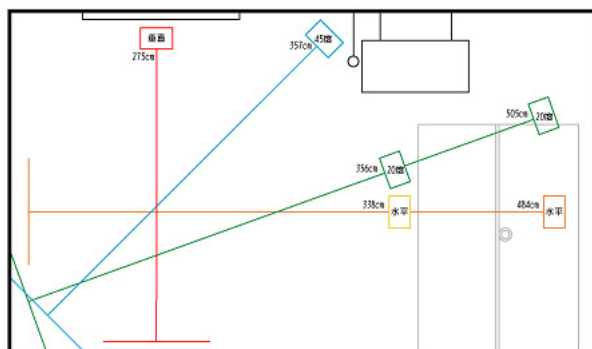
四、書畫數位攝影系統建置

- 92年：購買色彩校正與管理工具，並進行色彩管理的教育訓練。
- 93年：建置數位攝影棚，開展文物數位化工作。聘請顧問：羅梅君教授進行設備評估與流程標準化作業；專業攝影師賴惠成協助拍攝與指導。
- 94年：建置數位打樣系統，測試數位影像模擬於印刷機的成果。
- 95年：建置印章及局部攝影系統，擷取印章與局部細微影像。



(一)、規劃與建置●空間配置與規劃

支撐之磁性面板*3 (高270cm x 寬180cm、高100cm x 寬180cm、高90cm x 寬150cm) 面板角度調校至少5°~ 75°。
目前慣用為20° (冊頁及軸)及75° (卷)。

攝影系統各角度建置後的最大距離圖



(一)、規劃與建置●機身與鏡頭的選購、數位機背選購

系統類型	對象	鏡頭、機型及畫素	檔案及色彩空間	功能
書畫數位攝影系統 	小型書畫作品 (小於100*150cm)	4x5大片幅相機。 標準、微距鏡頭。 兩千兩百萬畫素數位機背(單次擷取)。	產出RAW檔，拍攝時並可由軟體彈性選擇色彩描述檔。亦具備原廠色彩描述檔。	具備精密的水平、垂直、傾斜調校功能。但解析力尚可，操作不易上手且較費時
書畫印章及局部攝影系統 	印章及局部	135片幅一千三百萬畫素數位相機。 微距鏡頭。	產出RAW檔，拍攝時僅可選擇sRGB、Adobe RGB兩種色彩描述檔。在軟體拍攝後，進行後製時可彈性選擇色彩描述檔。	機型小，操作最為簡單且機動性高。解析力優良。但無法精確微調水平及傾斜。

(一)、規劃與建置●燈光系統選購

雖然閃光燈的頻譜較持續性光源優異，但是考慮到閃光燈的紫外線，及瞬間強光對脆弱文物有所損害的情形下，我們選擇了持續性光源。

高頻冷光燈。
標準色溫燈管。
演色性90以上。



5400 °K
演色性90以上。
17500Cd
(Candelas)。
4375 lux*2m



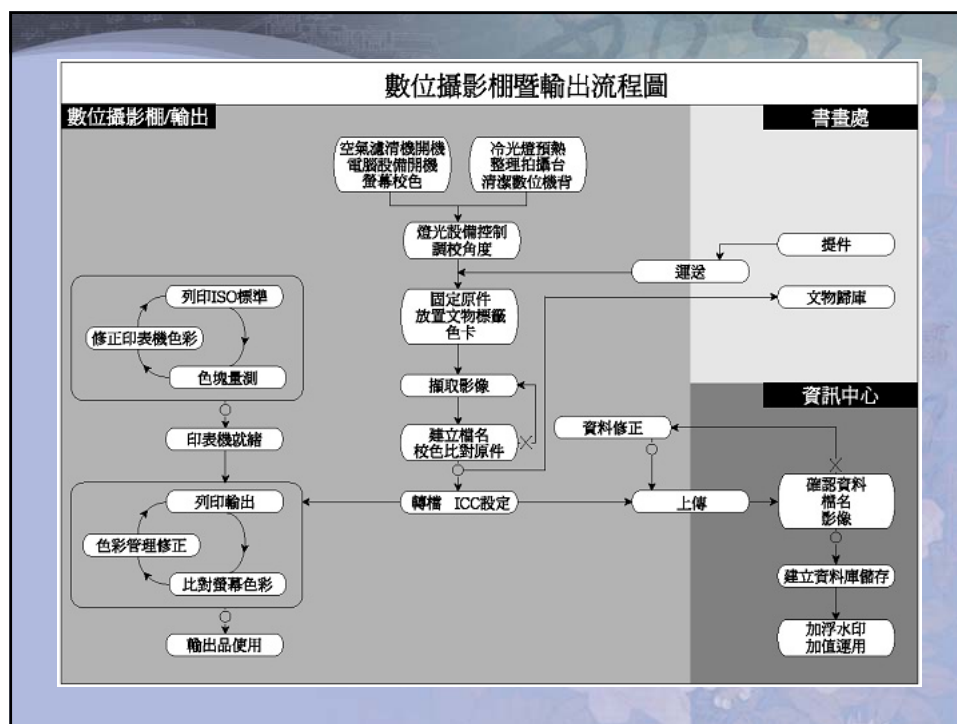
5400 °K
演色性90以上。
3800Cd
(Candelas)。
950 lux*2m

(一)、規劃與建置●電腦設備選購

- 電腦設備：
1. Mac 電腦：G4、G5。
銜接相機擷取數位影像、軟體轉檔。
 2. PC工作站：Dell 670。
安裝RIP進行色域轉換、輸出。
 3. LCD螢幕：Apple Cinema 23”
EZIO CG210*2

五、數位攝影系統的流程與色彩管理

- (一) 色彩管理的3C
- (二) 前端操作與影像擷取
- (三) 色彩管理與影像檢驗
- (四) 打樣輸出與品質控管
- (五) 現階段困境

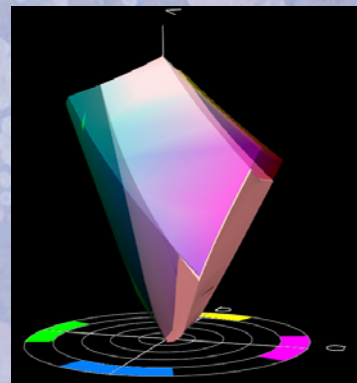


(一) 色彩管理與3C

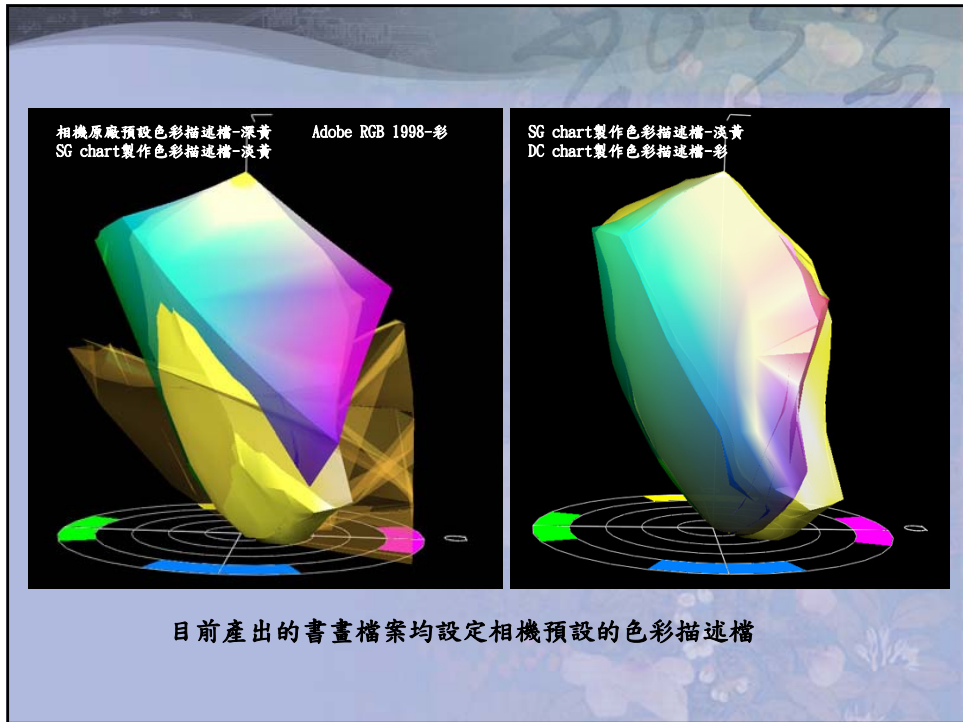
1. 國際標準的導入
2. 色彩管理的3C：校正(Calibration)
特性(Characterization)
轉換(Conversion)

(二) 前端操作與影像擷取

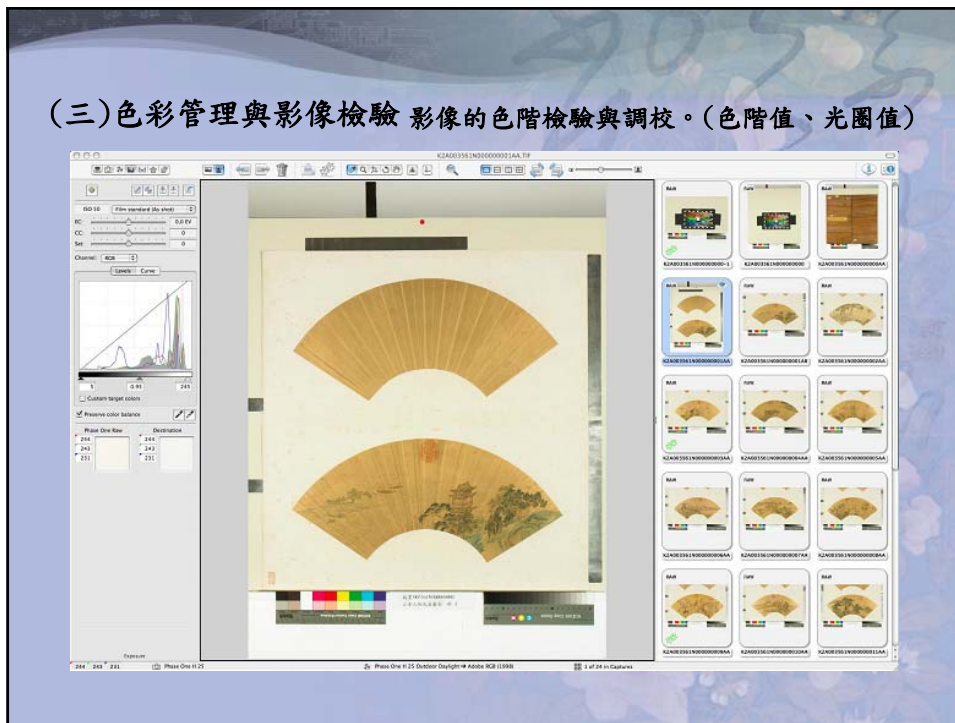
1. 環境與設備清潔
2. 燈光控制(平均光)、色溫控制、環境光管控
3. 相機角度、變形調校、光圈快門設定
4. 螢幕色彩校正：
D65、Gamma 2.2
5. 數位機背與軟體設定：
ISO值、
擷取與輸出的色彩描述檔、
鏡頭色差校正



Ezio LCD 螢幕色彩描述檔-淡紅
Adobe RGB 1998-彩

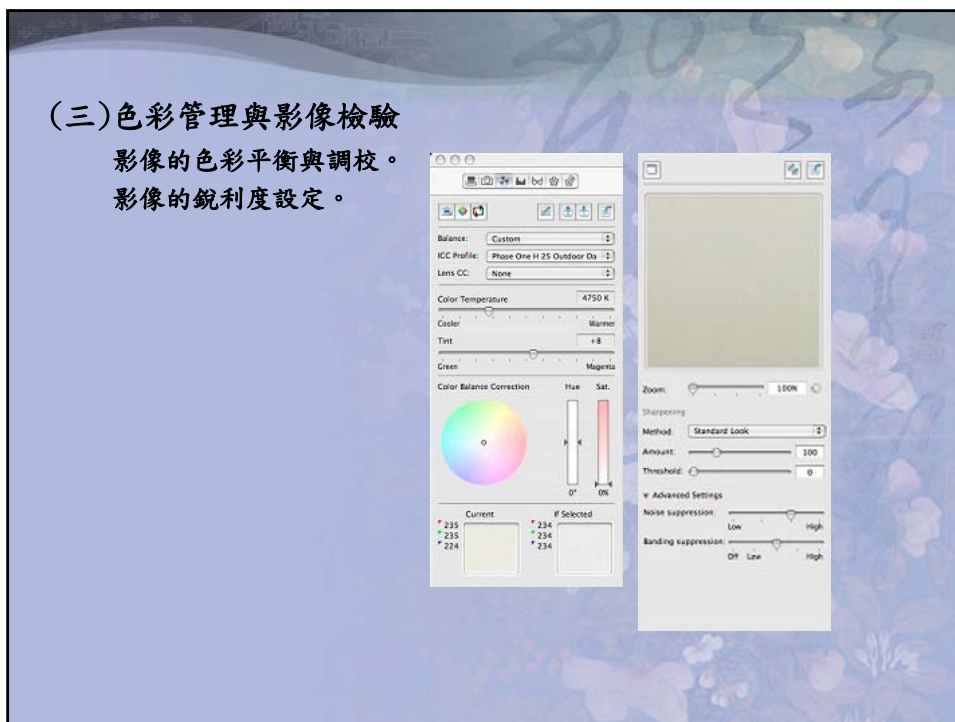


(三) 色彩管理與影像檢驗 影像的色階檢驗與調校。(色階值、光圈值)



(三) 色彩管理與影像檢驗

影像的色彩平衡與調校。
影像的銳利度設定。

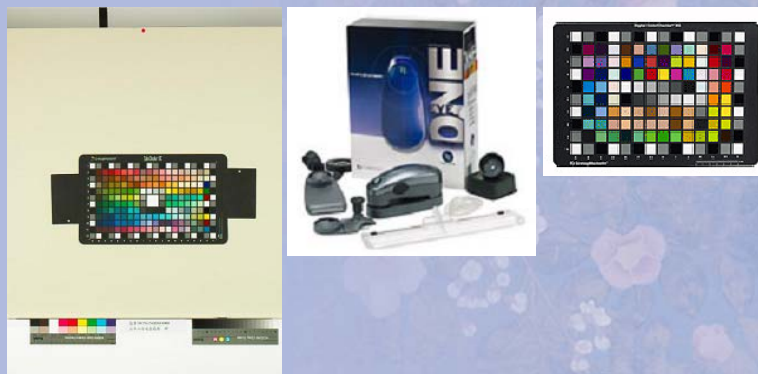




(三) 色彩管理與影像檢驗

檢驗相關設備：

1. 色彩校正與描述檔製作套件-ProfileMaker 5.0+Eye one pro
2. 色彩導表-KODAK Q13、GretagMacbeth DC、SG、MINI

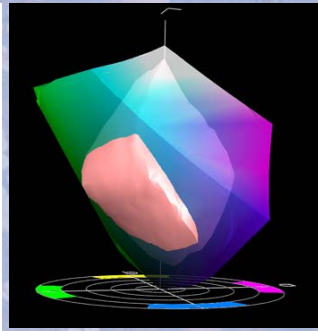
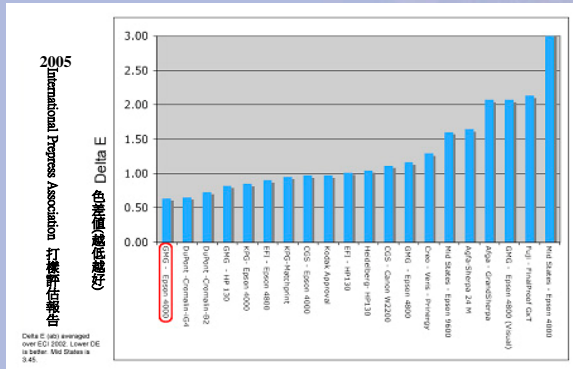


(四) 打樣輸出與品質控管

1. 數位影像檔的色域對應

相機RGB→Adobe 1998 RGB→ISOcoated CMYK

2. 印表機色彩管理



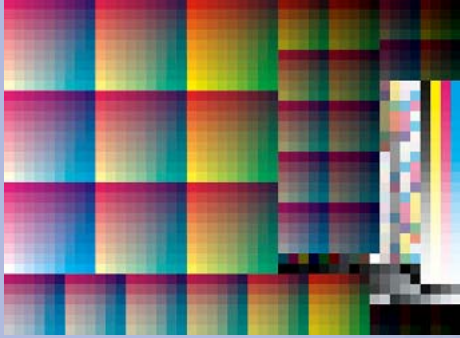
Adobe RGB 1998-彩
Epson 4000印表機的色彩描述檔-淡紅

(四) 打樣輸出與品質控管

2. 印表機色彩管理- 分光光度計、RIP

校正印表機：ECI 2002導表

打樣：ISO 12647-2



(四) 打樣輸出與品質控管

5. 目校檢測：標準光源燈箱、環境控制



(五) 現階段困境

1. 無法複製的色彩
2. 特殊質材的拍攝
3. 拍攝過程中，
目校的不確定性及色彩導表的侷限性
4. 非普遍支援的相機色彩描述檔
5. 設備的汰舊換新-數位機背、光源

六、結語與建議

六、結語與建議

(一)、結語

1. 影像數位化是數位典藏計畫最重要的工作之一。
2. 數位攝影系統建置需要影像科學與色彩學專業知識。
3. 文物類別、影像數位化目的與經費決定數位攝影系統的規格，也決定影像的色彩品質。
4. 影像數位化應有的品質概念(PCDA循環)
5. 未來規劃：未來努力方向：ISO12647-2導入、設備的汰換



六、結語與建議


(二)、建議

1. 以ICC Profile為色彩管理之標準。
2. 螢幕校準與校正為首要。
3. 選擇較寬的色域空間來進行影像擷取與編輯。
(Adobe RGB (1998)或ProPhoto RGB)
4. 擷取RAW檔。
5. 影像檔最好嵌入ICC Profile。

六、結語與建議

(二)、建議

6. 針對使用目的選擇色彩空間(ICC Profile)。
7. 影像檔案格式要針對最終用途，最好不要過度壓縮(Photoshop不可小於8)與命名最好不要超過11個字元。
8. 針對使用目的決定解析度。
9. 最後步驟才進行銳利化。
10. 使用像IPTC等後設資料標準記錄影像著作與使用等相關權利，以及聯絡資訊。



簡報完畢
敬請指教