

# 瞬間曝光對文物的影響探討

張琳

光照之於文物是不可逆的傷害，除了一般展示照明，針對特定文物的拍照攝影，甚至遊客都會以閃光燈補光，擷取文物最佳的風貌，或圖書文獻等珍貴資料以影印機複製存本，對文物都是額外的傷害。本文遂以預防性文物保存的觀點，就瞬間曝光光源的光譜、光強度及能量等角度，探討這些瞬間高劑量的曝光可能對文物造成的影響。

二〇一四年六月二四日起國立故宮博物院上百年「神品至寶」遠赴日本東京國立博物館及九州博物館交流展覽，國人經由媒體報導〈翠玉白菜〉等國寶在日成爲鎂光燈焦點（圖一），本院隨即接獲多件抗議信函，

顯示國人對文物保護已具有相當程度的認知，類此文化交流、教育推廣及宣傳等無可避免聚焦特定文物拍照及攝影，以及遊客對難得一見的文物有拍照留念的衝動；另爲了蒐集資料影

印機絕對是便利、有效的工具，凡此種種需求所帶來額外的照明，或許大家認爲個人一次性的或短暫的曝光對文物「無傷」？

由於光化反應是不可逆的，亦即光化反應後的結果，並不會因爲停止光照後，就逆向反應進行修補復原，故瞬間高照度的光刺激和低照度下長時間的照射，同樣具有不可回復的傷害力。又，瞬間高照度施予物質分子極高能量，是否可能被激發到高能階

的分子又吸收了額外光子的能量，再被激發到更高能階形成化學衰變，造成物質永久的傷害？

## 光對文物的影響

光可以是透射的、反射的、或被吸收的，只有被吸收的光才有可能引起光化學反應；尤其是波長越短的光（如紫外線、藍光）能量就越強。（註一）當物體被光照射時，分子接受到光子足夠的活化能而激發電子從基態跳到高能階軌域的激發態。由於激

發態是處於高能且不穩定的狀態，很容易失去其被激發時所獲得的能量重新回到穩定的基態，此過程稱爲衰變（Deactivation），又可分爲物理衰變及化學衰變。物理衰變是指物質由激發態釋放螢光、磷光的輻射衰變，或是釋放熱量回到基態，結構未發生任何改變，仍是激發前的化合物；而化學衰變則是物質分子在衰變過程中發生化合、分解、電離、氧化還原等化學反應，變成基態的一種新物質。（註二）

（Winsor & Newton）經去紫外線的鹵鎢燈80lux、200lux的照度及Metz Mecablitz 45 CT-1閃光燈（每一次曝光量爲650lux·Sec）曝曬後所造成的色差值（ $\Delta E$ ）（圖二），顯示顏料的變色與總曝光量具正相關；但閃光燈對顏料的破壞性未必比展示期間的累積照度來得大，且高照度打光引發光化反應所造成的色差效應，較閃光燈瞬間曝光來得大，因此Saunders及Thomson都建議專業攝影師在照相室或攝影棚針對特定文物的專業攝影，

直接用濾除紫外線的閃光燈取代以高照度打光的機制（註四）；否則，在實際拍攝之前的測光階段先以複製品取代（圖三），以避免在試拍期間累積過多的照度。

然而，中國古書畫、織品等脆弱文物，其有機顏料以及基底材，均較西畫來得脆弱，或有研究指出閃光燈之強光會造成書畫老化變色、絲綢褪色焦化、彩備變色開裂、漆器表面龜裂失去光澤等不可復原的傷害。（註五）

## 閃光燈的光譜與光強度

閃光燈瞬間曝光的照度究竟有多高？以閃光燈測試儀DEF8500（日本Kyoritsu Electric Co.）單點測試Nikon SB-900機頂閃光燈，單次曝光的累積照度爲55.38lux·sec（光圈f5.6、速度1/16, 10Hz, 17mm），曝光時間88微秒、測試距離一公尺、最大照度爲629,300lux），濾除紫外線的光譜如圖四。必須一提的是：此種閃光燈單次曝光紫外線輻射能含量約250  $\mu$ W/Lm，低於400奈米（nm）的波段比例佔全光譜56.5%，若未濾除紫外線對



圖1 2014年6月國立故宮博物院數百件「神品至寶」遠赴日本東京國立博物館，〈翠玉白菜〉成爲鎂光燈焦點。註1

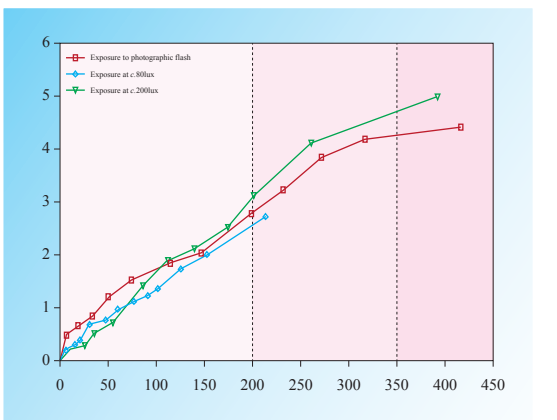


圖2 水彩顏料（Winsor & Newton）胭脂紅（Cochineal lake 5）在閃光燈Metz Mecablitz 45 CT-1（ $\square$ ）、去紫外線的鹵鎢燈80lux（ $\triangle$ ）、200lux（ $\circ$ ）曝曬後造成的色差值（ $\Delta E$ ）。引自註3 作者製 孫文琪繪

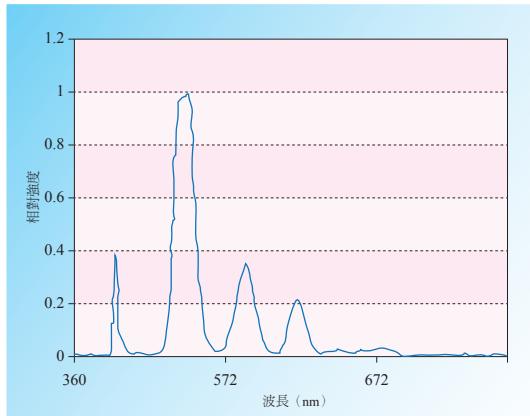


圖7 黑白影印機Sharp AR-M315U之光譜圖 作者製 孫文琪繪

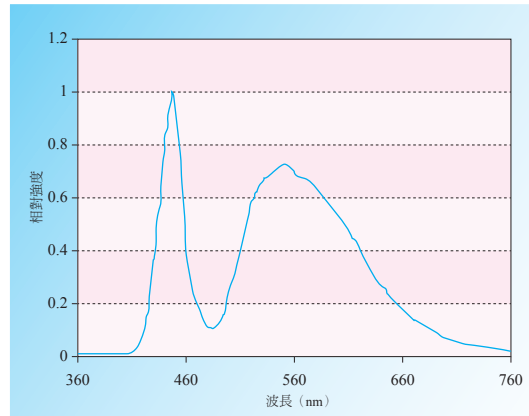


圖5 手機iPhone5閃光燈之光譜圖 作者製 孫文琪繪

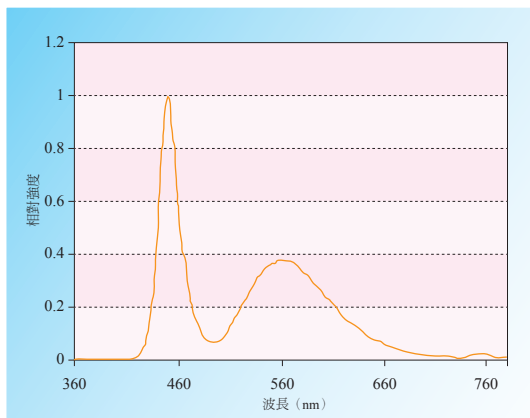


圖8 彩色影印機Sharp MX-3114N之光譜圖 作者製 孫文琪繪

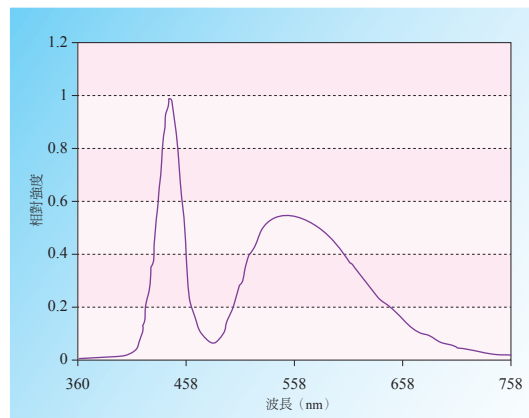


圖6 手機LG G2之光譜圖 作者製 孫文琪繪

於館內使用。(註十)

術館及博物館即陸續明令嚴禁參觀者  
器、腳架可能危及文物安全，國內美  
燈。此外，有鑒於時下流行的自拍  
物保存及參觀品質，都禁止使用閃光  
館陳列室內即便禁止拍照，但為文  
成視覺調適困難，故世界各國的博物  
的陳列室中使用閃光燈，倏忽強光造  
參觀者應設身處地考量在昏暗  
含量的閃光燈，更令人憂心！

受到光照的劣化效應，尤其是紫外線  
可逆的，特別是脆弱的有機材質文物  
能量，對文物帶來的傷害是必然且不  
文物保存的角度而言，光照射文物的  
念，所累積的照度將是相當可觀的！以  
假設每位參觀的民眾都閃光拍照留  
引十五萬參觀人次的參觀人潮為例，  
寶」出訪日本東京國立博物館兩週吸  
然而，若以國立故宮博物院「神品至  
許如Evans所述(註九)般微不足道；  
在長時間的展示照明，其累積照度或  
比值，瞬間曝光的單次曝光量相較於  
LED燈之光譜、照度及試算其相對破壞

### 結語

各種瞬間曝光光源從氬光燈乃至於  
LED燈之光譜、照度及試算其相對破壞  
比值，瞬間曝光的單次曝光量相較於  
在長時間的展示照明，其累積照度或  
許如Evans所述(註九)般微不足道；  
然而，若以國立故宮博物院「神品至  
寶」出訪日本東京國立博物館兩週吸  
引十五萬參觀人次的參觀人潮為例，  
假設每位參觀的民眾都閃光拍照留  
念，所累積的照度將是相當可觀的！以  
文物保存的角度而言，光照射文物的  
能量，對文物帶來的傷害是必然且不  
可逆的，特別是脆弱的有機材質文物  
受到光照的劣化效應，尤其是紫外線  
含量的閃光燈，更令人憂心！

參觀者應設身處地考量在昏暗  
的陳列室中使用閃光燈，倏忽強光造  
成視覺調適困難，故世界各國的博物  
館陳列室內即便禁止拍照，但為文  
物保存及參觀品質，都禁止使用閃光  
燈。此外，有鑒於時下流行的自拍  
器、腳架可能危及文物安全，國內美  
術館及博物館即陸續明令嚴禁參觀者  
於館內使用。(註十)

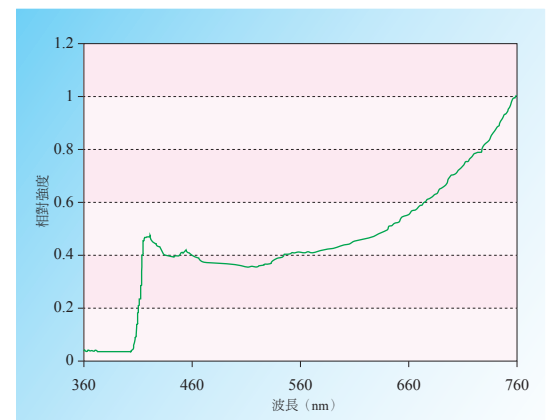


圖4 Nikon SB-900機頂閃光燈(濾除紫外線)之光譜圖 作者製 孫文琪繪

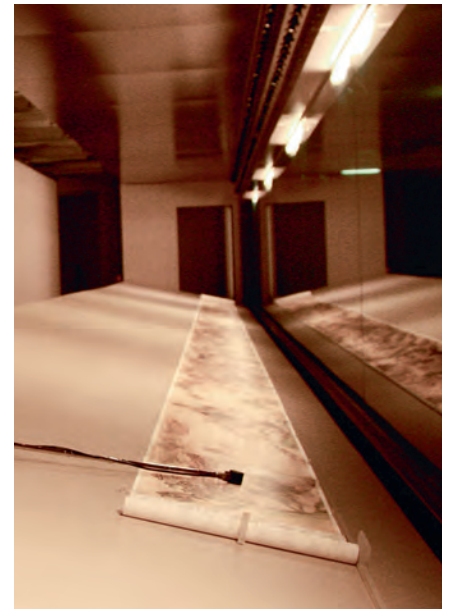


圖3 本院文物實際拍攝之前的測光階段，先以複製品取代實際文物，以避免在試拍期間累積過多的照度。 作者攝

展期九十天之累積照度36,000 lux·hr  
相當；然而，手機如LG G2照度較大  
的，則需二八萬次曝光。

其他瞬間曝光如影印機，以Xerox  
45042為例，其氬光燈的紫外線比  
例(5%)除了較螢光燈(2%)及鎢  
絲燈(1%)高，以及100~130°F(約  
37.8~54.4°C)的熱可能造成紙張傷害，  
外力重複壓迫對文獻古籍造成書脊  
的傷害更甚；因此為了維持書籍的良  
好狀況，用書人應遵守圖書館的影印  
指導守則。(註七)筆者以黑白影印機  
Sharp AR-M315U為例，測試其光源氬  
光燈的照度為9,000lux，光譜如圖七。  
另測試彩色影印機Sharp MX-3114N，  
其掃描光源為LED，照度為965lux，光  
譜如圖八。

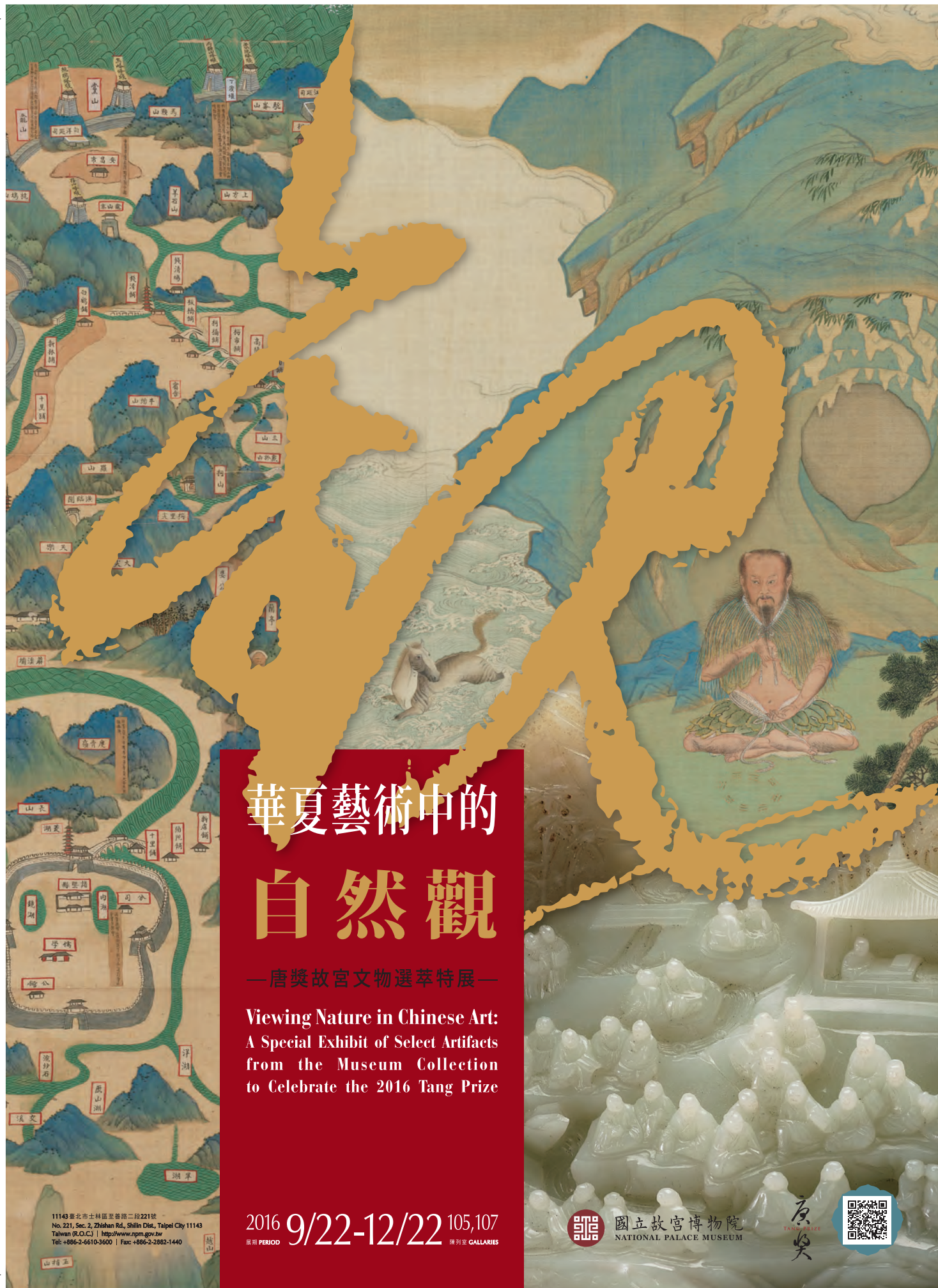
### 瞬間曝光的光源能量評估

手機的LED閃光燈，是由藍光激  
發黃色螢光粉產生白光，因此有別  
於一般傳統光源，其在波長400~500  
奈米之間有一個主要波峰，是可見  
光中能量極強的藍光，筆者試以  
IEC62471:2006藍光危害及熱危害

文物的傷害極大。因此英國國家藝  
廊(National Gallery)規定專業文  
物攝影師使用閃光燈必須濾除紫外  
線，允許限制為單次曝光1250 lux·sec  
(100ASA, f22)。

現在LED燈體積輕巧、節能的特  
性，廣泛應用為手機的內建光源，同  
樣一公尺的測試距離，iPhone 5手機的  
閃光燈單次累積照度約51.9 lux·sec，  
光譜如圖五；而LG G2手機則約445.2  
lux·sec(註八)，光譜如圖六。

若單就累積照度而言，如Nikon  
SB-900之類的專業閃光燈，約需曝光  
二三四萬次，才與脆弱文物限制照度  
50lux、每日連續照射時間為八小時、



# 華夏藝術中的自然觀

—唐獎故宮文物選萃特展—

Viewing Nature in Chinese Art:  
A Special Exhibit of Select Artifacts  
from the Museum Collection  
to Celebrate the 2016 Tang Prize

2016 9/22-12/22 105.107  
展覽 PERIOD 國立故宮博物院 陳列室 GALLERIES

國立故宮博物院  
NATIONAL PALACE MUSEUM

原典  
TANG PRIZE



11143 臺北市士林區基福路二段221號  
No. 221, Sec. 2, Zhihsan Rd., Shilin Dist., Taipei City 11143  
Taiwan (R.O.C.) | <http://www.npm.gov.tw>  
Tel: +886-2-6610-3600 | Fax: +886-2-2882-1440

表一 五種瞬間光源之性質比較

作者製

性質	相機閃光燈			影印機	
	NikonSB900 (濾除紫外線)	iPhone 5	LG G2	SHARP AR-M315U	SHARP MX-3114N
相關色溫	4629K	5448K	5840K	5292K	8769.3
演色指數	90	67	68	32	68.9
相對破壞比值	55.29925	57.79487	56.30472	3.980715	49.87646

註釋

1. 截圖自<http://blog.taiwannews.jp/wp-content/uploads/2014/06/992c7d6fe8dbefa79ab225b5554fc491.jpg>
2. 張琳，〈發光二極體做為文物展示照明的可行性探討〉，《文物資產保存學刊》第13期，2010，頁75-78。
3. 曹怡、張建成，〈光化學技術〉，新京開發出版股份有限公司，2006，頁20-21轉61。
4. Saunder, D. 1995. Photographic flash: Threat or Nuisance? National Gallery Technical Bulletin 16: 66-72; Thomson, G. 1986. The Museum Environment. 2nd ed. Butterworths & Co. Ltd. P. 48
5. <http://big.sunyet.com/news/a/n924493.html>
6. LG G2的累積照度值之所以會比iPhone 5高出許多，是因為它的預備閃光的時間長達四秒多，主閃光照度值也較高。
7. Jordan, A. 1993. Archives: Reference Photocopying. Conserv O Gram. Number 19/7. National Park Service; National Preservation Office. Photocopying of library and archive materials. NPO Preservation Guidance Preservation Management Series. February 2000.
8. 張琳，〈LED燈應用於文物展示照明之可行性—兼談藍光危害〉，《博物館學季刊》第28卷第4期，2014，頁121-132。
9. <http://people.ds.cam.ac.uk/mhe1000/musphoto/flashphoto2.htm>
10. <http://www.chinatimes.com/newspapers/20150315000226-260102>; <http://www.npm.gov.tw/zh-TW/Article.aspx?sNo=04007382>

另就法律層面而言，在被作品感動地按下快門之際，可能涉及智慧財產權的問題，亦不可不慎！世界各大博物館因展廳文物材質、參觀人數、安全管理制度等而有不同的規定，如英國大英博物館（The British Museum）、法國羅浮宮（Louvre Museum）、美國大都會博物館（Metropolitan Museum of Art）多以油畫、器物、雕像等照度容許值較高的文物為主，故除了部分特展室

或脆弱材質的文物陳列室外，大多允許拍照，但不准使用閃光燈；俄羅斯冬宮博物館（埃爾米塔什博物館或譯隱士盧博物館，The State Hermitage Museum），展廳得額外購買照相票方允許拍照攝影，且不可使用閃光燈；俄羅斯沙皇村的凱薩琳宮除了琥珀廳不准拍照攝影之外，則一律可購照相票照相，但同樣不可用閃光燈。建議觀眾遵守各博物館、各展廳的規定，展現優質觀眾應有的風範。

作者任職於本院登錄保存處