

嘉義市第 36 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(1)(機電與資訊)

組 別：國中組

作品名稱：看透它的光芒-手機發光行為之研究

關 鍵 詞：手機、光通量、紫外光（最多三個）

編 號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由承辦單位統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

摘要

本研究探討在不同情形下、不同解析度、不同背景顏色與使用不同顯示器的手機發光情形。從實驗結果發現：在閱讀文件時的光通量、可見光量、藍光量最高，使用時必須注意時間；使用高解析度在光通量、紫外光量、可見光量、藍光量都高於低解析度者，尤其以藍光的差距最為顯著；以高彩度的顏色作為背景顏色，在光通量、可見光量、藍光量都高於低彩度的，我們在選擇桌面背景、文件背景時，建議多選擇黑或白色來閱讀；而 LTPS 顯示器在光通量、可見光量、藍光量也都明顯高過 LCD 的，使用 LTPS 顯示器時建議調低螢幕量度。

壹、研究動機

手機是現代人相當依賴的一種通訊、娛樂器材。隨著人們使用手機時間的增加，手機對於眼睛影響的相關報導也越來越多。查閱之前的科學研究報告以及科展報告，大多數的研究都侷限在手機如何發光？手機發光光譜為何？是否會有藍光產生？卻沒有相關研究告訴我們手機在不同的使用方式，其發光行為是否相同？手機的背景顏色對於其發光光譜或是藍光的產生量是否有影響？使用不同的手機螢幕背板，對於手機發光的行為或是發出來的光是否相同？基於這些疑問，我們進行了這項研究。希望透過這個研究能夠讓我們更知道在頻繁使用手機的同時，也能知道怎樣保護我們的眼睛。

貳、研究目的

- 一、探討手機執行不同動作時，對其發光行為的影響
- 二、探討手機使用不同解析度，以手機執行相同行為對於發光行為的影響
- 三、探討手機使用背景顏色對於發光行為的影響
- 四、探討使用不同顯示器的手機，其發光行為的差異

參、研究設備及器材

十吋積分球	hTC desire 610(LCD 螢幕)	iPhone 6S(LTPS 螢幕)	電腦
-------	------------------------	--------------------	----

肆、研究過程或方法

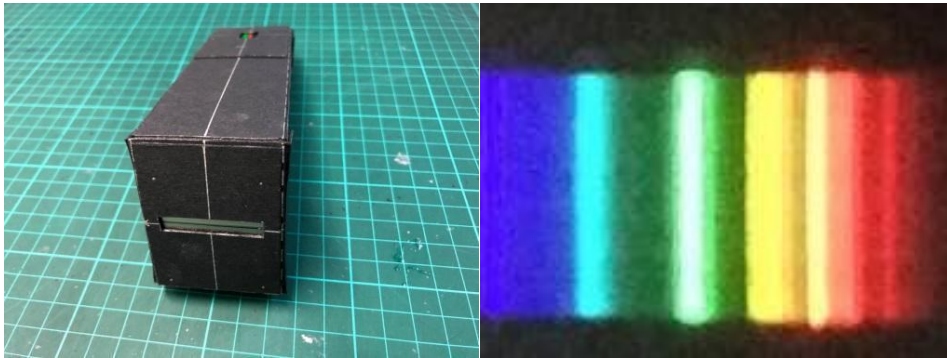
一、研究過程

(一)自製光譜儀測量

為了測量手機發光的行為，我們一開始使用網路上阿簡生物筆記中所介紹的自製光譜儀。製作方法如下：

利用厚紙板裁下光譜測量儀的展開圖，之後利用雙面膠黏合，黏上兩片刮鬍刀

片，其縫隙為光源射入口，取下 DVD 片的下半部，用酒精擦拭乾淨後，黏於拍攝口下方，在黏合處貼上黑色膠布，以避免光線滲入。完成如下圖一所示。



圖一、自製光譜儀

圖二、自製光譜儀測出光譜

再將自製光譜儀黏貼在手機鏡頭上，就完成了簡易的光譜儀的製作。

但，我們製作出來的手機光譜儀在拍攝手機發光的行為時，卻發現有以下兩個缺點，第一個缺點是：即便使用手機夾與三腳架，拍攝用的手機與被拍攝的手機容易因為小震動而產生晃動，導致拍攝到的光譜有所差異。而拍攝到的光譜也不容易進行量化的比較。第二個缺點是我們和指導老師討論後，發現光譜儀需要以標準光源進行校正後，其測量出來的光譜才不會有誤差。因此，我們後來決定不使用自製光譜儀的方式進行研究，而改向周遭大學商借專門的儀器來進行研究。

(二) 向大學實驗室商借積分球測量

由於我們需要進行相關光譜的測量，我們搜尋網路上跟光譜測量相關的資料與文件，發現光譜測量需要有光譜儀，而這個光譜儀若可以經過標準光源校正，這樣量測的效果會更佳。因此，我們後來經由網路搜尋與老師幫忙，找到中部某大學的光電學系教授的實驗室進行量測。

在和教授做過一次的會議後，發現我們的需求如果僅透過光譜儀來量測，很難量出手機在一段時間內的發光行為。於是，在教授的建議下，我們使用該實驗室的實驗設備——積分球，進行手機發光行為的量測。

使用積分球量測的步驟為，將先錄製好閱讀小說、看影片、打手遊的影片儲存至欲量測的手機中。再將手機放入積分球，為了讓開始測量的時間統一，將所有的影片都在播放十秒後開始測量。原本我們預計是 1 秒鐘量測一個數據，總共量測五分鐘。而積分球量測數據後，再加上數據處理時間，最短的時間間隔約為 1.6 秒一個數據。因此，我們量測一段 5 分鐘的影片能接收到數據為 188 個。在以下的實驗報告中，我們是以量測的次序做為時間軸使用。

二、研究步驟

- (一) 使用螢幕錄影 APP 擷取手機觀看影片、閱讀小說及玩手機遊戲的影片八分鐘。
- (二) 積分球進行測量前的校正(手機：iPhone 6s)。
- (三) 將 i-phone 6S 手機放入積分球中，將螢幕亮度調整至 100%，以高解析度 (1280x720)撥放觀看影片的擷取影片。
- (四) 在電腦設定積分球量測時間範圍為 5 分鐘，每 1.6 秒擷取一次量測數據，總共量測次數為 188 次。
- (五) 將手機螢幕解析度調整為低解析度(640 x 360)，重複步驟 3~4。完成手機觀看影片的數據測量。
- (六) 以 i-phone 6S 手機播放玩手機遊戲、手機閱讀小說(分成白底、黑底、紅底、藍底及黃底)的影片，重複步驟 3~5，完成使用相同手機在不同操作狀況的發光行為測量。
- (七) 使用積分球進行測量前校正(手機：hTC desire610)
- (八) 以手機播放手機閱讀小說(白底)的影片，重複步驟 3~4，完成以不同手機進行相同操作的發光行為測量。

表一、手機螢幕示意圖

<p>觀看影片</p> 	<p>閱讀小說</p> 	<p>玩手遊</p> 		
<p>小說背景：紅</p> 	<p>小說背景：黃</p> 	<p>小說背景：白</p> 	<p>小說背景：黑</p> 	<p>小說背景：藍</p> 

三、數據分析

(一) 定義：

1. 光通量：每單位時間內由光源所發出或由被照體所吸收的光能
2. 紫外光(UVA-1)：波長 360 至 400nm 的光
3. 可見光：波長 400 至 740nm 的光

4. 藍光：波長 400 至 500nm 的光

(二) 數據分析：

由積分球得到的數據量相當龐大，我們無法將所得到的所有數據進行分析，因為這樣資料過於龐大繁雜也沒有意義。因為本研究的目的是在於找到手機發光行為對於眼睛的影響，經過討論決定以實驗變項(手機執行不同動作、手機以不同畫質執行動作、手機以不同背景顏色執行動作以及不同手機行相同動作)對於光通量、紫外光(波長 340nm~400 nm)、可見光(波長 400nm~740 nm)、藍光(波長 401nm~500 nm)的影響進行分析與討論。

伍、研究結果與討論

一、以手機執行不同動作對於發光行為的影響

以手機觀看影片、閱讀小說以及玩手機遊戲，手機發出的光通量、可見光量及藍光量大小順序均為閱讀小說、觀看影片，玩手機遊戲最低。而手機發出的紫外光量，則是玩手機遊戲最高，閱讀小說次之，觀看影片最低。

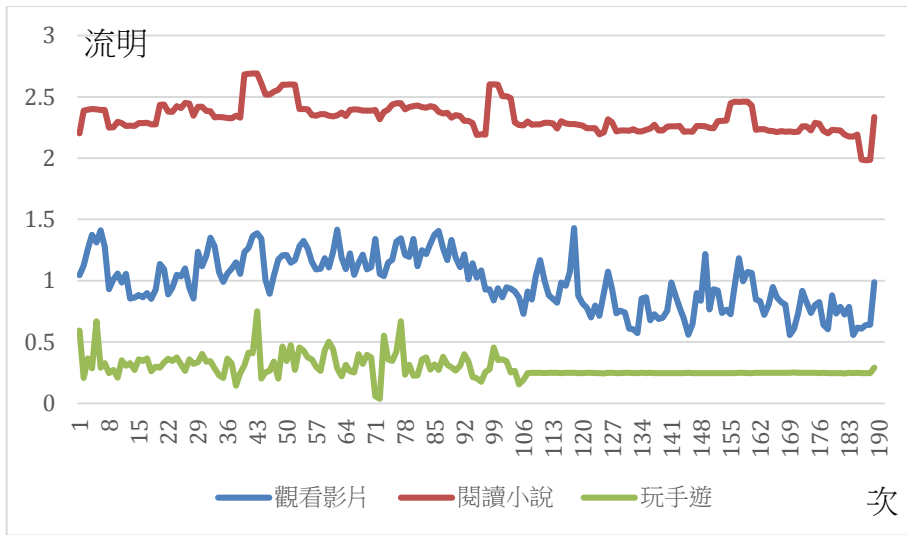
在閱讀小說與觀看影片時，手機發出的光通量、可見光量、藍光量與紫外光量之間的關係一致，但在玩手機遊戲時，紫外光的量明顯異於其他光線的關係。目前我們並沒有辦法找到合理的方式來解釋這樣的狀況。或許未來可以針對不同的手機遊戲進行研究與討論。

玩手遊的數據在中後段起伏小，調閱遊戲畫面後發現為遊戲死亡時間，畫面除了死亡倒數數字外，無任何變化。

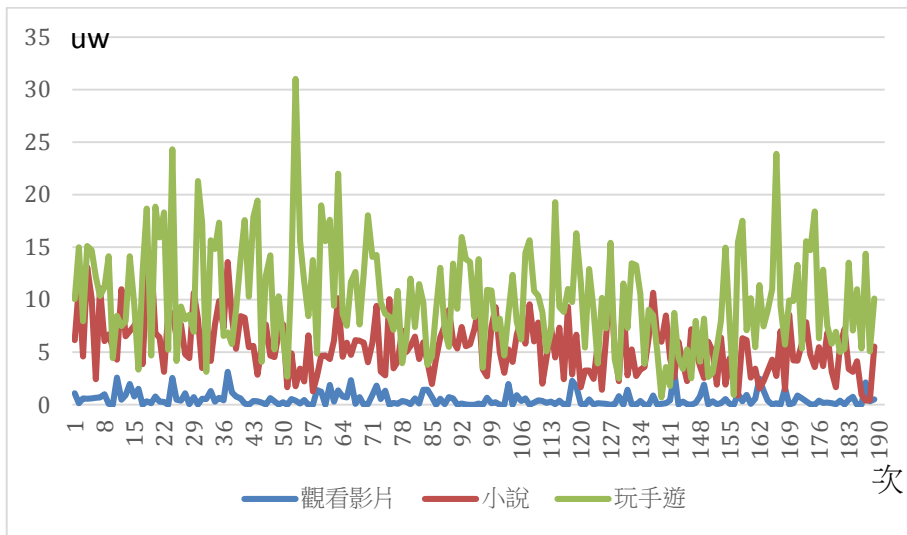
而在這次的研究成果，可以看到以手機觀看小說，手機的發光量遠較另外兩者多，我們推論，可能在於以手機觀看影片、玩手機遊戲時，手機的畫面是屬於一個變動的畫面，亮度變化差異多，因此，在各項的發光行為會較閱讀小說低。這也提醒我們未來在使用手機進行電子書的閱讀時，更須注意使用時間，以免眼睛遭受到較大的傷害。

表二、手機執行不同動作五分鐘內的發光行為

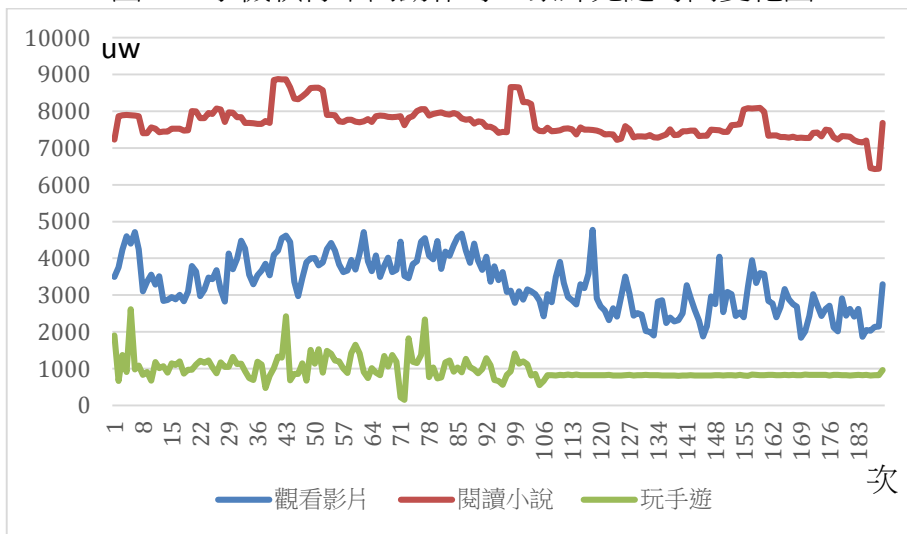
手機執行的動作	平均光通量 (流明)	平均紫外線量 (uw)	平均可見光量 (uw)	平均藍光量 (uw)
觀看影片	0.98863	0.511991	3291.153898	1156.978955
閱讀小說	2.33627	5.603334	7681.000125	2543.932575
玩手遊	0.27249	22.89545	963.3106791	347.0694736



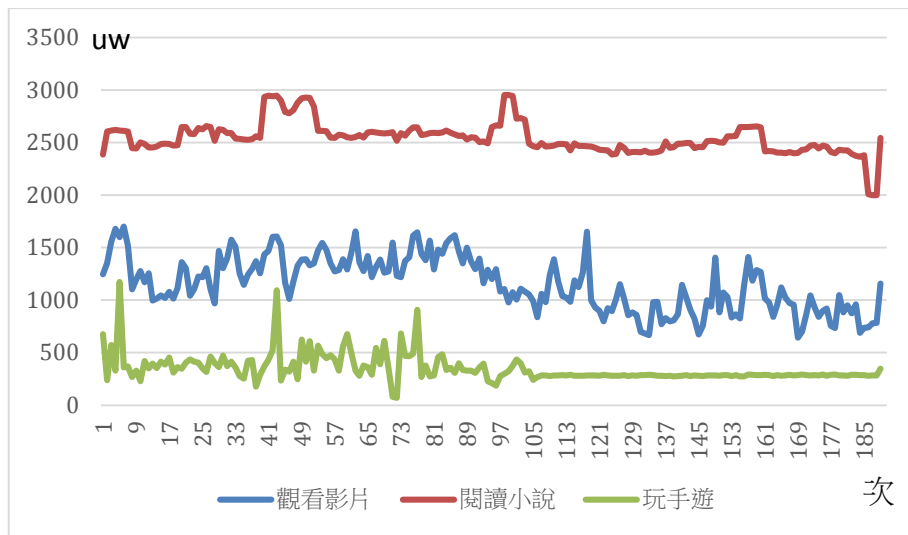
圖三、手機執行不同動作時，光通量隨時間變化圖



圖四、手機執行不同動作時，紫外光隨時間變化圖



圖五、手機執行不同動作時，可見光量隨時間變化圖



圖六、手機執行不同動作時，藍光量隨時間變化圖

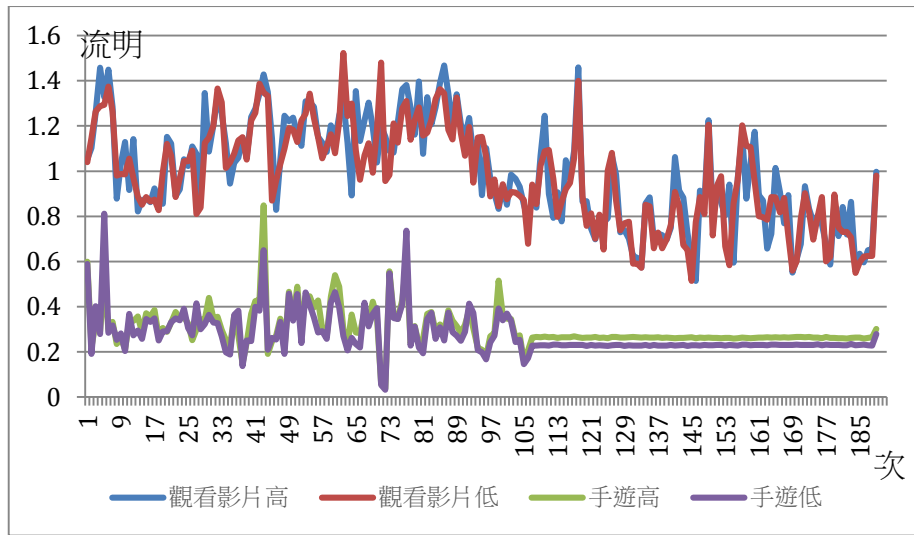
二、使用不同畫質，以手機執行相同行為對於發光行為的影響

使用不同畫質，以手機執行相同動作，手機發出的光通量、可見光量、藍光量與紫外光量之間的關係一致，均為高解析度高於低解析度。但兩者的差異除了在使用手機玩手機遊戲時所發出的紫外光量有較大的差異外，其餘差異均不大。

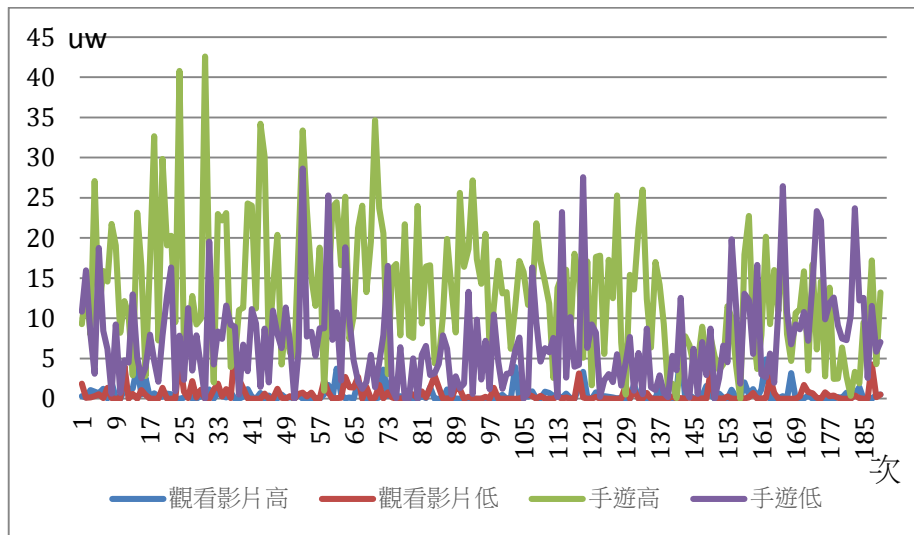
我們推論其原因可能在於手機發光面積相同，高低解析度的差異在於，使用低解析度時，一個點是由手機上四個點所發的光所組合，因此解析度低；高解析度時，對應到低解析度的一個點，是由手機上一個點所組成。但不管高低解析度，手機上發光的的面積相同，發光的點相同，發光行為也就差異不大，因此在光通量、可見光量、藍光量及紫外光量的差異均不大。

表三、手機以不同畫值播放時五分鐘內的發光行為

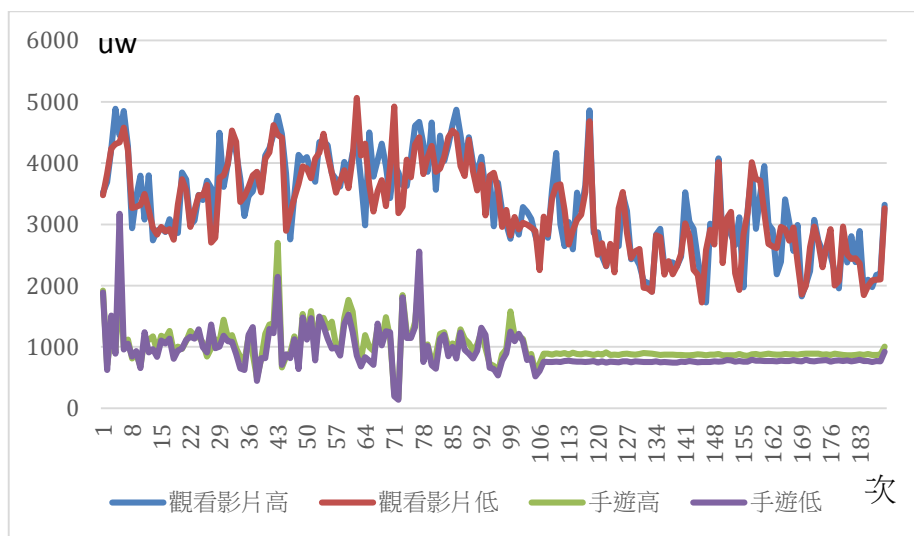
手機畫質	平均光通量 (流明)	平均紫外線量 (uw)	平均可見光量 (uw)	平均藍光量 (uw)
觀看影片(解析度：1280x720)	0.997546796	0.513135253	3320.579528	3861.97855
觀看影片(解析度：640 x 360)	0.979714732	0.510847279	3261.728268	2776.63155
手機遊戲(解析度：1280x720)	0.302333122	13.2099378	1005.203313	1681.45754
手機遊戲(解析度：640 x 360)	0.278690857	7.020503968	921.4180453	462.17322



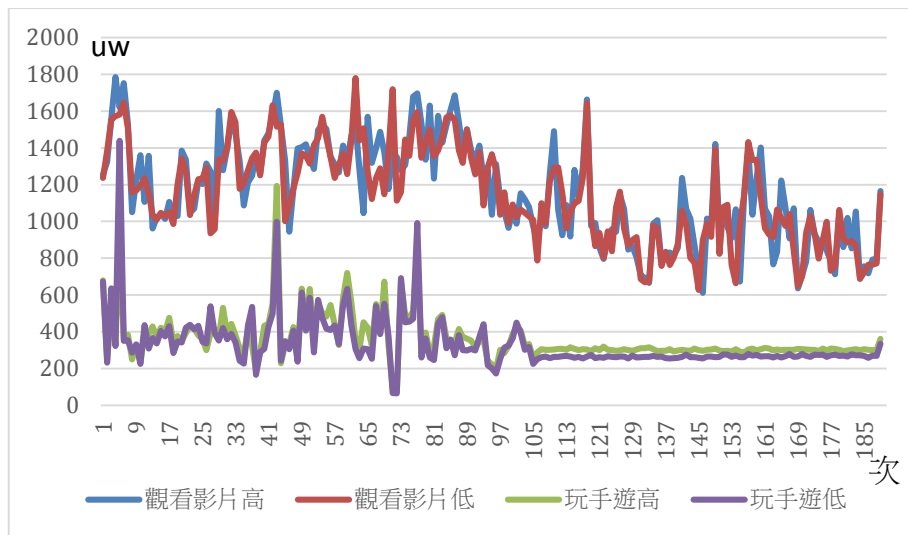
圖七、手機執行使用不同畫質相同動作時，光通量變化隨時間變化圖



圖八、手機執行使用不同畫質相同動作時，紫外光變化隨時間變化圖



圖九、手機使用不同畫質執行相同動作時，可見光變化隨時間變化圖



圖十、手機使用不同畫質執行相同動作時，藍光變化隨時間變化圖

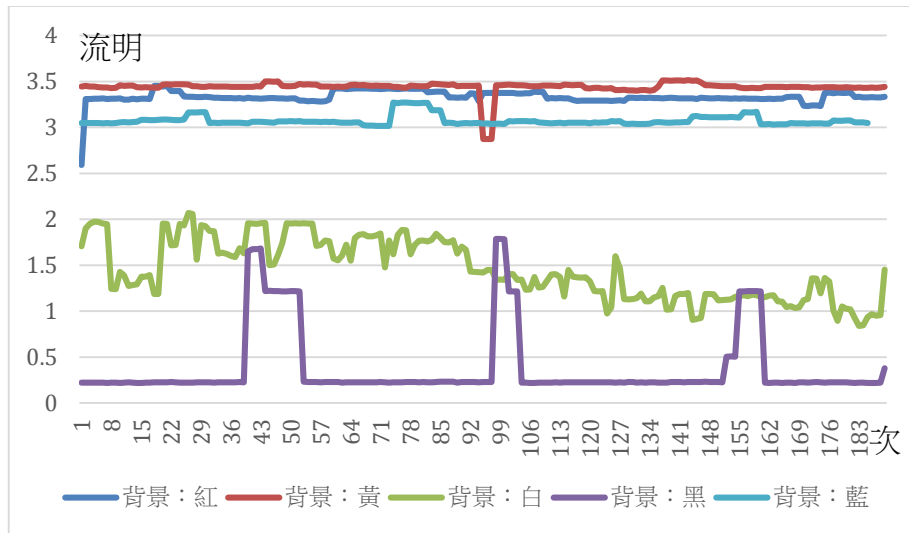
三、手機使用背景顏色對於發光行為的影響

手機以不同背景顏色進行閱讀時，我們可以發現到背景顏色為紅、黃、藍等三個顏色在光通量、可見光量、藍光量及紫外光量均高於背景顏色為白色與黑色。這個結果和我們一開始預期是白色背景的各项量值會最高是有差異的。這或許是因為手機廠商在設計時，為避免白色光線過於刺眼，而調低在發出白光時，以內部程式調低發光的效率；在其他顏色背景，由於追求彩度，而使發光的效率較高，導致各項發光的參數測量結果均較白色與黑色高。但以上僅為我們的猜測，未來若有機會，我們希望能夠透過測量原始元件來驗證以上推測是否正確。然而，以使用者來說，我們並不需要知道為何彩度高的顏色其發光的各項數值高於低彩度的數值，而是需要注意使用高彩度的背景時，其各項數值均高於低彩度，須更注意使用的時間與眼睛的休息。而眾多背景中，背景藍色其發出的藍光量與紫外光量均明顯較其他背景高。其原因應該是元件在設計時，其發光範圍便在此區間，因此，在手機的使用上，應盡量避免長時間使用藍色相關背景，以減少藍光與紫外光的照射。

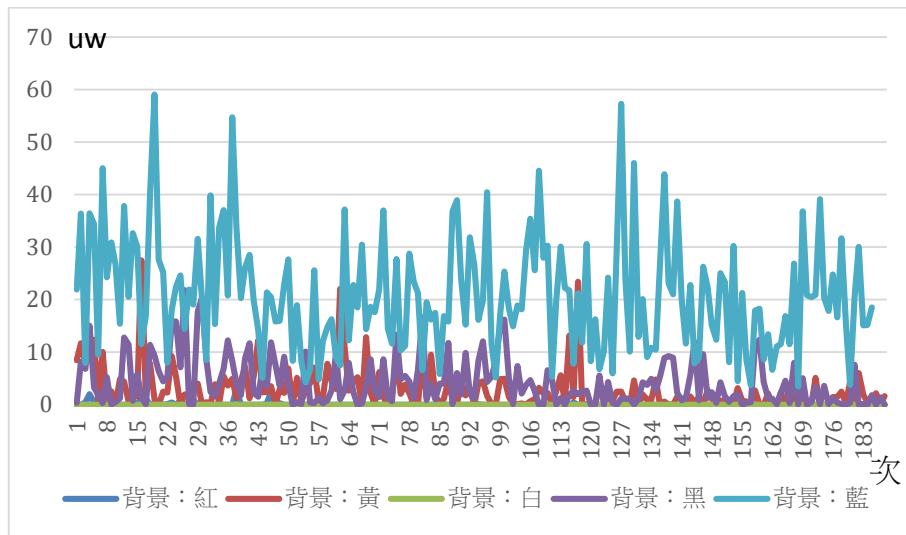
另外，以黑色為背景時在某區段會有突然升高之情形發生，我們調閱畫面後發現是錄製影片時有錄到網路載入時的時間，畫面為白色。而以紅色為背景顏色時的藍光量與以藍色為背景的差異不大，我們推測是因為網站上提供的是洋紅，而洋紅是由紅色與藍色混合而成的。

表四、小說以不同背景顏色閱讀，五分鐘的發光行為

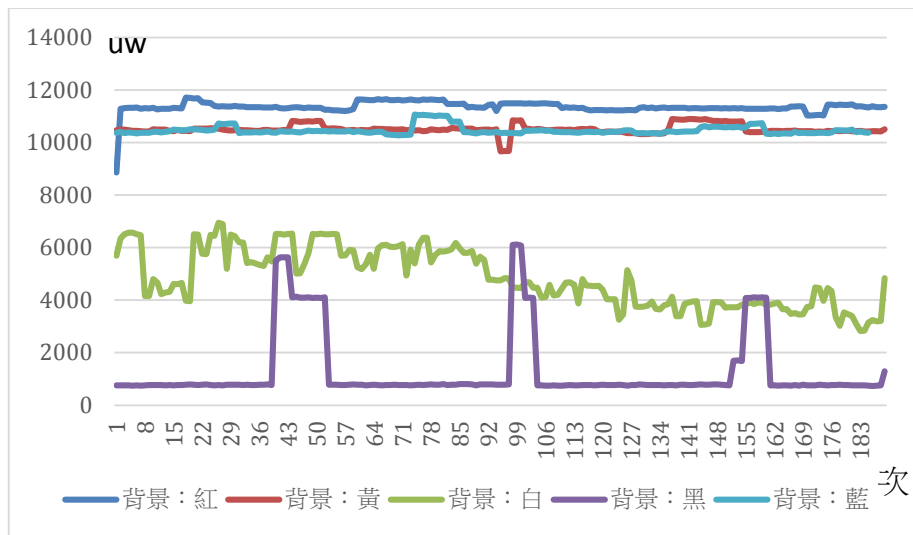
閱讀小說的背景顏色	平均光通量 (流明)	平均紫外光量 (uw)	平均可見光量 (uw)	平均藍光量 (uw)
背景顏色：紅	3.334311	0.08997	11365.306	3861.9785
背景顏色：黃	3.440131	2.88424	10511.251	2776.6315
背景顏色：白	1.451574	0	4834.345	1681.4575
背景顏色：黑	0.380702	4.23285	1290.7963	462.1732
背景顏色：藍	3.074609	20.80961	10467.568	3968.7988



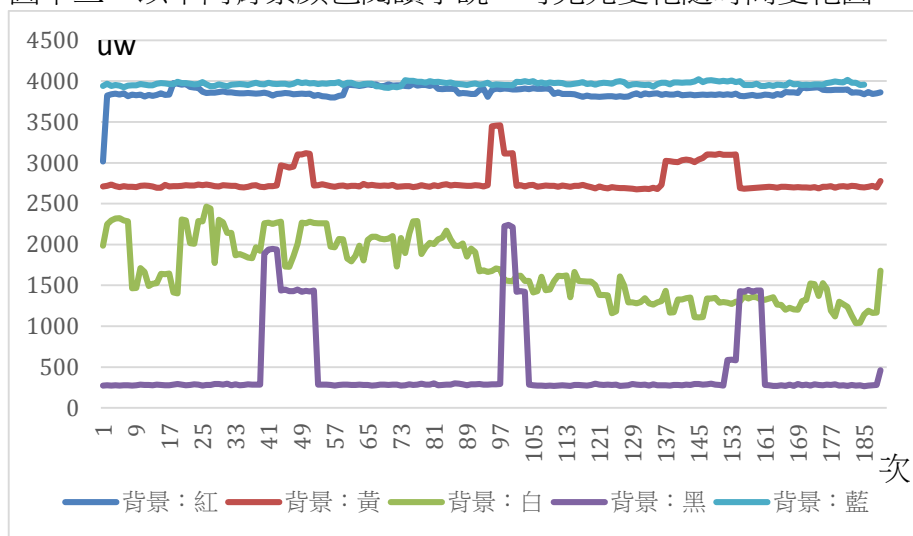
圖十一、以不同背景顏色閱讀小說，光通量變化隨時間變化圖



圖十二、以不同背景顏色閱讀小說，紫外光變化隨時間變化圖



圖十三、以不同背景顏色閱讀小說，可見光變化隨時間變化圖



圖十四、以不同背景顏色閱讀小說，藍光變化隨時間變化圖

四、使用不同顯示器的手機，其發光行為的差異

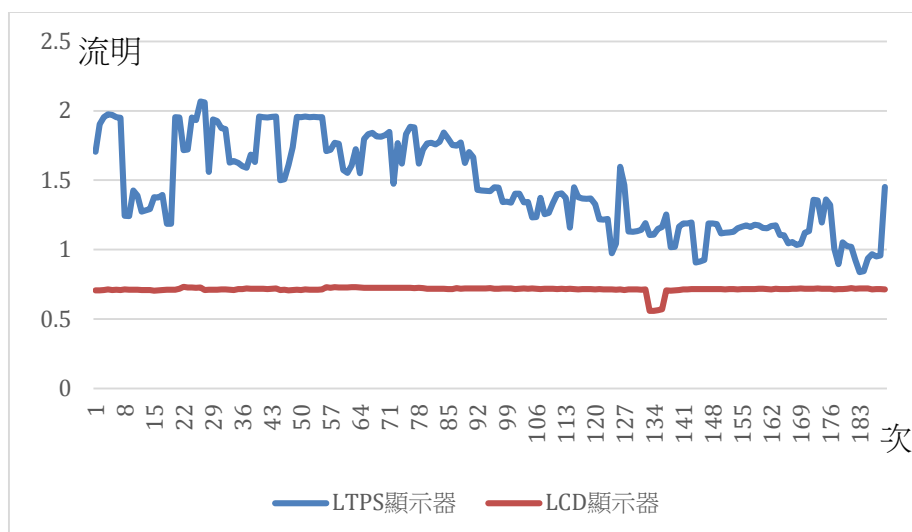
使用不同的顯示器的手機在發光行為上，我們發現在光通量、可見光及藍光量，使用 LTPS 顯示器的手機均高於使用 LCD 顯示器的手機。我們認為可能的原因是因為我們在進行測試時，兩支手機我們均設定為螢幕亮度為 100%，但是手機設定的螢幕亮度百分比相同，在螢幕亮度未必相同，因此造成測試結果使用 LTPS 顯示器的手機在發光量上均高於使用 LCD 顯示器的手機。這結果並無法說明哪一種手機的發光能力較好或較差，但可以注意的是使用 LTPS 顯示器手機用戶在使用時可以調低螢幕亮度，以減少手機過亮的狀況。

然而，在紫外光的發光行為上，使用 LTPS 顯示器的手機五分鐘的平均紫外光量與紫外光發光曲線均為零。而使用 LCD 顯示器的手機所發出的紫外光量雖然不

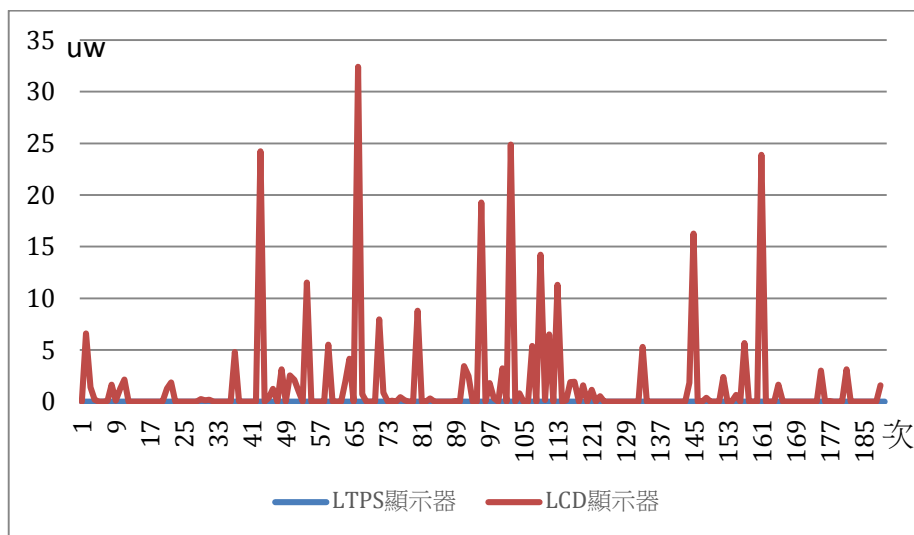
高，但仍有些許紫外光發出。關於此現象，我們無法解釋為何有這樣的現象產生，或許未來可以進行更多樣本進行檢驗與原因探討。

表四、使用不同螢幕顯示器 (以閱讀底色為白色的小說為例)，五分鐘內的發光行為

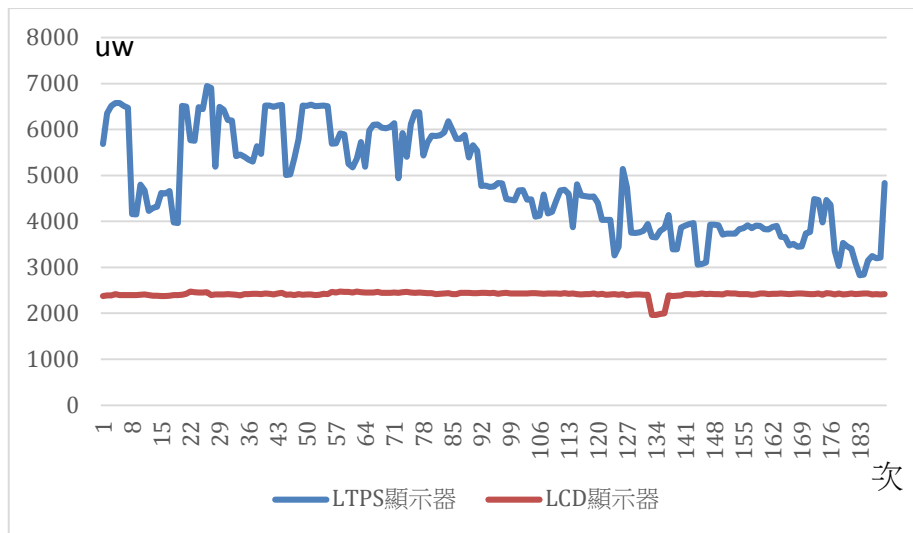
不同手機	平均光通量 (流明)	平均紫外線量 (uw)	平均可見光量 (uw)	平均藍光量 (uw)
LTPS 顯示器	1.451574	0	4834.345703	1681.457545
LCD 顯示器	0.713962	1.576581335	2414.005197	927.743653



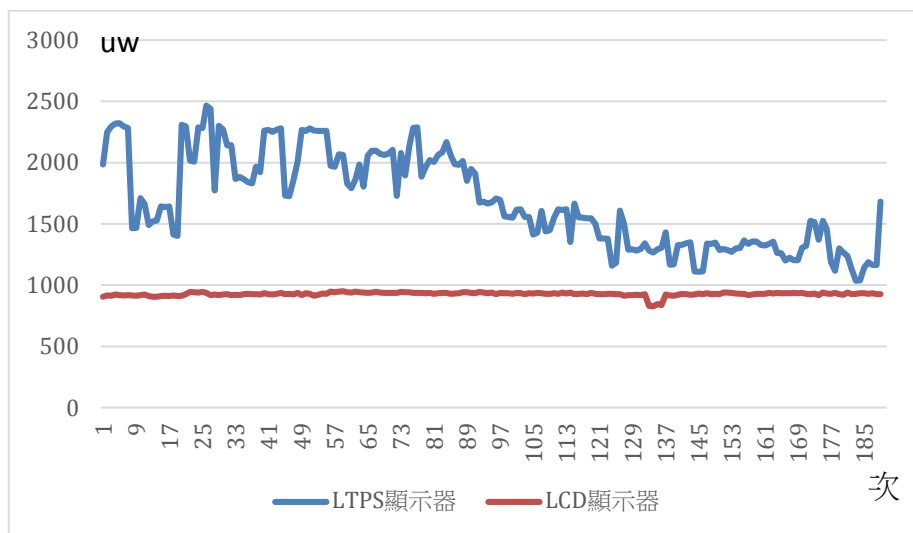
圖十五、以不同顯示器閱讀小說(背景顏色：白)，光通量變化隨時間變化圖



圖十六、以不同顯示器閱讀小說(背景顏色：白)，紫外光隨時間變化圖



圖十七、以不同顯示器閱讀小說(背景顏色：白)，可見光量隨時間變化圖



圖十八、以不同顯示器閱讀小說(背景顏色：白)，藍光量隨時間變化圖

陸、結論

- 一、在閱讀小說時，其光通量、可見光量、藍光量是最高的，因此，在閱讀小說、文件時應注意使用時間。
- 二、使用高解析度播放時，光通量、紫外光量、可見光量、藍光量都是較高的，因此，觀看的影片不需使用那麼高的解析度，可盡量使用較低解析度播放。
- 三、以彩度愈高的背景顏色閱讀小說，光通量、可見光量、藍光量都會較白色、黑色多；以藍色背景閱讀小說，紫外光與藍光量均最高，因此，我們應盡量使用黑或白色當作閱讀文件、桌面的背景。
- 四、使用 LTPS 顯示器，其光通量、可見光量、藍光量都較高，雖然使用相同亮度百分比，仍高於 LCD 顯示器，因此若我們使用的電子產品是 LTPS 顯示

器，可降低螢幕亮度以保護自己的眼睛；值得一提的是，LTPS 顯示器在閱讀小說(背景顏色：白色)時的紫外光皆為零。

柒、參考資料

一、中華民國視網膜醫學會。藍光傷害與視網膜黃斑部病變。

<http://www.retina.org.tw/paper/9/122>

二、陳佳瓏(95 年)。視覺於照明之應用論文。

http://www.lcis.com.tw/paper_store/paper_store/etd-0713106-154441-201471302457539.pdf

三、維基百科。光通量定義。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E9%80%9A%E9%87%8F>

四、維基百科。紫外光定義。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%AB%E5%A4%96%E7%BA%BF>

五、維基百科。紅外光定義。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BA%A2%E5%A4%96%E7%BA%BF>