



行政院環境保護署

Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

光污染影響及主觀感受調查與管制方式之研究 EPA-106-U1F1-02-A02

中華民國計量工程學會

報告人 彭保仁
107/06/11



行政院環境保護署

Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

簡報大綱

- 前言
- 研究方法
- 結果與討論
- 結論



行政院環境保護署

Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

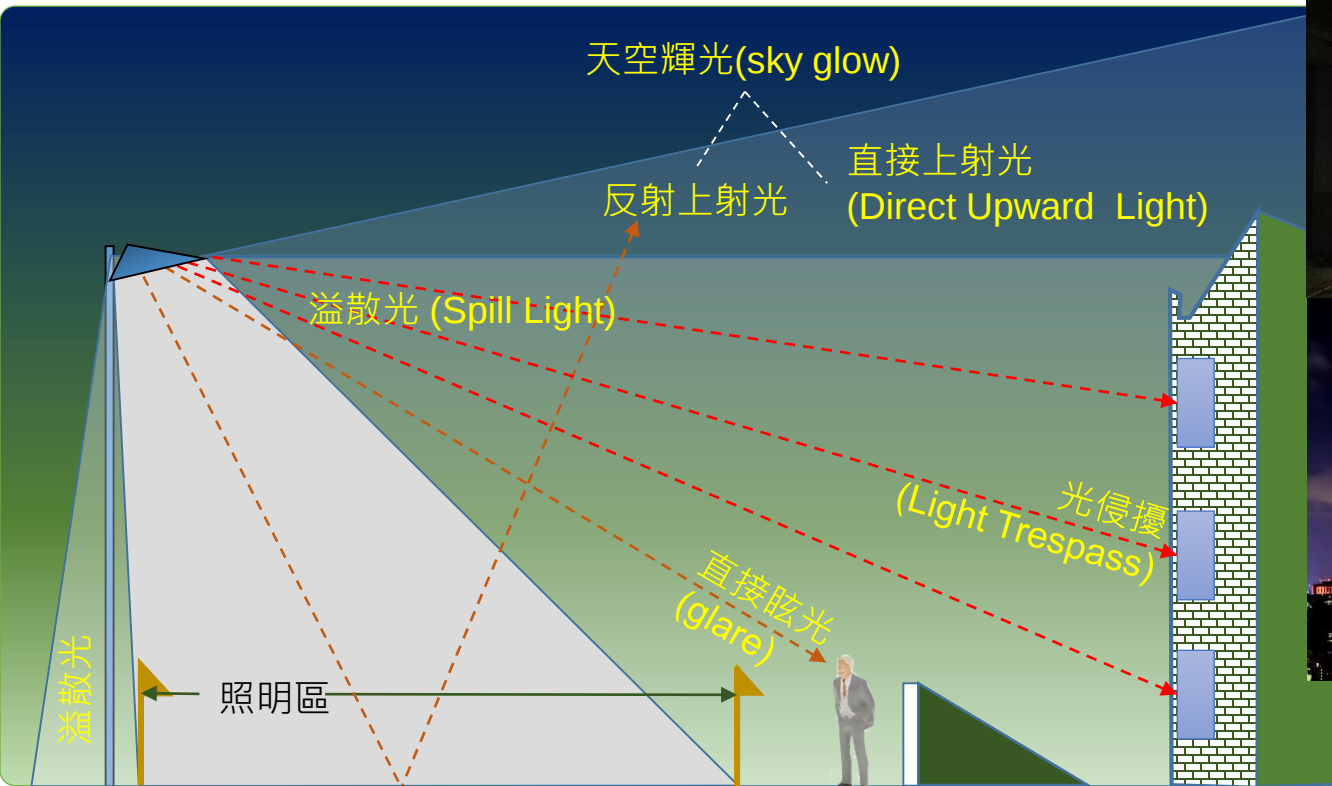
前言



光污染的類型與成因

光污染的三種主要類型

- 眩光 (glare): 屬於對個人視覺感受的影響 → 亮度
- 光侵擾 (Light trespass): 屬於局部範圍的影響 → 垂直照度
- 天空輝光 (Sky glow): 屬於總體範圍的影響 → 向上光束比



光污染

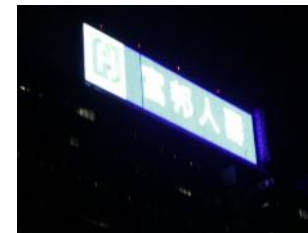
- 「光污染」一詞，係指人工光源所引起對民眾日常生活造成的負面影響，依據公害糾紛處理法規定，光污染目前尚非屬該法所稱之公害。



燈箱式看板



投光燈看板



霓虹燈看板



LED看板



LED招牌字



LED組合燈



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

廣告招牌光源類型



光污染源種類圖例:

1: LED多媒體看板，2: LED組合燈廣告，3: 霓虹燈看板，
4: 燈箱廣告看板，5: 投光式看板，6: 路燈。



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

光污染計畫研究方法與成果

- 100年~105年完成面型廣告看板(LED多媒體看板、燈箱式看板、霓虹燈看板、投光燈看板)的眩光亮度以及閃爍的量測方式及管制參數與管制建議值，
- 104~106年進行非面型廣告(組合燈式光源) 之眩光亮度以及閃爍的量測方式及管制參數與管制建議值研析。

年度	光污染計畫研究方法與成果
100	我國光污染現況及其量測結果檢討分析，進行亮度及垂直照度量測方法探討；完成34個光源亮度(luminance，也被稱之為輝度)調查中發現，其中有5件LED看板光源之平均亮度超出國際照明委員會(The International Commission on Illumination, 簡稱CIE) 150-2003研究報告的城市區(E4)所建議的上限值1,000 cd/m ² ，佔了總調查15件LED顯示看板的三分之一。
101	完成LED看板之眩光人因視覺感受實驗、眩光光學物理性量測，得出LED看板舒適級數(comfort rating)評價經驗公式。
102	LED看板動態畫面眩光感受評量研析、LED看板非規則性動態閃爍感受評量研析；完成光害防制法草案1件，LED看板眩光預測模式，提出動態畫面眩光評價亮度建議表，可作為未來訂定管制策略之參考。
103	擴大LED光源類型評量研析、驗證及修正102年經驗模式；提出修訂後之LED看板眩光評價亮度建議表和動態畫面閃爍頻率強度評價建議表，可作為未來訂定管制參數上限值之參考
104	確認LED看板眩光評價亮度建議表適用於戶外LED看板之評價。
105	完成實地光污染源閃爍及閃爍人因實驗共計24人次，實驗總數1,536次；完成LED看板閃爍預測模型修正，並提出修正後動態畫面閃爍頻率強度評價建議表。
106	完成LED組合燈(八卦燈、孔雀燈)閃爍量測方法研析並提出閃爍評價指數FEI(FI)，並完成「光污染防制及管理指引」草案，可提供各縣市政府環保單位作為光污染源管理之參考依據。



光源分類

光污染來源分為廣告類(LED類廣告、非LED類廣告)、非廣告類及反射類等3大類

三類LED廣告

- LED看板



- LED圖案及招牌字



- LED閃爍式組合燈



- 指的是由紅綠藍(RGB)三色LED組合成一個畫素(pixel)，再經由畫素以陣列方式組合而成之螢幕型看板

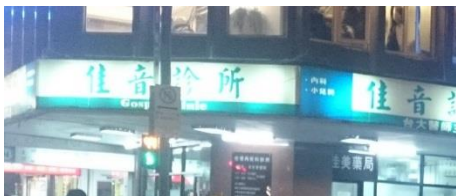
- 指的是將LED排為圖案或字型嵌入招牌中，此類光源如果閃爍則歸類於LED閃爍式組合燈

- 指的是LED排成圖案或字型之閃爍式廣告物，此類光源與燈箱式看板結合時也歸類於此



三類非LED廣告

- 燈箱式看板



- 霓虹燈看板



- 投光燈看板



- 指的是將燈源置放於箱型廣告物內，其燈源有螢光燈管及LED燈管2類

- 指的是以霓虹燈管組合而成廣告物

- 指的是使用投射燈將光線投射至廣告介質廣告物，常見之廣告介質為帆布及塑膠板或壓克力板



非廣告類或其他類

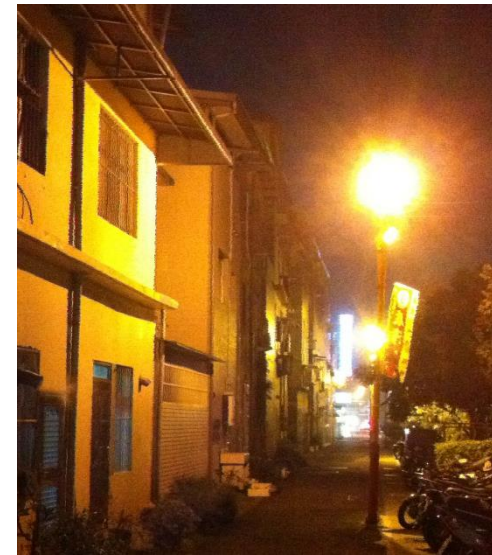
- 投光照明燈



戶外公有或私人停車場之投射燈，裝設於建築物內或外用以照明其戶外場地之投射燈，一般具有保障作用，例如用於照射車輛或行人出入之場所或照射於建築物外。運動場所之投射燈，裝設於建築物內或外用以照明其運動場地之投射燈，一般具有照明作用。

- 路燈

- 道路或巷弄或公園用於照亮道路之燈光，具有保障用路人安全之作用。



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

非廣告類或其他類



- 裝飾燈

- 裝設於建築物內或外用以裝飾建物或藝術品之燈具。

- 警示燈

- 設置於建築物上具有警示飛機、車輛、船舶等交通工具之燈具。

- 其他(室內燈光、閃光燈、...)

- 裝設於室內且對外投射之光源，或者是戶外架設的臨時性光源。常見的有室內燈光、閃光燈等光源。

- 無法分類

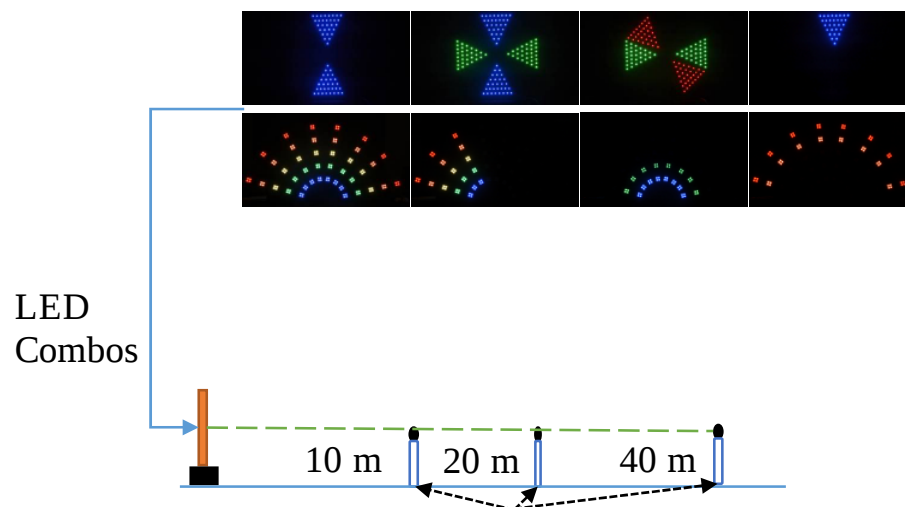
- 目前無法界定分類之光源

反射類

- 具有高可見光反射率或高光澤度之材料，一般在陽光照射下會造成反射光之現象，通常裝設於建築物或藝術品上。

研究方法：光源及笛波爾評價

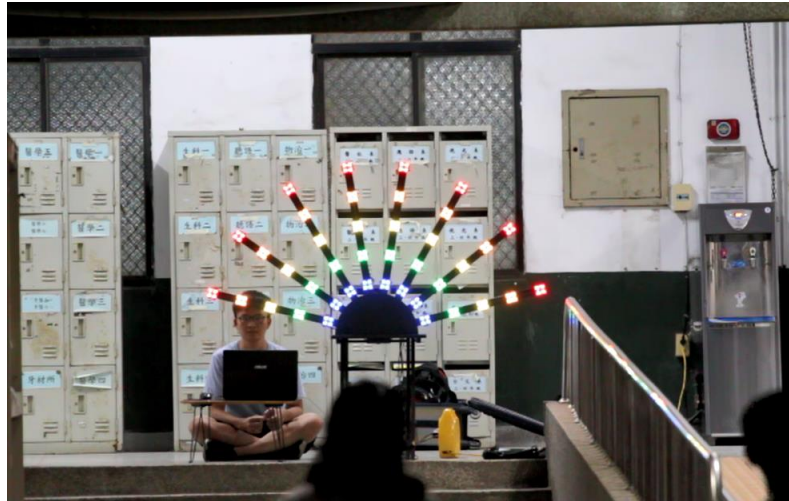
2 light sources, 8 test patterns



Experimental volunteers at three observation distances

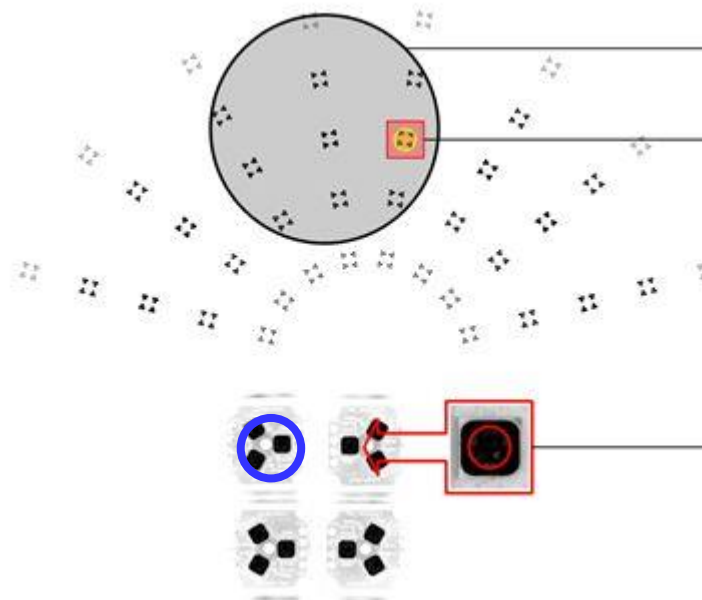
笛波爾評價分數	類別
9	恰可辨識的(Just noticeable) 幾乎感覺不到不舒適
8	介於7分~9分之間
7	滿意的(Satisfactory) 可接受的不舒適
6	介於5分~7分之間
5	恰可接受的(Just acceptable) 恰可接受的不舒適
4	介於3分~5分之間
3	妨礙的 (Disturbing) 不可接受的不舒適
2	介於1分~3分之間
1	無法忍受的 (Unbearable) 完全不可接受的不舒適

研究方法: 實驗實景



戶外人體感受實驗情形

(a) 八卦形LED組合燈 (b) 孔雀形LED組合

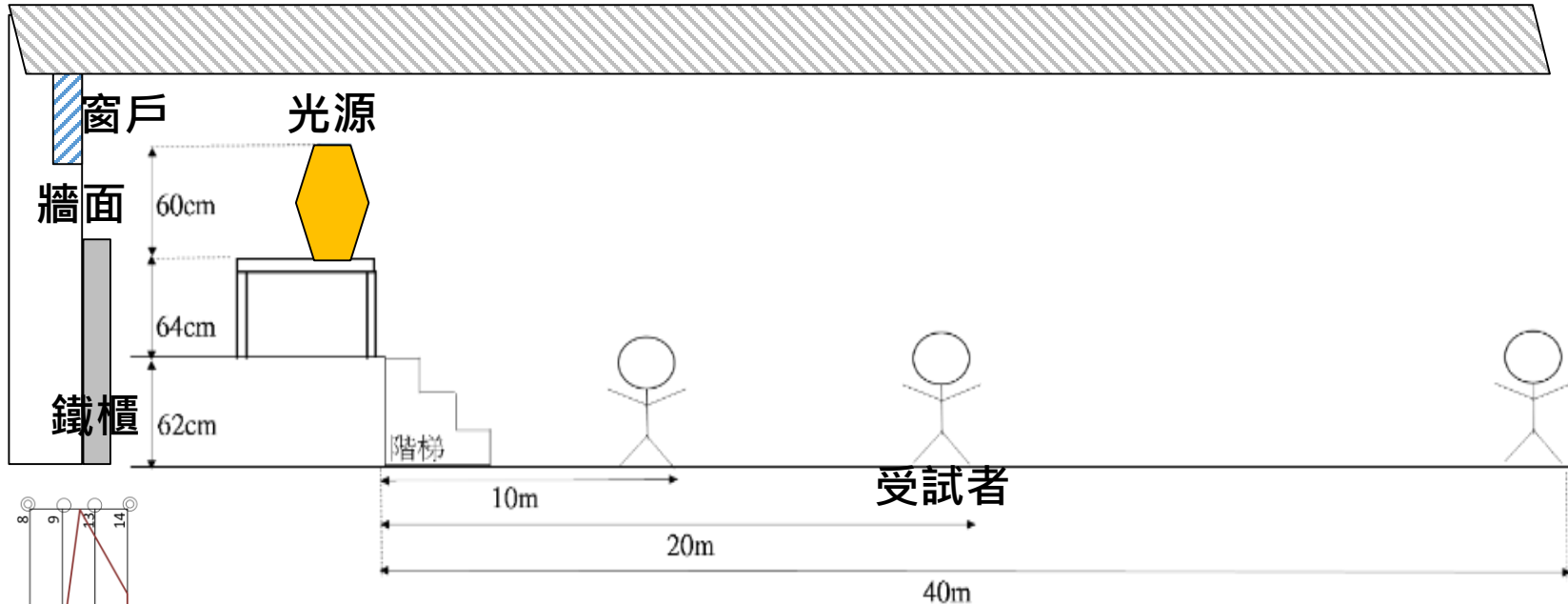


雙署
(Administration
Taiwan)

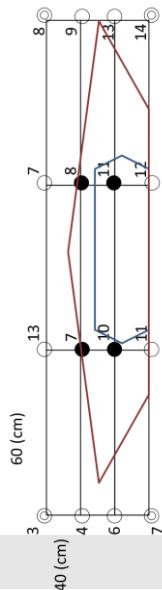
研究方法: 背景垂直照度

側視圖

遮雨棚



垂直照度量測
俯視圖

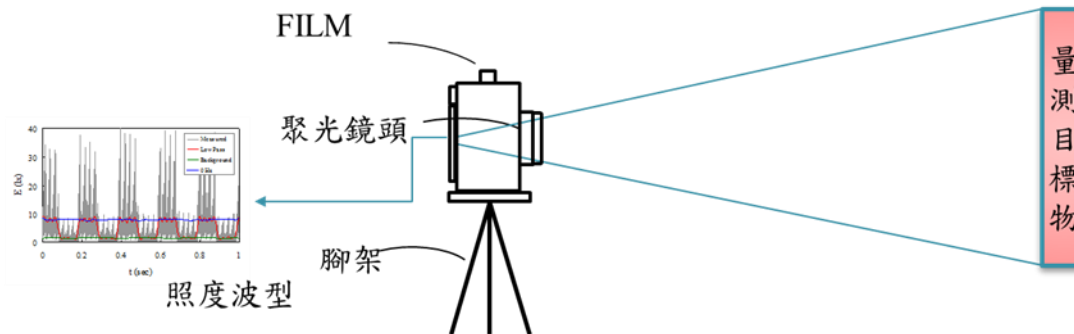


$$E_{v_ave} = 9.06 \text{ lx} \quad E_{ave} = \frac{1}{4 * m * n} (\sum E_{\odot} + 2 \sum E_{\circ} + 4 \sum E_{\bullet})$$



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

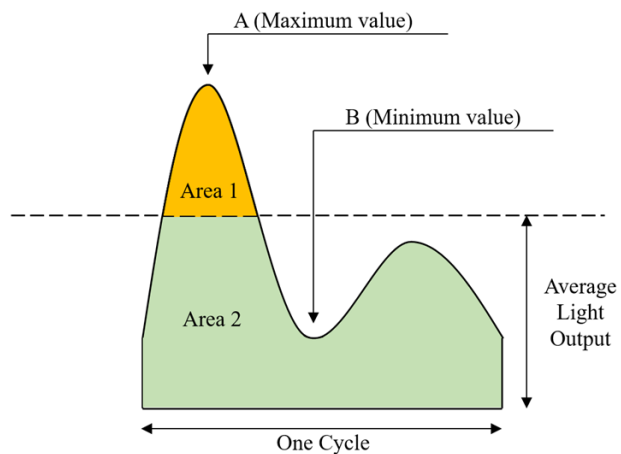
研究方法:閃爍量測示意圖



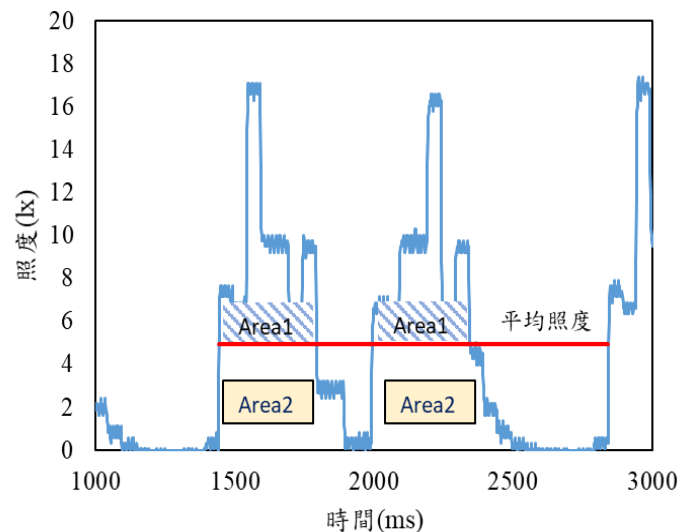
結果與討論



閃爍評價模型研析

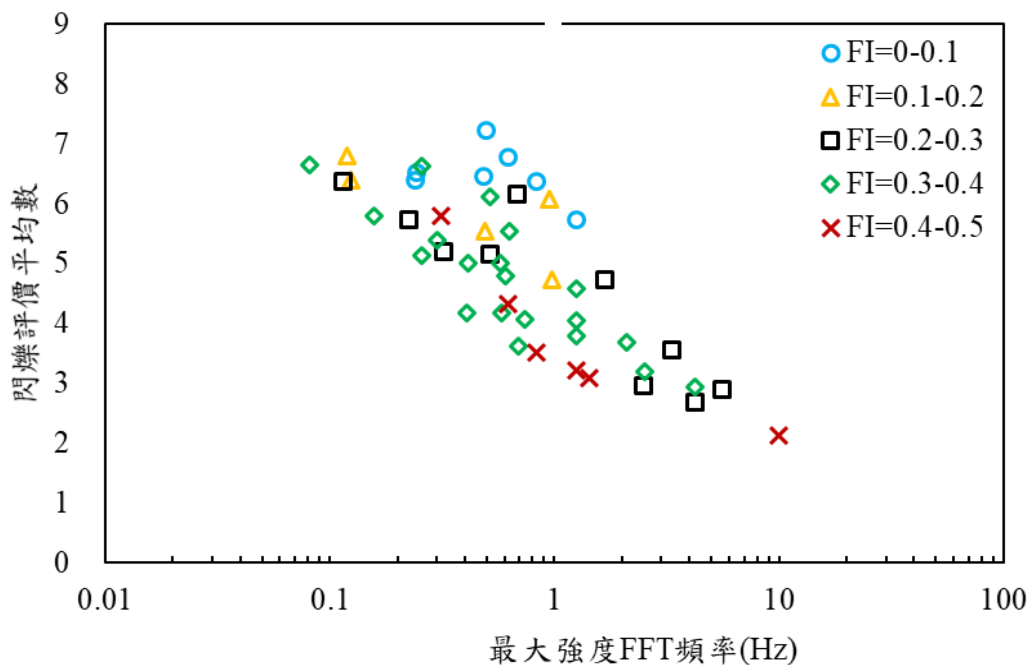


閃爍指數於週期光輸出變化
曲線之定義示意圖



孔雀燈放射掃描之照度隨時
間變化之範例說明

閃爍評價模型分析

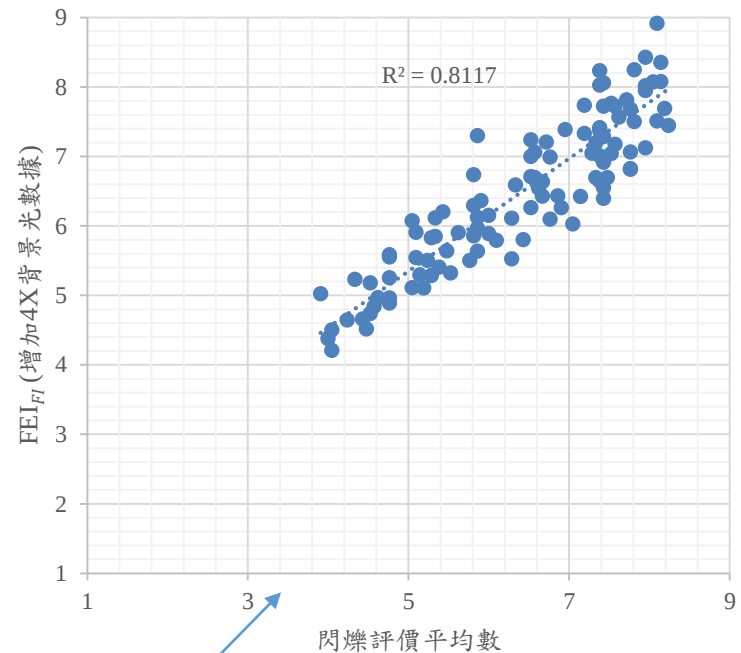
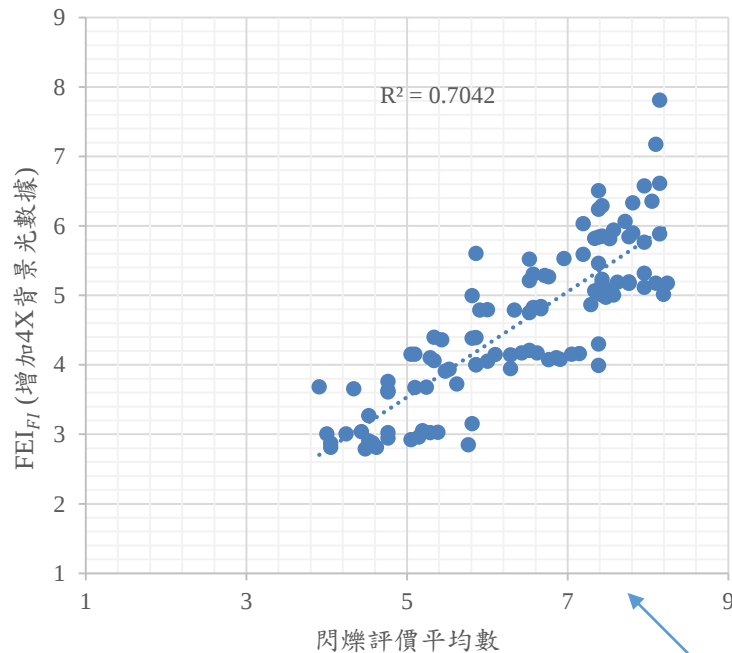


各類LED組合燈最大強度FFT頻率對閃爍主觀評價平均數之分布圖

$$FEI(FI) = FEI_{FI} = 3.607 - 0.956 \times \ln(f_{FFT}) - 0.601 \times \ln(f_{FI})$$

廣告招牌八卦燈結果分析

八卦燈閃爍評價平均數與 FEI_{FI} 趨勢比對



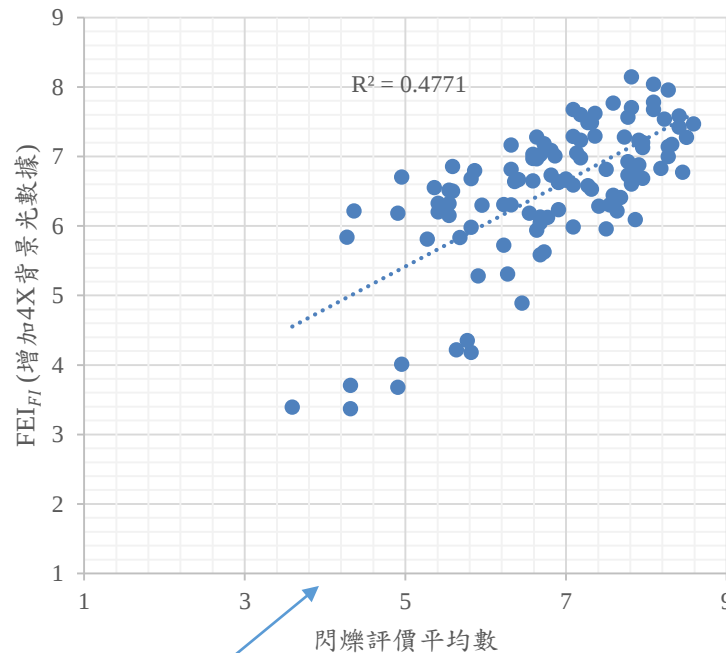
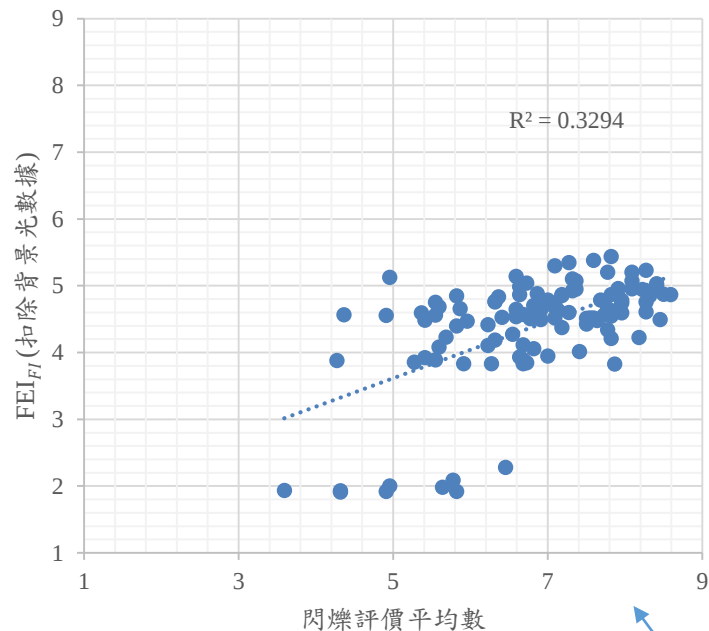
a背景光0 lx，b背景光1.5lx

戶外人眼感受結果與分析與閃爍評價模型

$$FEI(FI) = FEI_{FI} = 3.607 - 0.956 \times \ln(f_{FFT}) - 0.601 \times \ln(f_{\text{閃爍}})$$

廣告招牌孔雀燈結果分析

孔雀燈閃爍評價平均數與 FEI_{FI} 趨勢比對



a背景光0 lx · b背景光1.5lx

戶外人眼感受結果與分析與閃爍評價模型

結論



結論- 1

- LED組合燈戶外人體感受實驗實驗結果顯示
 - 性別、年齡、圖案樣式、亮度、閃爍頻率強度與觀測距離等因子對於眩光與閃爍主觀評價均有顯著影響($p < 0.01$)，
 - 女性對眩光與閃爍不適反應顯著高於男性，
 - 青壯年對八卦燈之眩光與閃爍不適高於中老年受測者，
 - 青壯年對孔雀燈之眩光與閃爍不適反應則低於中老年受測者；
 - 實驗亦發現，近觀測距離、高亮度與高閃爍頻率強度有顯著的眩光與閃爍不適情形，但各主因子間之交互作用對於眩光與閃爍值主觀評價則無顯著影響。

結論-2

- 106年度戶外LED組合燈人體感受實驗結果顯示，圖案樣式、亮度水準與觀測距離對於眩光及閃爍主觀評價均有顯著影響，且平均數值皆比105年度室內實驗室人體感受實驗結果明顯提升，即不舒適程度降低。
 - 主要原因除了亮度水準與觀測距離的影響外，推測戶外環境的背景光同時降低了LED組合燈對人體眩光及閃爍感受程度之影響。
 - 此外，觀測距離愈遠，人眼視野範圍涵蓋背景光的範圍愈廣，也會大幅減少LED組合燈對人體眩光及閃爍感受程度，進而增加整體評價分數(即不舒適程度降低)。
- 針對LED組合燈之閃爍評價模型分析上，引入新的評價指標因子，包含閃爍指數 f_{FI} 及最大強度FFT頻率 f_{FFT} ，提出閃爍評價指數FEI(FI)，同時提出閃爍舒適區域建議表。

簡報完畢

敬請指正

