

台灣LED與照明標準調和會議

醫療健康照明

國立台灣大學 商育滿 博士

2022 年 9 月 21 日

0

單 元

01

光與視覺

02

生理機轉

03

健康照明

04

法規

1

光是什麼？

2

光是粒子或是波？

3

光的粒子特性

根據特殊相對論,一個不具質量的
粒子在光速下仍然能夠具有能量
以及動量

能量 $E=pc$

– p : 動量

– c : 光速= 3×10^8 m/s

4

光的波動特性

光是一種電磁波

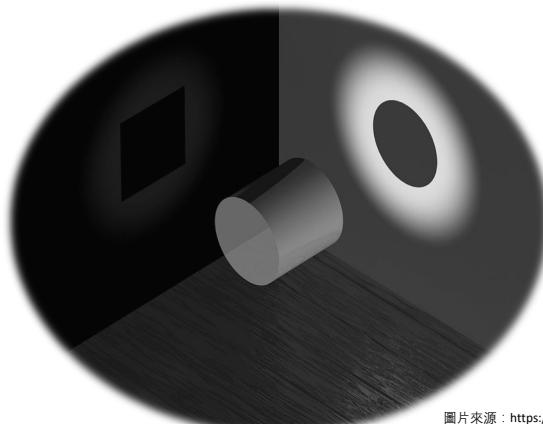
所有的電磁波都以光速前進

5



6

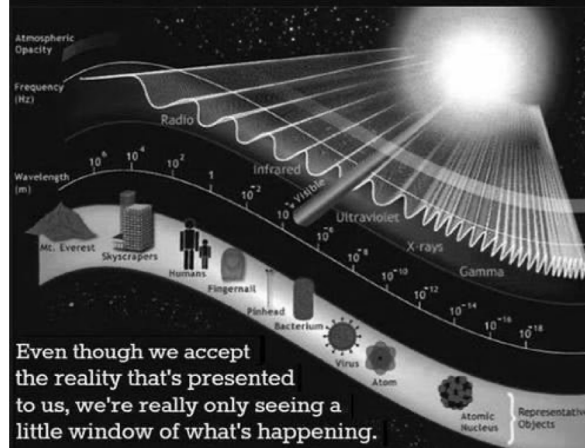
**光就是電磁輻射
兼具有波與粒子的性質**



7

圖片來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/波粒二象性#/media/File:Dualite.jpg>

We open our eyes and we think we're seeing the whole world out there. But what has become clear — and really just in the last few centuries — is that when you look at the electro-magnetic spectrum we are seeing less than 1/10 Billionth of the information that's riding on there. So we call that visible light. But everything else passing through our bodies is completely invisible to us.



Even though we accept the reality that's presented to us, we're really only seeing a little window of what's happening.

8

<https://www.facebook.com/jain108academy/photos/a.235052050013869/1979341898918200>

光 = 人
 粒子 = 正面
 波動 = 背面

引用自台大物理系 朱士維教授 9

空即是色

色即是空

10

共勉之

只要**不放棄**，我們都可以有源源不絕的氣力往前。逃避是因為害怕，害怕是因為沒有信念，試著找回信念並且擦亮這個生命的本質，就是給自己最好的禮物。是**水珠**就該去**旅行**，帶著養分去滋潤大地萬物；是**玻璃**就該**屏蔽包容**；是**鑽石**就該**承受高溫高壓**，**淬鍊自己**。在陽光下，水珠與鑽石都一樣散發**閃耀的光芒**，但都**各有所需也各有其無法替代的價值**。

11

單元

01

光與視覺

02

生理機轉

03

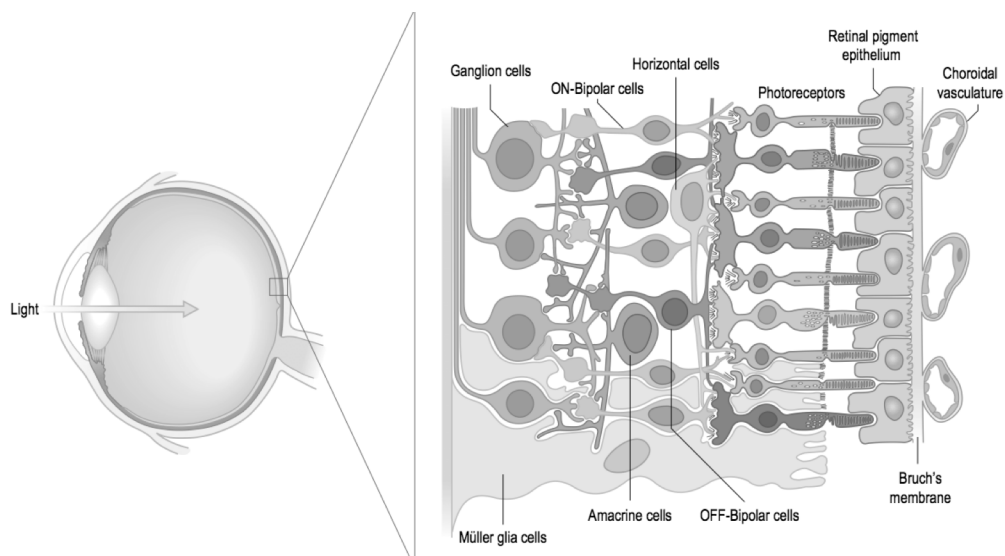
健康照明

04

法規

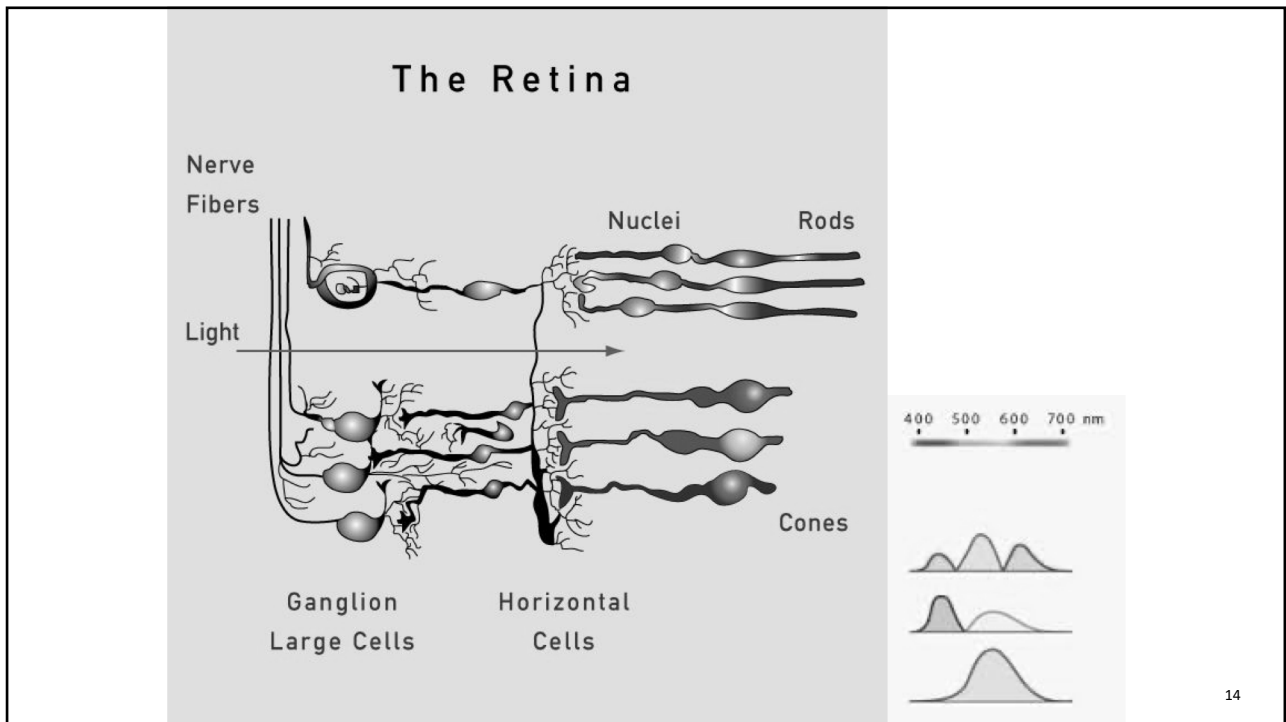
12

視覺系統



圖片來源: Zrenner 著作 (2008)

13



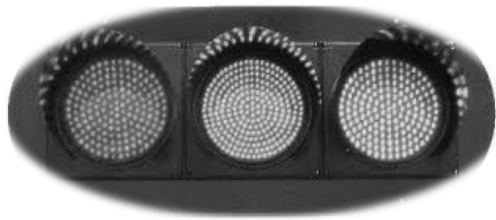
14

色散

- 色散:各色光在真空中的速率都相等，皆為 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。
- 不同色光在介質中的速率不相等，導致折射程度不相同
紅 > 橙 > 黃 > 綠 > 藍 > 靛 > 紫。
- 紅光波常最長，折射程度最小。

15

光散射應用



16

指示警告標誌的用色與光的散射

**指示警告標誌
用什麼顏色？**

17

指示警告標誌的用色與光的散射

為什麼？

18

光散射應用



19

圖片來源：<http://www.51yuansu.com/sc/resqygatfk.html>

光散射應用

SCIENTIFIC CALCULATION

$$\left\{ \frac{K1 - K2}{K1} \right\} \times 100 = H$$

K1 = Highest color value
K2 = Lowest color value
H = Contrast value

Optimal contrast value is at least a hue of 70.

EXAMPLE

1	2
TEXT	TEXT
TEXT COLOR: BLACK 8 BACKGROUND COLOR: RED 13	TEXT COLOR: BLACK 8 BACKGROUND COLOR: WHITE 85
$\left\{ \frac{13 - 8}{13} \right\} \times 100 = 38$	$\left\{ \frac{85 - 13}{85} \right\} \times 100 = 84$
☒ CONTRAST NOT SUFFICIENT FOR DISPLAY	☐ SUFFICIENT CONTRAST FOR DISPLAY

— Arthur & Passini 1992

圖片來源：<https://kclcthomas.files.wordpress.com/2013/12/screen-shot-2013-12-23-at-22-10-20.png>

20

光散射應用

- Arthur 和 Passini 曾以科學角度提出「**顏色對比度**」的計算方法，「顏色對比度」的計算方法，他們指出每種顏色擁有各自的「光線反射值」(Light Reflectance Value)，再以此為基礎，可以更進一步推斷出「顏色對比度」，公式為 [(高數值色-低數值色)/高數值色]*100
- **數值大於70**，表示該顏色組合的可讀性恰當。這個建議曾一度納入美國的通用設計標準 (Standards for Accessibility Design) 當中，雖然到了近年該標準未有提及建議數值，但是「高顏色對比」依然是標誌設計的重要指標，尤其是對視障人士來說，行家亦認為70分是合理數值。

21

圖片來源：<https://designagehk.org/2019/02/18/red-black-prohibition-signs/>

光散射應用

- 「白、黑」雖然是對比最強烈、最適合清楚標示文字的組合，但對比數值只達91，而非100。
- 白色予人感覺清晰潔淨 (clarity)，能夠突出紅色限制符號和黑色圖標，令整個標誌牌較不容易受周邊環境影響而遭到無視。

22

圖片來源：<https://designagehk.org/2019/02/18/red-black-prohibition-signs/>

光散射應用

	Beige	Blanc	Gris	Noir	Brun	Rose	Violet	Vert	Orange	Bleu	Jaune	Rouge
Rouge	78	84	32	38	7		28	24	62	13	82	
Jaune	14	16	73	89	80	58	75	76	52	79		
Bleu	75	82	21	47	7	50	17		56			
Orange	44	60	44	76	59	12	47	50				
Vert	72	80	11	53	18	43	6					
Violet	70	79	5	56	22	38						
Rose	51	65	30	73	53							
Brun	77	84	26	43								
Noir	87	91	58									
Gris	69	78										
Blanc	28											
Beige												

il	faut	plus	de	70 %
de	contraste	entre		
les	couleurs	POUR		
UNE	LISIBILITÉ	OPTIMALE		

23

圖片來源：<https://pic-bois.ch/accessibilite/>

光散射應用



Mandatory Signs

Colour: White and blue

A blue circle containing a white image denoting that a specific course of action must be taken.



Prohibition Signs

Colour: Black, red and white

A red circular band crossed with a diagonal bar on a white background. A black symbol behind this band indicates the prohibited action.



Hazard Signs

Colour: Black, yellow and white

A yellow triangle with a black border and symbol denoting a hazard in the environment.



Safe Condition Signs

Colour: White and green

A green rectangle or square with a symbol/text in white providing information about safe conditions.



Fire Equipment Signs

Colour: White and red

A red rectangle or square with a symbol/text in white providing information about the location and use of fire fighting equipment.

General Signs

General Signs

Colour: Any

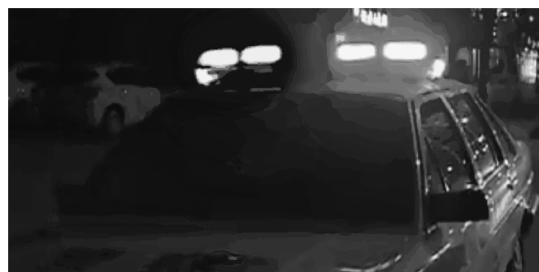
These are not safety signs and therefore are not governed by a specific colour scheme or format. They are to be used for any non safety purpose.

24

圖片來源：<https://designagehk.org/2019/02/18/red-black-prohibition-signs/>

光散射應用

為何警車警示燈是紅配藍？



25

圖片來源：<https://kknews.cc/news/pl3q4jp.html>

光環境對人體的影響

光環境

強度

頻譜

部位

累積時間

時間點



受器

- 視覺系統：
 - 眼球組織
- 非視覺：
 - 生理時鐘
 - 情緒

- 皮膚：
 - 變黑
 - 維生素 D
 - 熱效應

健康效應

- 視覺效率
- 視覺障礙
- 警覺性
- 情緒
- 賀爾蒙（褪黑激素）
- 睡眠品質
- 生理節律
- 誘發病變

視覺輻射主要來源

照明燈具

- 白熾燈
- 低壓氣體放電燈 (LPGD)
- 螢光燈
- 高/低壓鈉燈
- 黑光燈
- 水銀燈
- 複金屬燈
- 鹵素燈

工業生產過程

- 電弧焊及氣焊
- 熔煉金屬
- 玻璃製造
- 放電作用

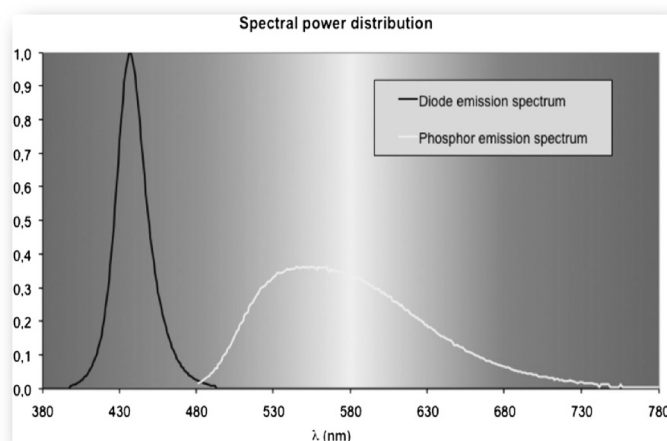
天然來源

- 日光
- 日光反射

視覺輻射的分類及其可能的健康危害

UVC 200-280 nm	UVB 280-315 nm	UVC 315-400 nm	可見光 380-780 nm	IRA 780-1400 nm	IRB 1400-3000 nm	IRC 3000nm 以上
少	光化角膜炎、 白內障	光化學性白 內障	光化性及熱 元性視網膜 傷害	白內障視網 膜傷害	角膜燒傷、 水樣化白內 障	角膜燒傷、 乾眼症
少	紅疹、皮膚疹、 光化性皮膚老 化、皮膚癌	黑色素沈澱	光敏感性	燒傷	燒傷	燒傷

光譜功率分佈曲線 SPD: Spectral Power Distribution



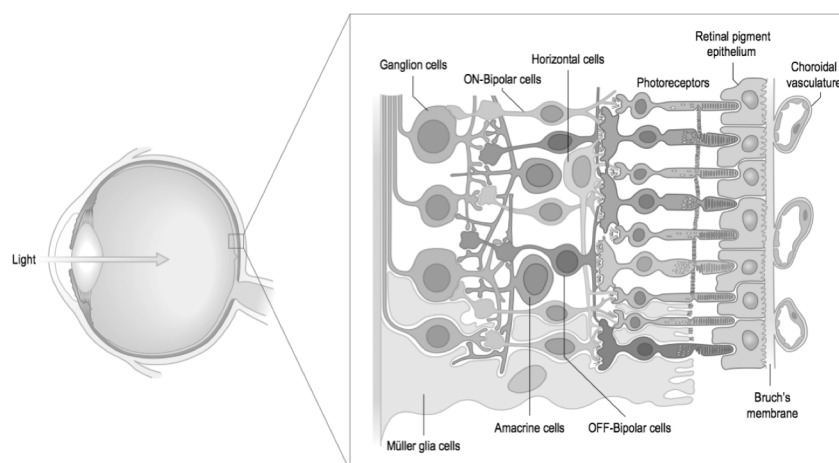
Source: Kim and Schubert (2008)

視網膜對藍光的反應



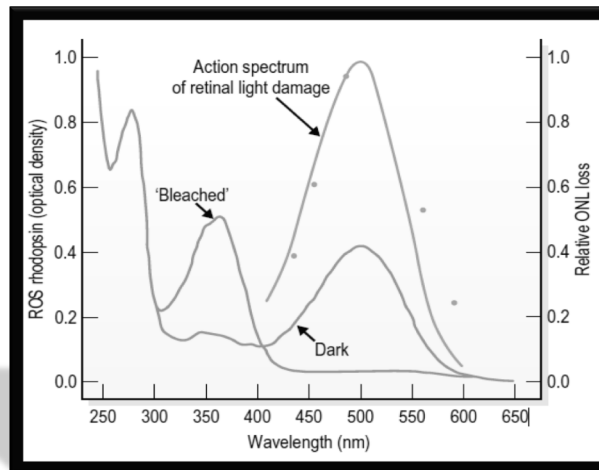
Source: <http://forum.xcitefun.net/funky-led-eye-lashes-t41147.80.html>

感光細胞的功能



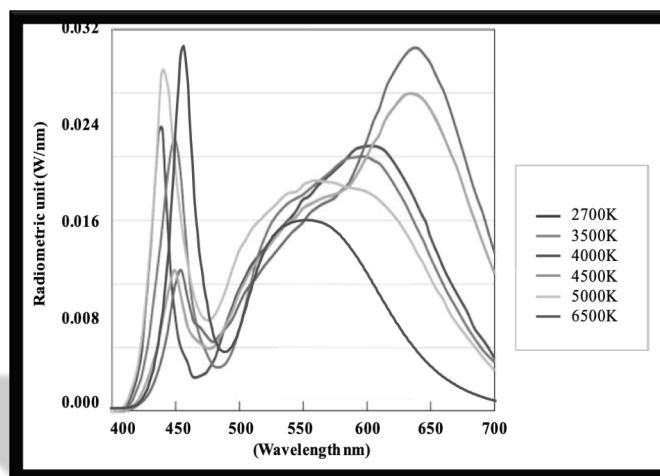
Source: Zrenner (2008) 31

外核層(ONL)的動作頻譜



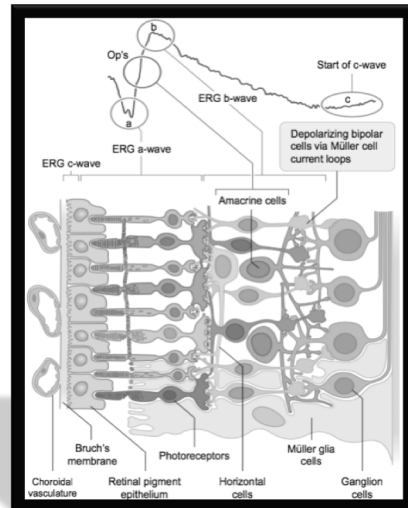
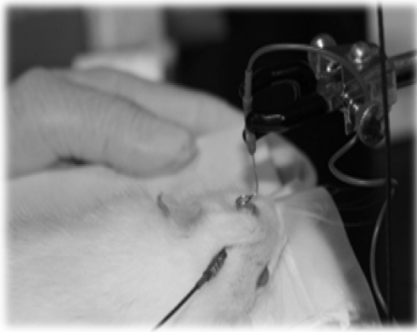
Source: Organisciak and Zarbin (2010) 32

光譜功率分佈曲線 (SPD)



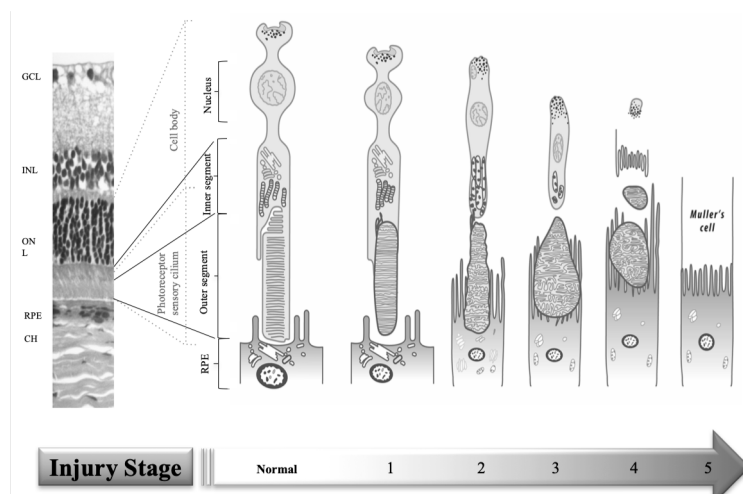
33

視網膜電波圖 Electroretinography (ERG)



Source: Zrenner (2004)

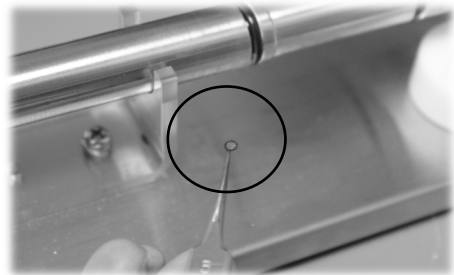
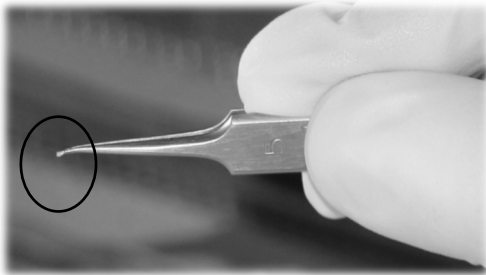
細胞組織染色分析 (Hematoxylin and Eosin, H&E Staining)



35

穿透式電子顯微鏡

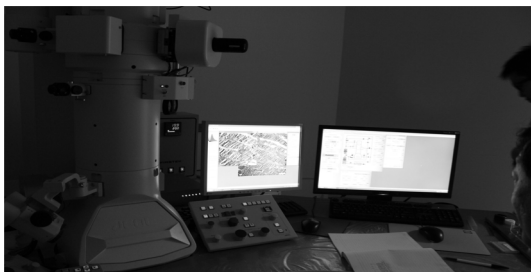
Transmission Electron Microscopy (TEM)



36

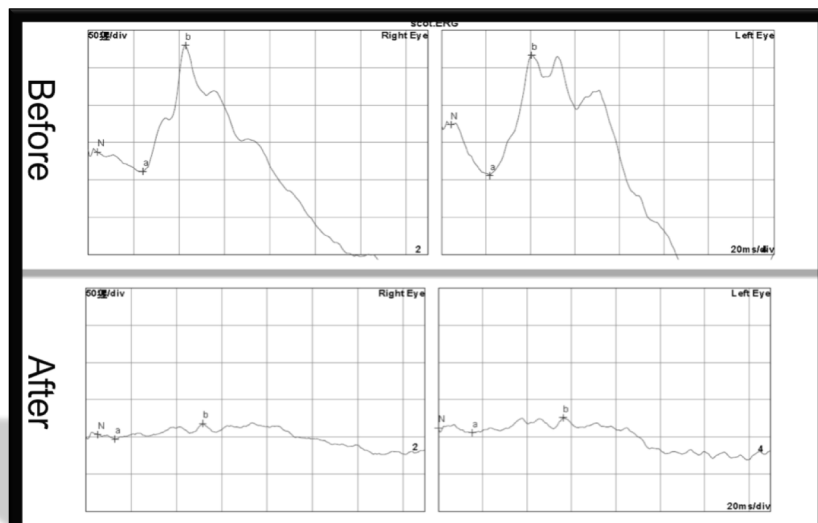
穿透式電子顯微鏡

Transmission Electron Microscopy (TEM)



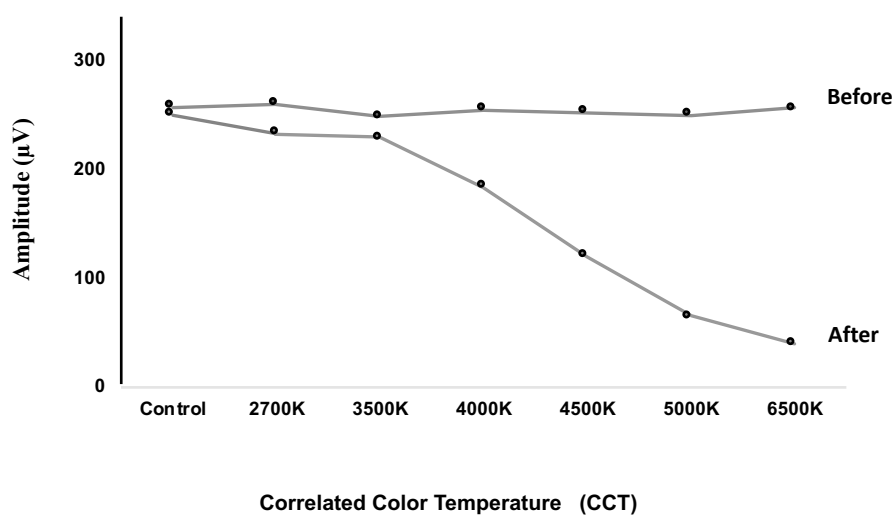
37

照光前 / 後 ERG 表現



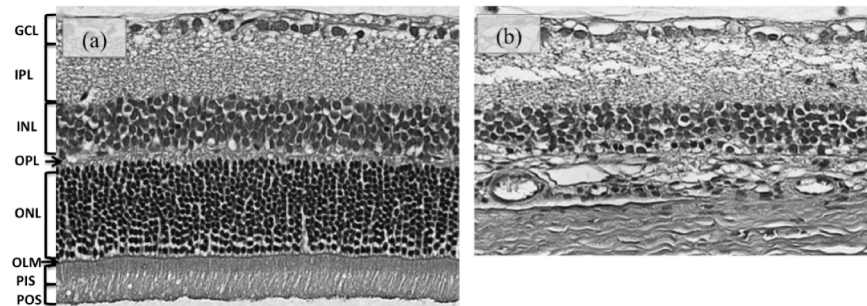
38

照光前 / 後 ERG 表現



39

照光前 / 後 H&E 表現



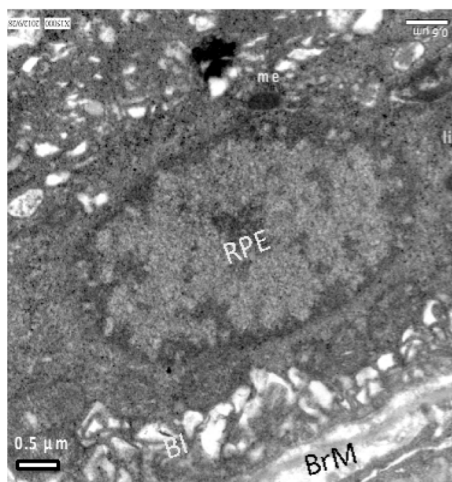
GCL: ganglion cell layer
INL: inner nuclear layer
ONL: outer nuclear layer

IPL: inner plexiform layer
OPL: outer plexiform layer (synaptic)
OLM: outer limiting membrane
PIS: photoreceptor inner segment POS: photoreceptor outer segment

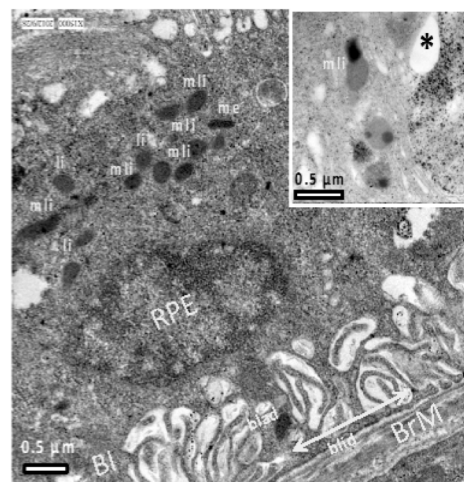
40

照光前 / 後 TEM 表現

A Control

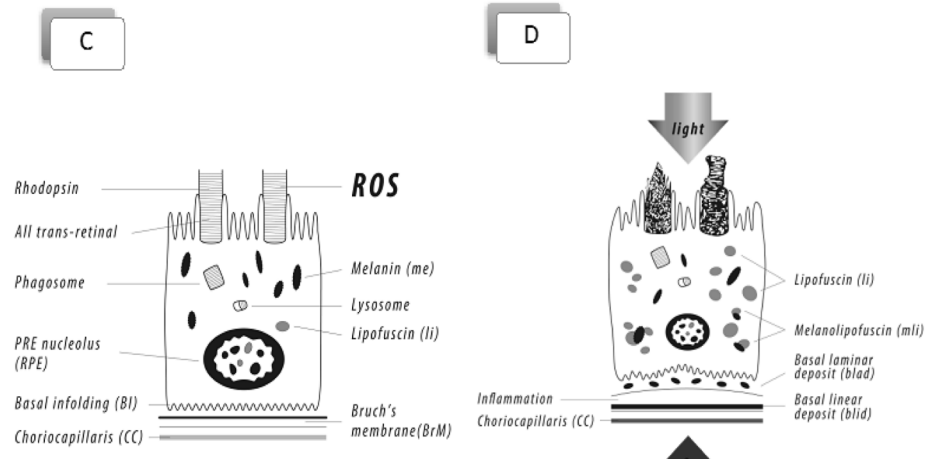


B LED light injured



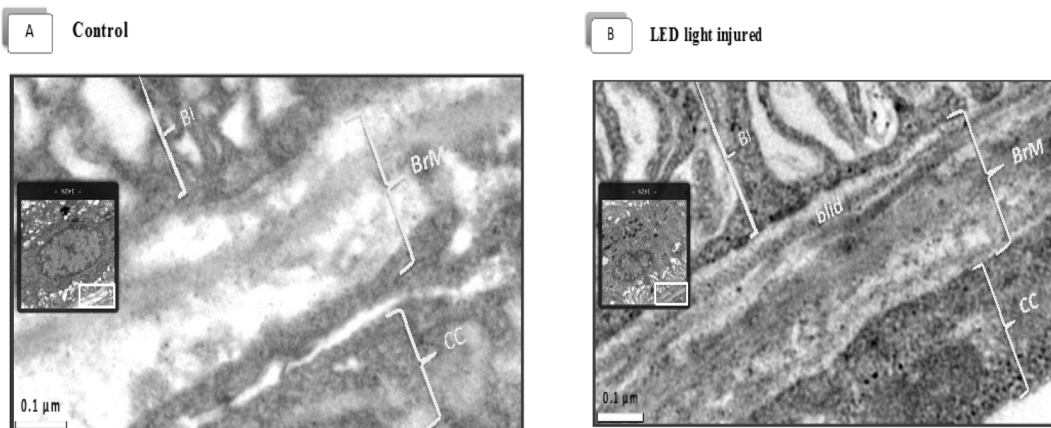
41

照光前 / 後 TEM 表現



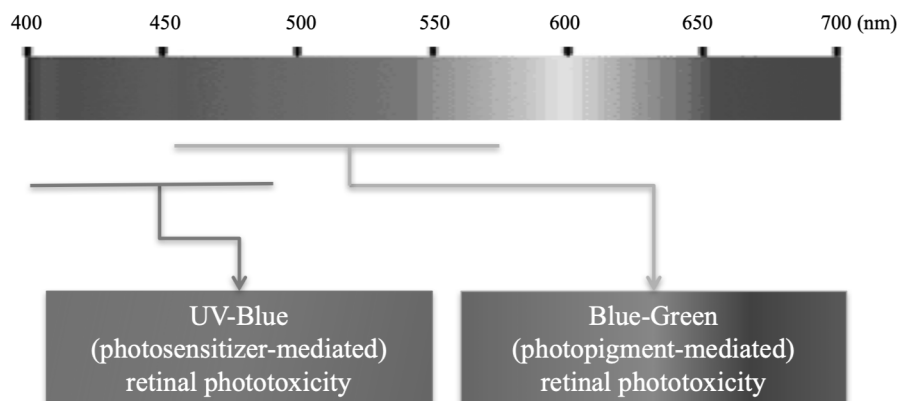
42

照光前 / 後 TEM 表現 Bruch's Membrane 與 Choriocapillaris



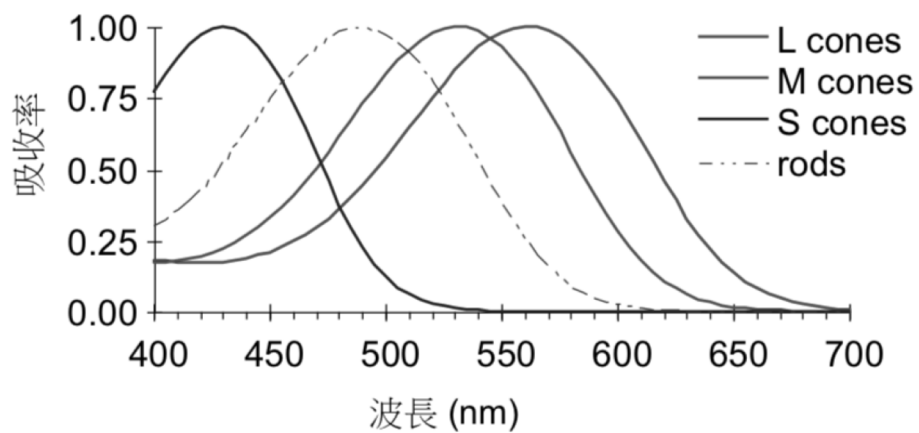
43

視網膜化學性光傷害途徑



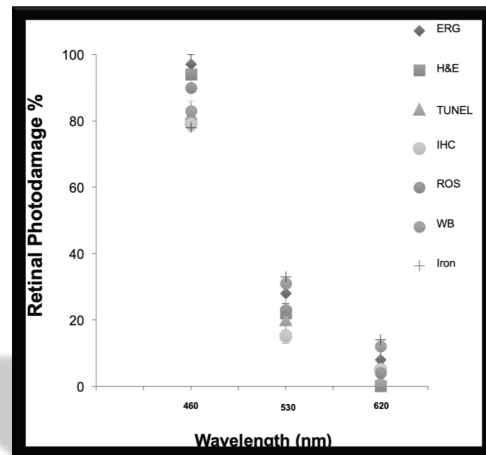
44

感光細胞的吸收光譜



45

感光細胞對波長的偏好效應 photoreceptor wavelength discrimination



功能性
病理形貌學
分子學
生化學

46

結論



之前的實驗結果顯示 pc-LED 白光照明對視網膜負荷有四個**依存效應**關係：

- 波長效應
- 含氧量效應
- 局部效應
- 時間劑量效應

47

結論



據此推論，長期的光傷害累積效應，可能會是老年性黃斑部病變（AMD）的主要成因之一。

48

建議



追求更亮、更便宜、更白的 *LED* 光源之時，同時也必須考量健康的議題。

49

建議

低劑量長期的照光暴露更須保持警戒心：



- 選用色溫較低的光源
- 適時讓眼睛休息
- 注意合理的照度使用

50

色溫

3000 - 4200 K

51

時間

30 – 40 分鐘

52

照度

300 – 500 lux

53

單元

01

光與視覺

02

生理機轉

03

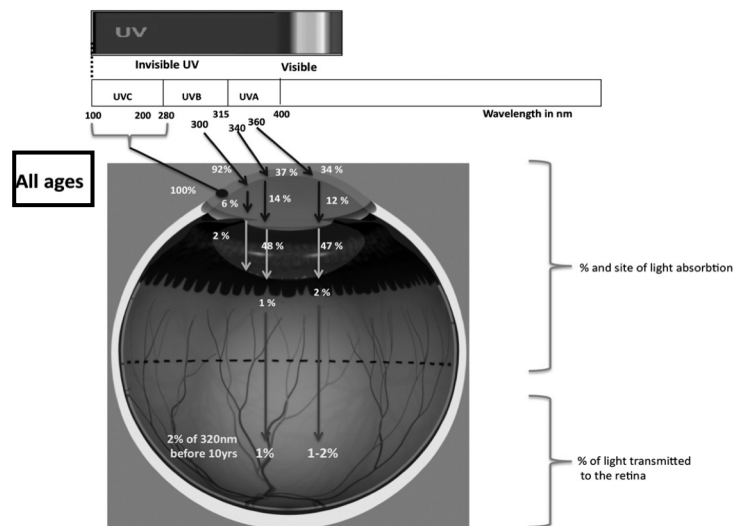
健康照明

04

法規

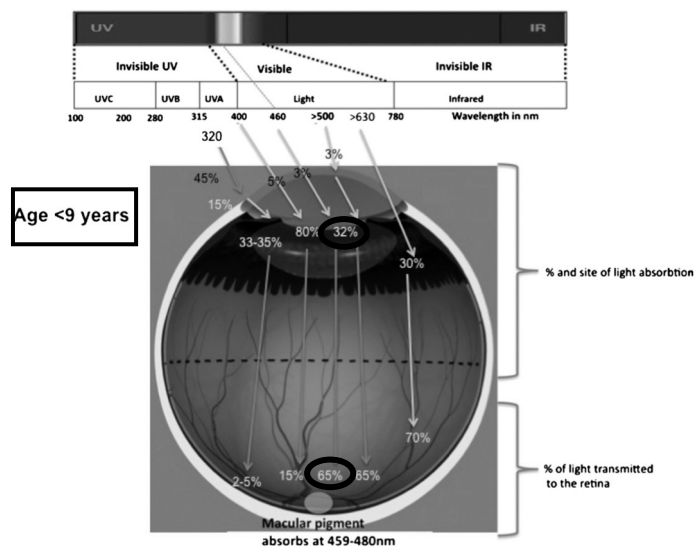
54

光的吸收與穿透



Source: French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. Lighting systems using light-emitting diodes: health issues to be considered (2008).

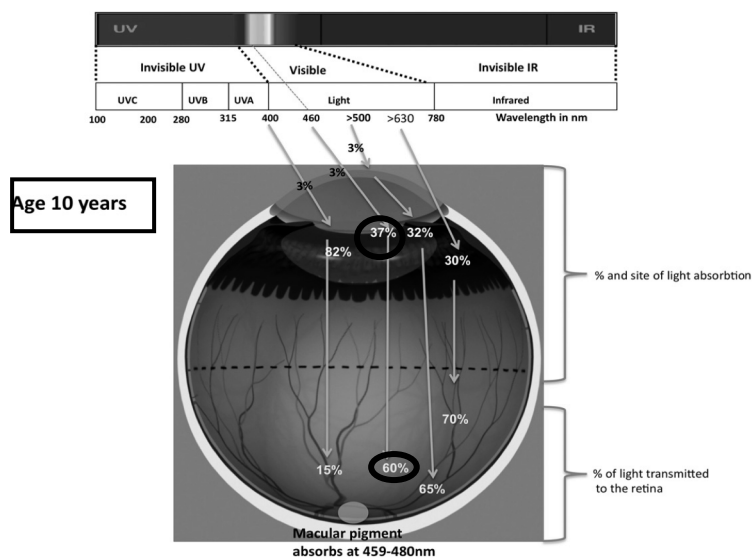
光的吸收與穿透



56

Source: French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. Lighting systems using light-emitting diodes: health issues to be considered (2008).

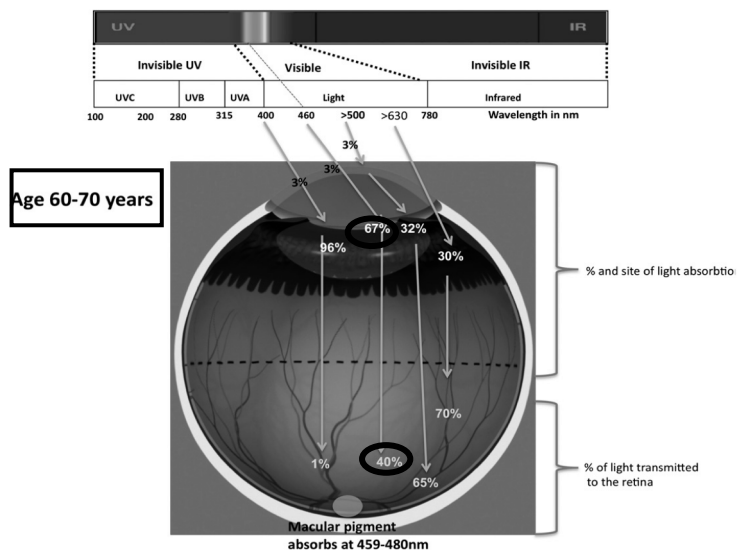
光的吸收與穿透



57

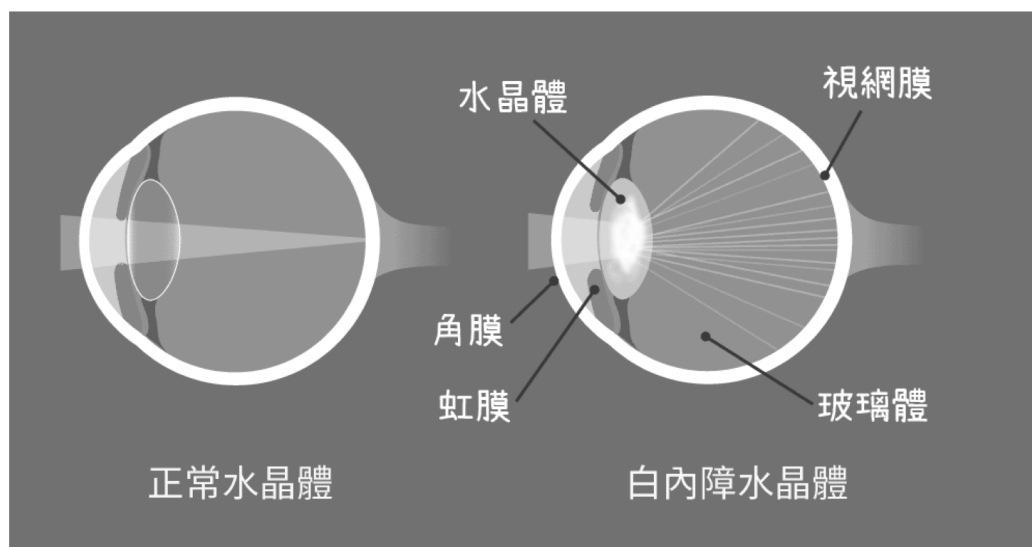
Source: French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. Lighting systems using light-emitting diodes: health issues to be considered (2008).

光的吸收與穿透



Source: French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. Lighting systems using light-emitting diodes: health issues to be considered (2008).

白內障



圖片來源：<https://www.ihealth.com.tw/article/白內障/>

白內障

水晶體正常



水晶體混濁



圖片來源：<https://fonghu0217.pixnet.net/blog/post/44844094-青光眼-白內障-分別>

白內障



正常影像



模糊

圖片來源：<https://www.ihealth.com.tw/article/白內障/>

白內障



圖片來源：<https://www.ihealth.com.tw/article/白內障/>

白內障



政昇處方

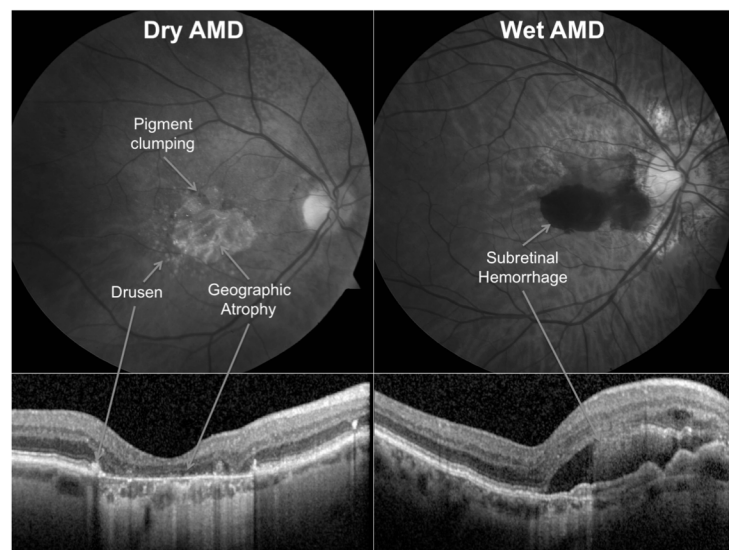
圖片來源：<https://www.ihealth.com.tw/article/白內障/>

青光眼

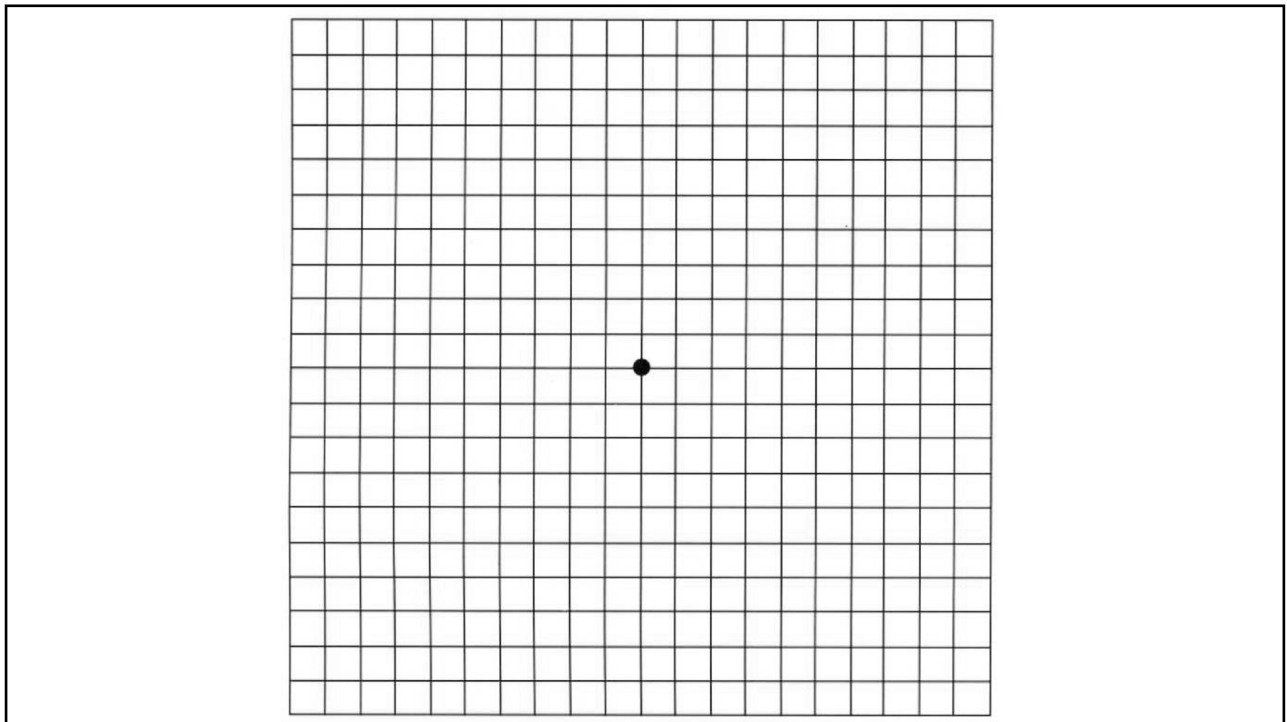


圖片來源：<https://fonghu0217.pixnet.net/blog/post/44844094-青光眼-白內障-分別>

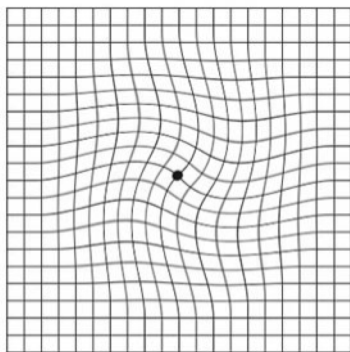
老年性黃斑部病變 (AMD)



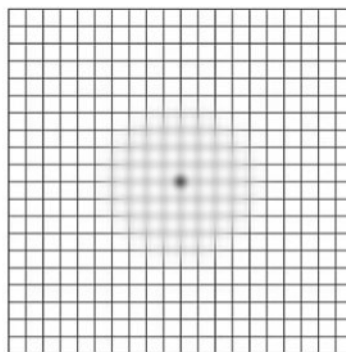
圖片來源：<https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4678477/2019%20Bulletin/AMD.png>



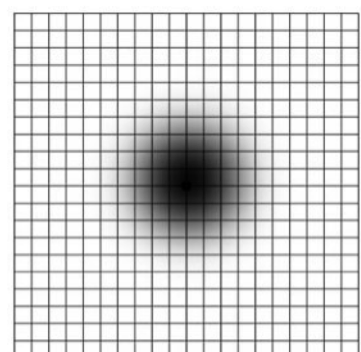
老年性黃斑部病變 (AMD)



扭曲



模糊



黑影盲點

圖片來源：<https://www.ihealth.com.tw/article/認識黃斑部病變/>

常見照明參數

照度	(300 or 350 lux – 500 lux)
演色性	(80-100 Ra)
色溫	(3000 ~ 4200 K)
眩光	(UGR 10 ~ 15)
均齊度	(0.7 以上)

68

單元

01

光與視覺

02

生理機轉

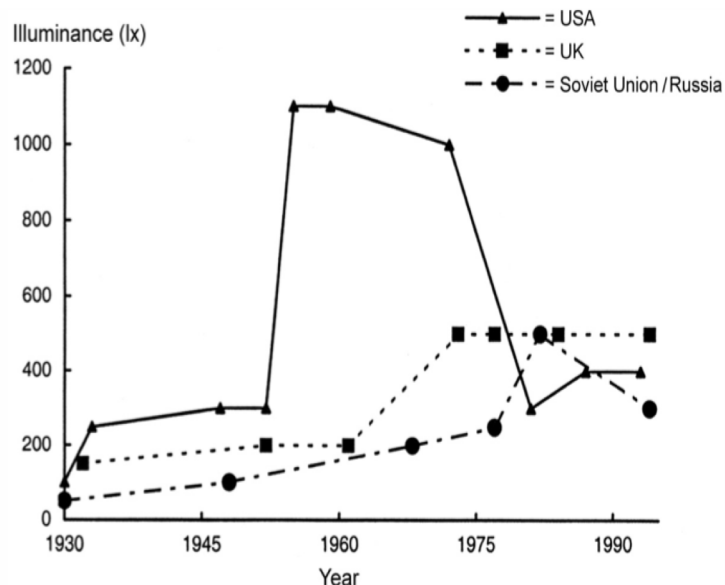
03

健康照明

04

法規

69



Illuminance recommendations fluctuations since 1930

Boyce PR. Human Factors in Lighting, 2nd edn. CRC press: New York, 2003, pp 458-488.

國內法規-

CNS12112

室內工作場所照明法規

目錄

節次	頁次
前言	2
1. 適用範圍	3
2. 引用標準	3
3. 用語及定義	3
4. 照明設計準則	4
4.1 光環境	4
4.2 輝度分佈	4
4.3 照度	5
4.4 眩光	6
4.5 方向性	8
4.6 顏色特性	8
4.7 自然光	9
4.8 維護	9
4.9 節能因素	9
4.10 配有螢幕顯示器(VDT)之工作站照明	10
4.11 閃爍和頻閃效應	10
4.12 緊急照明	10
5. 照明要求一覽表	10
6. 查證程序	22
6.1 照度	22
6.2 統一眩光等級	22
6.3 平均演色指數(R_a)	22
6.4 相關色溫度(T_{cp})	22
6.5 維護	22
6.6 燈具輝度	22
6.7 量測許可差	23

國內法規一

職業暴露非游離輻射引起之 視網膜傷害認定參考指引

職業暴露非游離輻射引起之視網膜傷害認定參考指引 (視網膜光傷害等症)

勞動部職業安全衛生署

中華民國108年4月

【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託鍾國棟醫師主筆修訂】

職業暴露非游離輻射引起之視網膜傷害認定參考指引(視網膜光傷害等症)

頁 1

72

國內法規一

光照性角結膜炎 職業疾病認定參考指引

光照性角結膜炎(photokeratoconjunctivitis) 職業疾病認定 參考指引

計畫主持人鄭天浚醫師 執筆郭浩然醫師 黃奕彰醫師

一、導論

光照性角結膜炎主要導因於角膜及結膜受到紫外線傷害，因為常見於電焊業，所以又稱為電弧眼(arc eye)或是焊工閃(welder's flash)[1]。除了人造的紫外線，日常生活環境中亦有天然的紫外線，如日常活動接受到陽光的照射，以及來自於地面、水面或雪面反射而來的紫外線[2]。一般而言，職業性光照性角結膜炎主要由電焊及紫外燈所發出之B段紫外線(UV-B)引起，另有少數個案是電線短路發出的火花所導致[1,3]。

在原有的職業病種類表中，針對職業原因導致的眼部病變，僅有提及使用、處理各種機械、設備暴露於各種光線下之工作場所而引起之疾病，如白內障、電光性眼炎、皮膚炎、視神經炎、充血、網膜炎等症。另依勞委會頒定之結膜炎及其他眼疾職業病診斷認定參考指引為：

1、主要基準

- (1) 工作環境中明顯有化學物質的散佈，粉塵的產生，紫外線的暴露。
- (2) 臨床症狀及裂隙燈檢查皆符合結膜炎的診斷。
- (3) 於工作場所的暴露和結膜炎的發生有正確的時序性。

73

國內法規一

精密作業勞工視機能保護設施標準

名稱：精密作業勞工視機能保護設施標準

修正日期：民國 103 年 06 月 30 日

第 1 條

本標準依職業安全衛生法第六條及第十九條規定訂定之。

第 2 條

本標準適用於從事精密作業之有關事業。

第 3 條

本標準所稱精密作業，係指雇主使勞工從事下列凝視作業，且每日凝視作業時間合計在二小時以上者。

一、小型收發機用天線及信號耦合器等之線徑在零點一六毫米以下非自動繞線機之線圈繞線。

二、精密零件之切削、加工、量測、組合、檢試。

三、鐘、錶、珠寶之鑲製、組合、修理。

四、製圖、印刷之繪製及文字、圖案之校對。

五、紡織之穿針。

六、織物之瑕疵檢驗、縫製、刺繡。

七、自動或半自動瓶裝藥品、飲料、酒類等之浮游物檢查。

八、以放大鏡、顯微鏡或外加光源從事記憶盤、半導體、積體電路元件、光纖等之檢驗、判片、製造、組合、熔接。

九、電腦或電視影像顯示器之調整或檢視。

十、以放大鏡或顯微鏡從事組織培養、微生物、細胞、礦物等之檢驗或判片。

74

國內法規一

勞工保險職業病種類表

勞工保險職業病種類表

(勞工保險條例第三十四條附表)

名稱	職業病名稱	適用職業範圍
類 項	下列物質之中毒及其續發症。	
	1. 二胺基聯苯及其鹽類。	

6

6

輻射症輻射性皮膚障礙、白血症、白血球減少症、皮膚潰瘍、皮膚癌、骨癌、白內障等症。

使用、處理於放射性同位素、X光線及其他放射性機械之操作之工作場所。

7

各種非游離輻射引起之疾病
(白內障、電光性眼炎、皮膚炎、視神經炎、充血、網膜炎等症。)

使用、處理各種機械、設備暴露於各種光線下之工作場所。

1. 二胺基聯苯及其鹽類

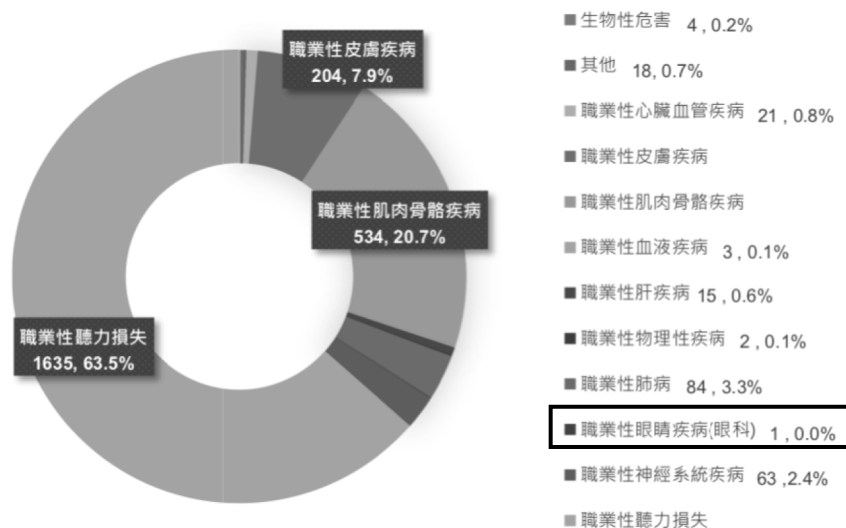
75

國內法規一

增列勞工保險職業病種類項目



國內狀況



105 年職業疾病通報診斷分類

國內法規-CNS 15436

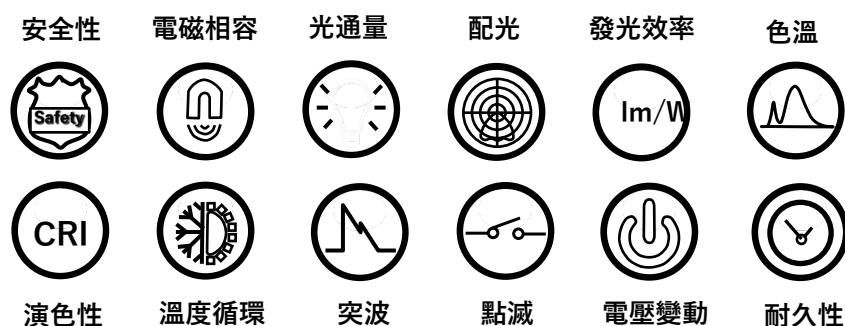
本標準規定額定功率在60 W以下、額定頻率為60 Hz、額定電壓250 V以下、整合穩定操作裝置之**發光二極體燈泡**，在安全性及燈帽之可互換性方面之要求，包含試驗方法及所需之試驗條件。



78
資料參考：經濟部標檢局 邱垂興

國內法規-CNS 15437

本標準適用於室內、供一般照明用途之輕鋼架**天花板(T-bar)**嵌入式發光二極體燈具，包含控制裝置、散熱裝置、光學元件及相關機械結構。

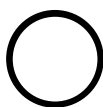


79
資料參考：經濟部標檢局 邱垂興

國內法規-CNS 15438

本標準規定雙燈帽直管型LED光源之安全性要求。本標準適用於**直管型**、作為一般照明使用、兩端各配備1只G5或G13燈帽之LED光源。

標示



光輻射

尺寸



構造

零組件



絕緣

溫升



接觸電流

機械性



耐熱耐燃

異常情況



80

資料參考：經濟部標檢局 邱垂興

國內法規-標檢局



國家標準檢索

<http://www.cnsonline.com.tw/>



正字標記資訊

<http://www.cnsmark.org.tw/>



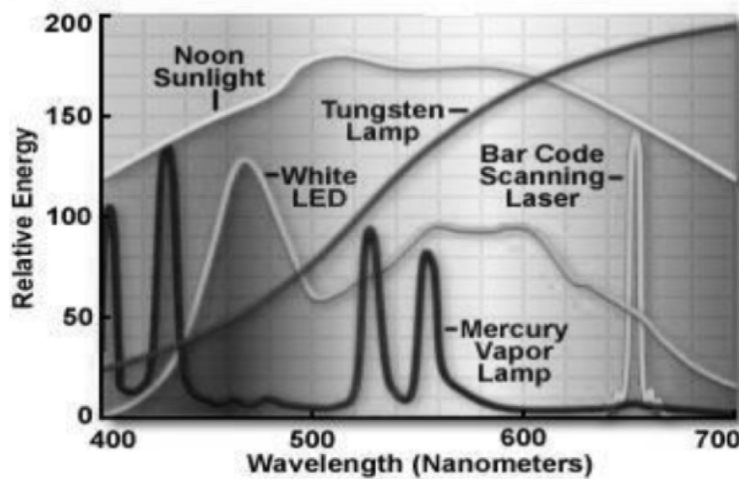
檢測資源查詢

<http://testing.bsmi.gov.tw/>

81

資料參考：經濟部標檢局 邱垂興

國際法規-IEC 62471-4



資料來源：TUV Taiwan

82

安全指標分類

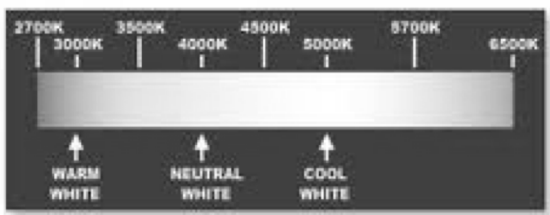
Components : LED chips/ packages		SSL products: LED lamps/luminaire
Low power CIE 127:2007 CIE TC2-46	High power CIE TC2-63 IES NPxx	IES LM-79-08 ANSI C78.377-2008 CIE TC1-69 Color rendering
LED arrays IES LM-80 Lumen maintenance CIE TC2-50 LED clusters & arrays	LED modules	Safety IEC 62471:2006 (CIE S009:2002) CIE TC2-58 Radiance/luminance
LED light engines (ASSIST Recommendations)		Definitions(terminology) IES /ANSI RP-16 IEC TS 62504

資料來源: Hong Kong Standards and Testing Centre

83

美國能源之星標示

基本特性

項 目	規 格 值
相對色溫 (CCT)	SSL色溫分 2700K, 3000K, 3500K, 4000K, 4500K, 5000K, 5700K, 6500K 共八級。
色座標一致性	
色品質維持	
演色性 (CRI)	
待機電力	
保固	
	3年

資料來源: 工研院 84

美國能源之星標示

模組

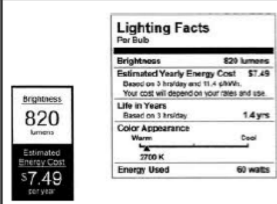
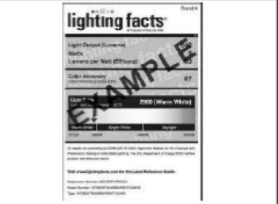
光束維持率 L_{70}	≥ 35000 hrs (商業 / 住宅室外) ; ≥ 25000 hrs (住宅室內)
-------------------	---

電源供應器

功率因數	$PF \geq 0.9$ (商業) ; 0.7 (住宅)
最低操作溫度	-20°C
外殼最高溫測試	依 UL1598 量測 TMP_{PS} 低於工廠標示值
輸出操作頻率	≥ 120 Hz
電磁干擾	FCC 47 part 15/18
噪音	≤ 24 dB (Class A)
暫態保護	IEEE C.62.41-1991 Class A

資料來源: 工研院 85

美國FTC vs. DOE 標示規範

FTC Label	DOE Label
	
Mandatory (July 2011)	Voluntary
Directed to Consumers	Directed to Purchasers, Specifiers, Utilities, Retailers, Lighting Professionals
Applies to Medium Screw Base Bulbs	Applies to all Solid-State Lighting Products
Does Not Require Testing to Verify Performance	Requires Testing to Verify Performance

Source: U.S. DOE lighting facts program 88

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

- 1.Consider hazards relative to light exposure to **eye** and skin over a period **up to 8 hours**.
- 2.Radiation power are measured and compared with specified limits related to **light wavelength** and **exposure time** To determine fall into which “ Risk Group ”

89

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

- Measure at a distance giving 500 lux for general purpose lighting (GLS) products
- Otherwise at 200mm distance

90

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Table 5.4 Summary of the ELs for the surface of the skin or cornea (irradiance based values)

Hazard Name	Relevant equation	Wavelength range nm	Exposure duration sec	Limiting aperture rad (deg)	EL in terms of constant irradiance $W \cdot m^{-2}$
Actinic UV skin & eye	$E_s = \sum E_\lambda \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	200 – 400	< 30000	1,4 (80)	30/t
Eye UV-A	$E_{UVA} = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	315 – 400	≤ 1000 > 1000	1,4 (80)	10000/t 10
Blue-light small source	$E_B = \sum E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300 – 700	≤ 100 > 100	< 0,011	100/t 1,0
Eye IR	$E_{IR} = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	780 – 3000	≤ 1000 > 1000	1,4 (80)	18000/t ^{0,75} 100
Skin thermal	$E_H = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	380 – 3000	< 10	2π sr	20000/t ^{0,75}

91

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Table 5.5 Summary of the ELs for the retina (radiance based values)

Hazard Name	Relevant equation	Wavelength range nm	Exposure duration sec	Field of view radians	EL in terms of constant radiance $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Blue light	$L_B = \sum L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300 – 700	0,25 – 10 10-100 100-10000 ≥ 10000	$0,011 \cdot \sqrt{(t/10)}$ 0,011 $0,0011 \cdot \sqrt{t}$ 0,1	$10^6/t$ $10^6/t$ $10^6/t$ 100
Retinal thermal	$L_R = \sum L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	380 – 1400	< 0,25 0,25 – 10	0,0017 $0,011 \cdot \sqrt{(t/10)}$	$50000/(\alpha \cdot t^{0,26})$ $50000/(\alpha \cdot t^{0,26})$
Retinal thermal (weak visual stimulus)	$L_{IR} = \sum L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	780 – 1400	> 10	0,011	$6000/\alpha$

92

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

radiance is watts per steradian per square meter ($W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$)

Risk	Action spectrum	Symbol	Emission limits			Units
			Exempt	Low risk	Mod risk	
Actinic UV	$S_{UV}(\lambda)$	E_s	0,001	0,003	0,03	$W \cdot m^{-2}$
Near UV		E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
Blue light	$B(\lambda)$	L_B	100	10000	4000000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Blue light, small source	$B(\lambda)$	E_B	1,0*	1,0	400	$W \cdot m^{-2}$
Retinal thermal	$R(\lambda)$	L_R	$28000/\alpha$	$28000/\alpha$	$71000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Retinal thermal, weak visual stimulus**	$R(\lambda)$	L_{IR}	$6000/\alpha$	$6000/\alpha$	$6000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
IR radiation, eye		E_{IR}	100	570	3200	$W \cdot m^{-2}$

93

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Hazard	Wavelength Range (nm)	Quantity	Bioeffect	
			Eye	Skin
Actinic UV skin and eye	200-400 (weighted)	Irradiance	Cornea-photokeratitis Conjunctiva- conjunctivitis Lens-cataractogenesis	Erythema Elastosis 紅斑
UVA eye	315-400	Irradiance	Lens-cataractogenesis	
Retinal Blue-light	300-700 (weighted)	Radiance	Retina- photoretininitis	視網膜炎
Retinal Blue-light- small source	300-700 (weighted)	Irradiance		
Retinal thermal	380-1400 (weighted)	Radiance	Retina- retinal burn	
Retinal thermal- weak visual stimulus	780-1400 (weighted)	Radiance	Retina- retinal burn	
Infrared radiation eye	780-3000	Irradiance	Cornea- corneal burn Lens-cataractogenesis	
Thermal skin	380-3000	Irradiance		Skin burn

94

資料來源：Hong Kong Standards and Testing Centre

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Risk Group:	Hazards
Exempt Group	No Biological hazard
Group 1 (Low risk)	Not pose hazard due to normal behavioral limitation on exposure
Group 2 (moderate risk)	Not pose hazard due to aversion response to very bright light source/ thermal discomfort
Group 3 (high risk)	Pose hazard even for momentary / brief exposure

95

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Hazard	Exempt Risk Group	Risk Group 1	Risk Group 2	Risk Group 3
Ultraviolet hazard 200 nm to 400 nm	Not required	NOTICE UV emitted from this product	CAUTION UV emitted from this product.	WARNING UV emitted from this product.

RISK GROUP 3

WARNING IR emitted from this product. Do not look at operating lamp

CAUTION UV emitted from this product. Eye or skin irritation may result from exposure. Use appropriate shielding.

Cornea/lens infrared hazard 780 nm to 3 000 nm	Not required	NOTICE IR emitted from this product	CAUTION IR emitted from this product.	WARNING IR emitted from this product.
Retinal thermal hazard, weak visual stimulus 780 nm to 1 400 nm	Not required	WARNING IR emitted from this product	WARNING IR emitted from this product.	WARNING IR emitted from this product.

96

IEC 62471

光生物安全指標規範重點摘要

Hazard	Exempt Risk Group	Risk Group 1	Risk Group 2	Risk Group 3
Ultraviolet hazard 200 nm to 400 nm	Not required	Minimise exposure to eyes or skin. Use appropriate shielding.	Eye or skin irritation may result from exposure. Use appropriate shielding.	Avoid eye and skin exposure to unshielded product.
Retinal blue light hazard 300 nm to 400 nm	Not required	Not required	Do not stare at operating lamp. May be harmful to the eyes.	Do not look at operating lamp. Eye injury may result.
Retinal blue light or thermal hazard 400 nm to 780 nm	Not required	Not required	Do not stare at operating lamp. May be harmful to the eyes.	Do not look at operating lamp. Eye injury may result.
Cornea/lens infrared hazard 780 nm to 3 000 nm	Not required	Use appropriate shielding or eye protection.	Avoid eye exposure. Use appropriate shielding or eye protection.	Avoid eye exposure. Use appropriate shielding or eye protection.
Retinal thermal hazard, weak visual stimulus 780 nm to 1400 nm	Not required	Do not stare at operating lamp.	Do not stare at operating lamp.	Do not look at operating lamp.

97

表較 IEC 62471 ANSI /IESNA RP 27

#62471 (歐盟/全球)

1. 標示
2. 使用者資訊
3. 使用者風險規範

RP 27 (美國)

1. 標示
2. 量測方法
3. 暴露及分類標準

98

IEC 62471相同精神 ANSI /IESNA RP 27

The original and the model adopted for defining regulations are essentially the same for :

- associated risks
- exposure limits for the spectral distribution of optical radiation (ultraviolet, blue light, infrared etc.),
- representative radiometric magnitudes (irradiance and radiance)
- methods of measurement.

99

IEC 62471量測範圍 ANSI /IESNA RP 27

protection of thermal lesions on the retina
weighting function $R(\lambda)$ of the Integrated spectral radiance
 $L(\lambda)$ of the light source in the visible and near IR or IR-A
(380–1400 nm)

$R(\lambda)$, fixed by the ANSI/IESNA standard, is relaxed to
wavelengths of **380–495 nm**.

100

IEC 62471標示規定 ANSI /IESNA RP 27

EN 62471 : does not stipulate any regulations regarding
usage restrictions, labeling requirements or warnings addressed
to the user. It only makes reference to the relevant product
standards and a guide to product labeling.

RP-27.03-07 : It makes particular reference to the following:

- Minimum labeling content regarding the precautions that must
be taken for ordinary use
- Product identification (risk classification)
- Technical information supplied with the product

資料來源: Underwriters Laboratories Inc

101

Radiometry (輻射度學 物理量)

Photometry (光度學 生理量)

- Radiometry measures a broader band from UV to visible to IR (safety standard use this one)
- Photometry is limited to only the visible spectrum.

102

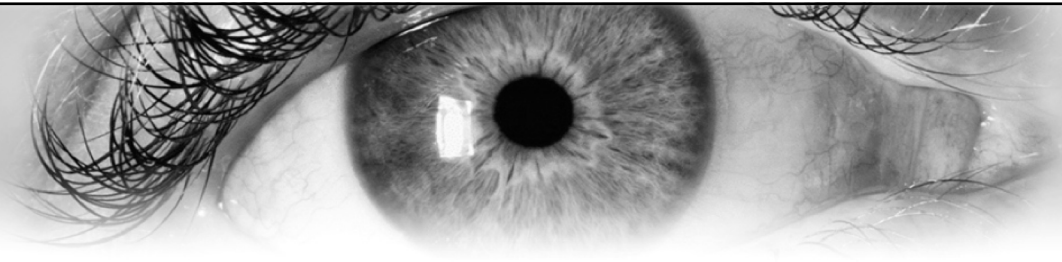
Irradiance (輻照度)

Radiance (輻亮度)

In Radiometry, two density of power measured:
Lamp / LED standards chiefly rely on the irradiance and radiance hazard values for classifying the risk groups.

- Irradiance: power / unit area
- Radiance: power / (unit area)(solid angle)

103



Take home message

104

照明光源選擇 簡要建議

1. 燈具自由選，不必挑太貴。
2. 燈罩儘量選金屬，避免朔膠。
3. 把光打到淺色牆壁上，再折射出來（注意避免陰影或重影）。

105

照明光源選擇 簡要建議

包裝盒上都有標示 (網購也都有標)

以下依重要性排序，而且 a-e 最好每一項都符合這些建議值

(a) 色溫 (CCT)

選 **3000K - 4200K ---> 眼睛健康**

106

照明光源選擇 簡要建議

包裝盒上都有標示 (網購也都有標)

以下依重要性排序，而且 a-e 最好每一項都符合這些建議值

(b) 演色性 (CRI) 85 以上，最好高於 90---> 專注力

107

照明光源選擇 簡要建議

包裝盒上都有標示 (網購也都有標)

以下依重要性排序，而且 **a-e** 最好每一項都符合這些建議值

(c) 出光角度大於 200 度

(較擴散， 長期閱讀)---> 舒適感

108

照明光源選擇 簡要建議

包裝盒上都有標示 (網購也都有標)

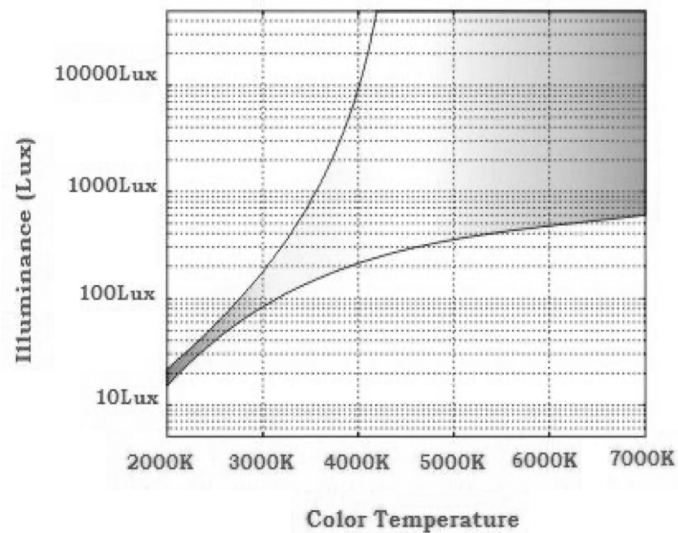
以下依重要性排序，而且 **a-e** 最好每一項都符合這些建議值

(d) 功率

13W-25W 依環境---> 創造力

109

照明光源選擇 Kruithof Curve



110
資料來源：<https://www.irjet.net/archives/V3/i1/IRJET-V3i1105.pdf>

Thank you very much

111