限閱
TRICTED

International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

CIE Research Strategy 2023-2027

Jennifer A. Veitch, Ph.D.
CIE President

Date: 2024-10-10

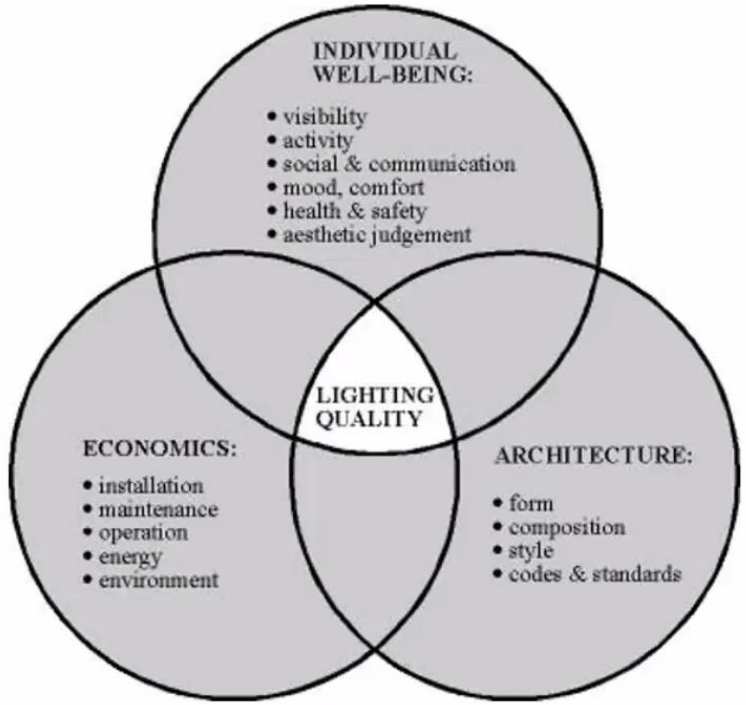
限閱
STRICTED

Our aim: lighting quality

照明品質
以整體照明的特性滿足使用者需求、期望或其他適用要求的卓越度(degree of excellence)。

註：
卓越度並非量化的衡量標準，而是取決於應用領域，涵蓋個別終端使用者的福祉、安全與公共安全、建築設計及光環境等方面。

適時適照



Lighting matters!

Lighting knowledge can support 12 of the 17 UN Sustainable Development Goals (SDGs)

International Day of Light 2024 webinar:

SpotLIGHT on the UN Sustainable Development Goals

Why a Research Strategy?

CIE 出版物 —— 技術說明、技術報告及國際標準 —— 仰賴於科學基礎。

人們可以環顧周圍環境，觀察未來可能出現的趨勢，哪些領域可能需要共識文件..... 但當資訊過少時，無法形成共識。

研究策略 向全球研究社群傳達 CIE 之研究人員的需求 —— 這些工作將為新一代 CIE 技術出版物奠定基礎。

該策略也為 CIE 提供支持研究人員的基礎，當研究人員尋求相關研究的資金時，CIE 可撰寫支持信（CIE 研究支持信），向資助方傳達該主題的重要性。

CIE Research Strategy 2023-2027: Thematic Approach

1. 整體主題

1.1. 計量學、科學與工業的數位轉型
1.2. 邁向包容、公平的照明

2. 特定主題

2.1. 量測與校正的發展
2.2. 以人為本的整合式照明
2.3. 尊重生態的高品質戶外照明
2.4. 農業與水產養殖的光生物學基礎
2.5. 安全且有益的光輻射應用
2.6. 顏色的量測、建模、感知與重現

Digitalization of the CIE

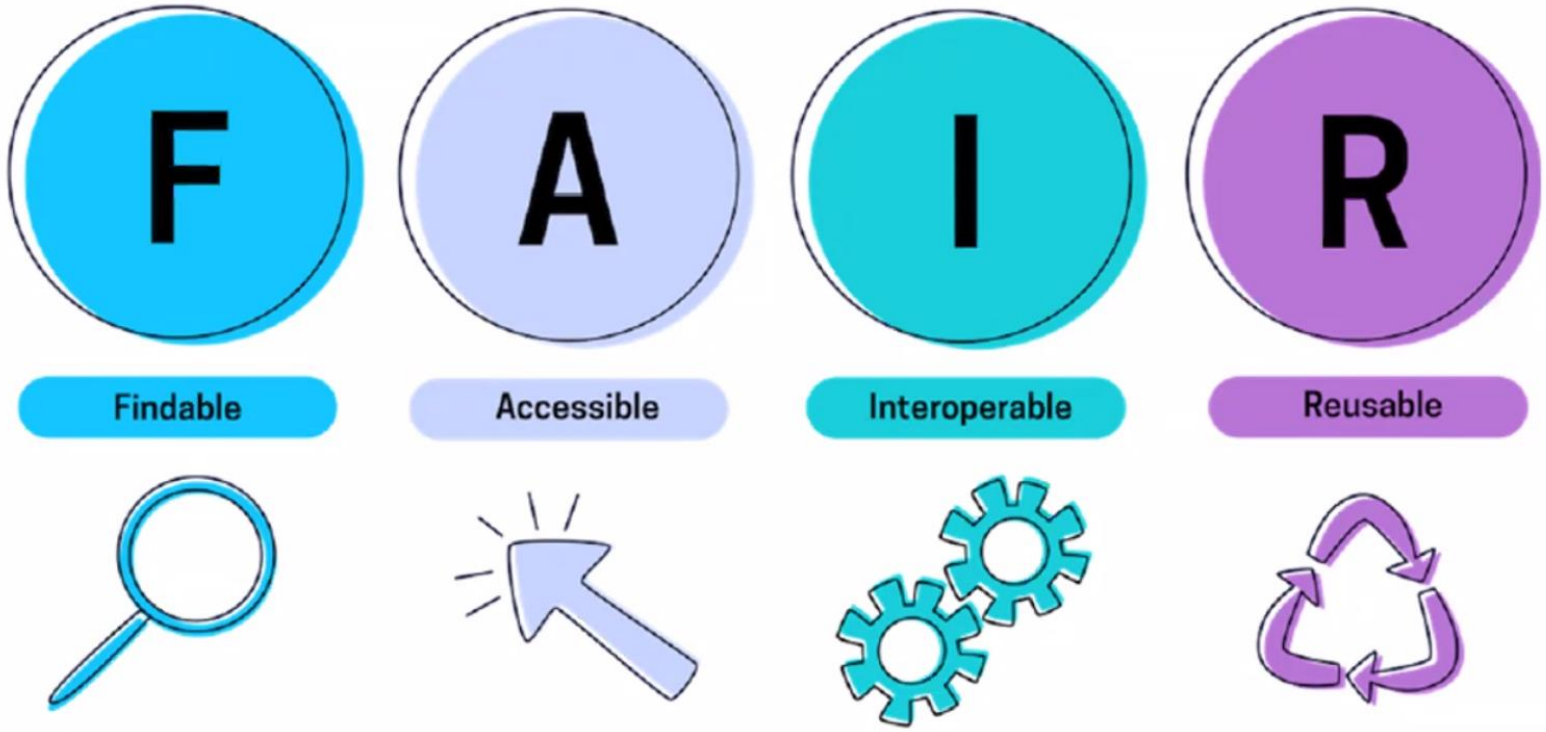
Free datasets now (and ongoing)

Metadata format

Joint Statement of Intent on the digital transformation in the international scientific and quality infrastructure

New research should encompass this approach

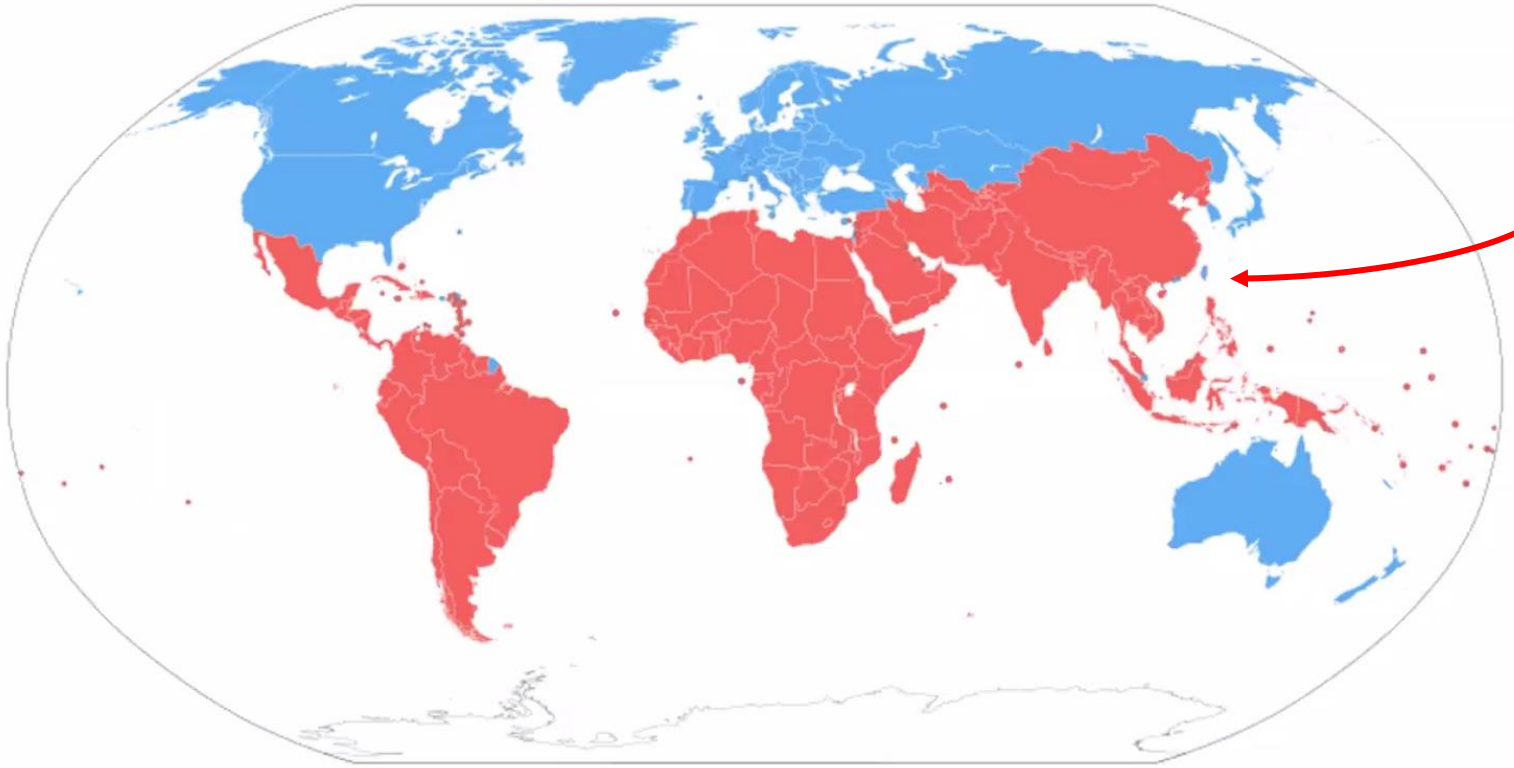
FAIR Principles and Open Science



https://www.go-fair.org/fair-principles

Overarching theme: More inclusivity please!

Geographic inclusivity too, please!



Taiwan

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global_North_and_Global_South.svg

International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

Topical Themes

Topical Theme 1:
Advances in measurement & calibration

目標研究人員：
物理學家（尤其是計量學家）、電子工程師（感測器和設備開發人員）

相關利害關係人：
國家實驗室、測試實驗室、儀器開發人員及不同領域的工業部門

為什麼這很重要？

聯合國永續發展目標 SDGs

3 健康與福祉
8 合適的工作與經濟成長
12 負責任的消費與生產

Topical Theme 1:
Advances in measurement & calibration

連續光譜 LED 光源，涵蓋紫外線（UV）和近紅外線（NIR）範圍，用於光譜輻射計的校正。

新設備的量測程序，包括抬頭顯示器、擴增實境（AR）和虛擬實境（VR）頭戴裝置。

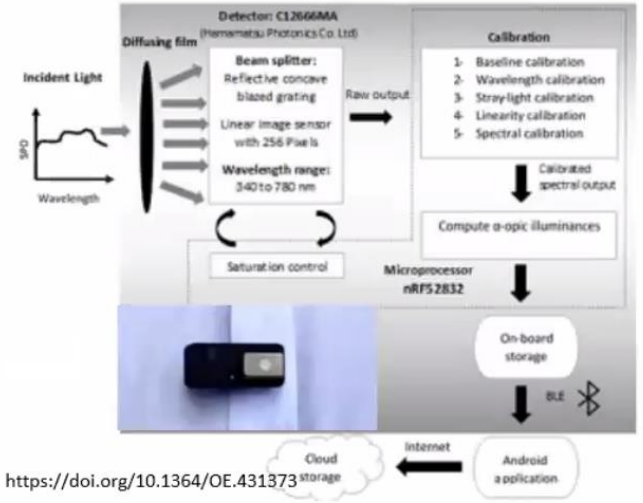
可讓機器讀取的校正報告，可在複雜的控制和建築自動化系統中實施。

RICTED

Topical Theme 1:
Advances in measurement & calibration

Support for researchers in other theme areas, including:

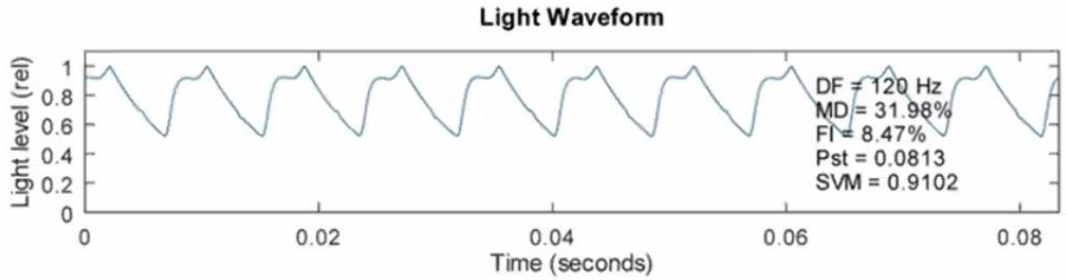
個人化輻射劑量計
用於量測個人的光輻射暴露
從紫外線 (UV) 到紅外線 (IR) 。



https://doi.org/10.1364/OE.431373

Source: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/14771535221147140

精準的設備和參考光源
用於量測光的時間調製
（Temporal Light Modulation）



RICTED

Topical theme 2: Integrative lighting for people

整合式照明：
結合視覺與非視覺效應的照明，提供生理和/或心理上的益處。

光與光輻射對心理和生理的全面影響

- 必要的每日之光-暗模式，包括光的強度、光譜、持續時間及時間調控
- 理解造成視覺不適與視覺障礙的原因，並在每日光照模式中避免這些問題
- 光的美學及其對幸福感的影響

Topical theme 2: Integrative lighting for people

目標研究人員：

心理學家、生理學家、醫療專業人員，以及照明專業人士（如照明設計師、建築師、照明工程師等）、照明與控制產業專業人員、建築科學家。

相關利害關係人：

監管機構、公共衛生專業人員、勞工團體、商業社群、照明產業及個人。

為什麼這很重要？

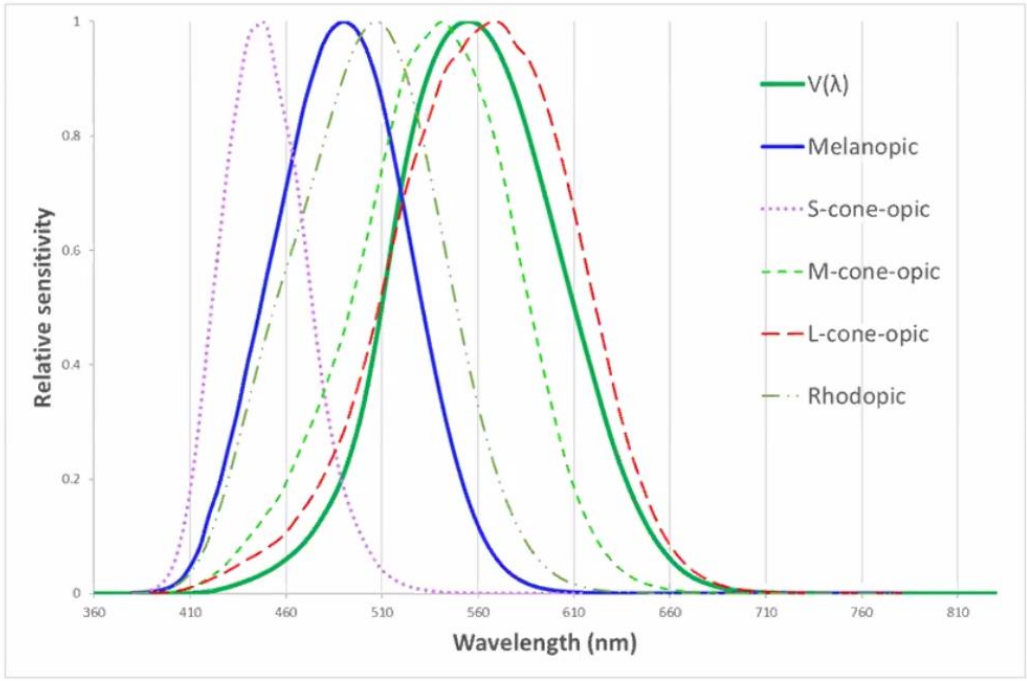
3 健康與福祉；8 合適的工作與經濟成長；
9 產業、創新與基礎設施；10 減少不平等；11 永續城市與社區

Integrative lighting fundamentals

CIE S026：2018 建立了符合國際單位制（SI）的光暴露量測標準，用於評估光對生理和心理的影響，特別是由內在光敏神經節細胞（ipRGCs）調節的影響。

……但我們現在知道，ipRGC 至少有5個亞型（subtypes） —— 每個亞型的功能是什麼？是否存在其他作用光譜？

……此外，ipRGCs 的投射連接到大腦的多個區域，仍有很多未知之處，例如這些連接如何影響生理與行為。

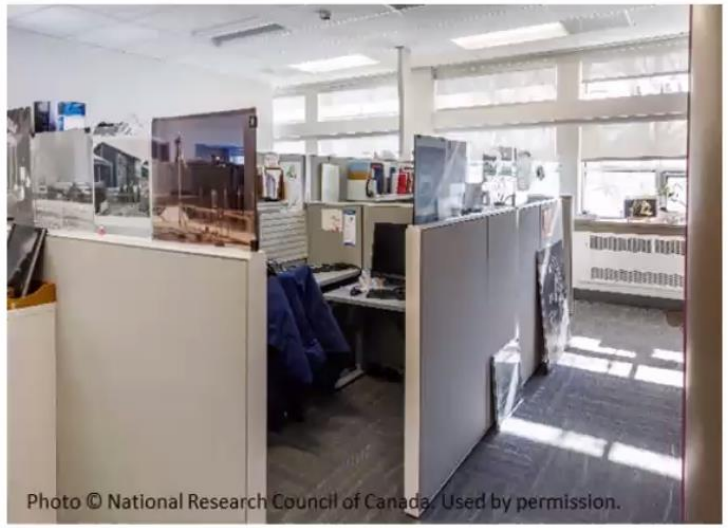


Proper light at the proper time – in a sustainable delivery

CIE 關於整合式照明的聲明指出，2024 年 8 月曼徹斯特第二建議確認了每日光暗節律的建議（Brown 等，2022），並指出了需要更多資訊的領域，包括：

- 更多樣化的人群（如兒童、老年人、健康狀況、生活方式等）
- 如何在不產生眩光且尊重能源使用限制的情況下，提供更高的每日光照暴露量
- 自然採光與建築系統控制的整合，以提供合適的條件

辦公空間的自然採光



傍晚時的工作區域

臥室的夜間光照

Topical Theme 3: Ecologically respectful, high-quality exterior lighting

目標研究人員：

生理學家、生物學家、心理學家、醫療專業人士、天文學家，以及照明專業人員（如照明工程師、景觀照明設計師等）。

相關利害關係人：

地方及國家官員、倡議團體、商業社群、照明產業及個人。

為什麼這很重要？

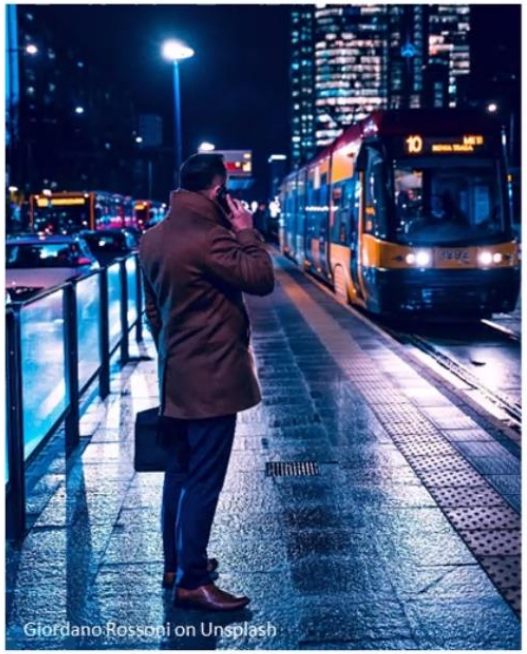
3 健康與福祉；9 產業、創新與基礎設施；10 減少不平等；
11 永續城市與社區；13 氣候行動；14 水下生物；15 陸域生態

限閱
TRICTED

Obtrusive light

人們的安全與保障：

在道路與社區安全、能源消耗及室內光線干擾之間找到平衡
建築物內部也可能成為戶外干擾性光線的來源



城市街道與過度明亮的街燈

光線從建築物出口向外擴散

建築內部光線干擾
雪地社區的戶外環境

Anthropogenic light at night

理解光對生態的影響並預防大多數問題：

新的量測標準和單位 —— 針對昆蟲、鳥類和動物的作用光譜
建立限制標準

從太空拍攝的地球夜間光污染
（來源：NASA）

城市夜景，
建築物外部光線過度明亮

星空下的自然環境，
顯示區域光污染較少的情況

Topical Theme 4: Fundamentals of photobiology for agriculture and aquaculture

目標研究人員：
植物學家、動物學家、農業科學家，以及照明專業人員。

相關利害關係人：
地方和國家官員、商業社群、照明產業。

為什麼這很重要？

2 消除飢餓；10 減少不平等；12 負責任的消費與生產；
13 氣候行動；14 水下生物；15 陸域生態

限閱
TRICTED

Agriculture and aquaculture

作用光譜，需要新的量測數值來量化植物和動物的光暴露。

閱
RICTED

Topical theme 5: Enabling the application of safe & beneficial optical radiation

目標研究人員：

物理學家、心理學家、生理學家、醫療專業人士，以及照明專業人士（如照明設計師、建築師、照明工程師等）和相關產業專業人士。

相關利害關係人：

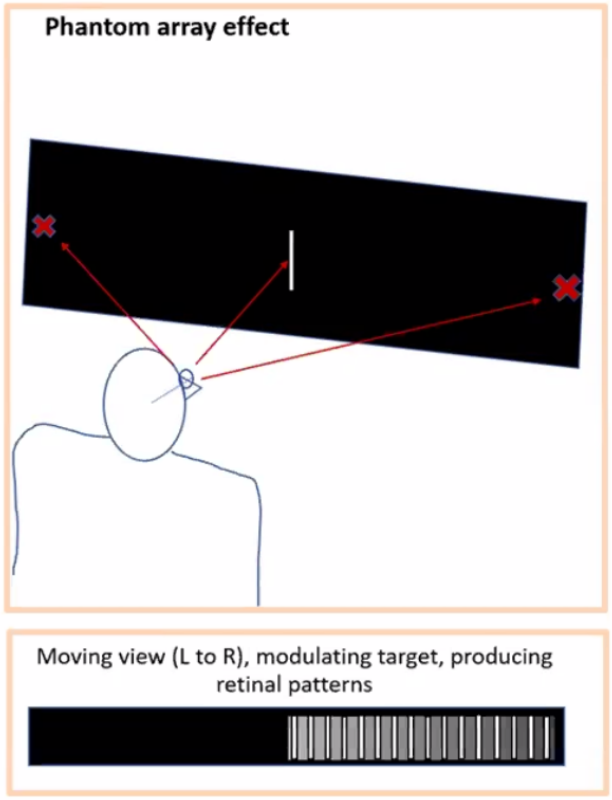
監管機構、公共衛生專業人士、勞工團體、商業社群、照明產業及個人。

為什麼這很重要？

3 健康與福祉；4 優質教育；
6 潔淨水與衛生設施；8 合適的工作與經濟成長

RICTED

Safe optical radiation: Limits to TLM?



「幻影排列效應」，光線變化導致視網膜上產生分離圖像。

時間光調製（Temporal Light Modulation, TLM）會導致大腦活動、感知、眼球運動、認知及福祉的變化。

例如，當眼睛進行大幅度掃視時，會出現幻影排列效應(Phantom array effect)，這是由於視網膜成像在空間上分離所造成的。

- 證據顯示，此效應可發生於 80 Hz 至 11,000 Hz 的頻率範圍內（個體差異較大）。
- 峰值敏感度通常在 600 Hz 左右。
- 有新證據顯示，時間光調製可能導致不良健康影響。

需要新的量測標準，用於預測影響認知及福祉的 TLM 條件，並進一步研究現有的視覺感知影響量值。

建立這些量值的限制標準是必要的。

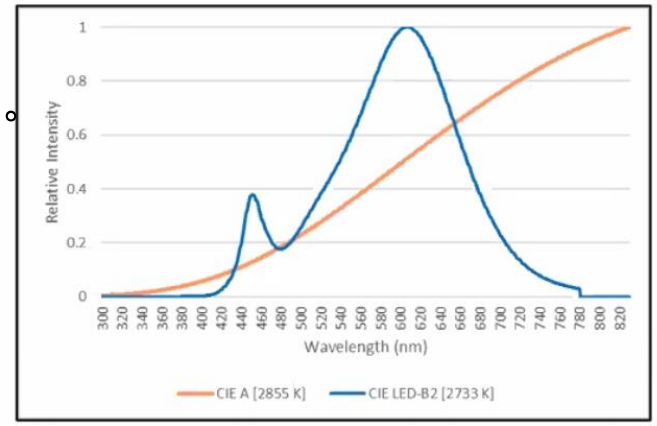
Safe & beneficial: Near-infrared radiation

長波長光的治療用途目前包括：

- 緩解疼痛
- 皮膚癒合
- 創傷後壓力症候群（PTSD）

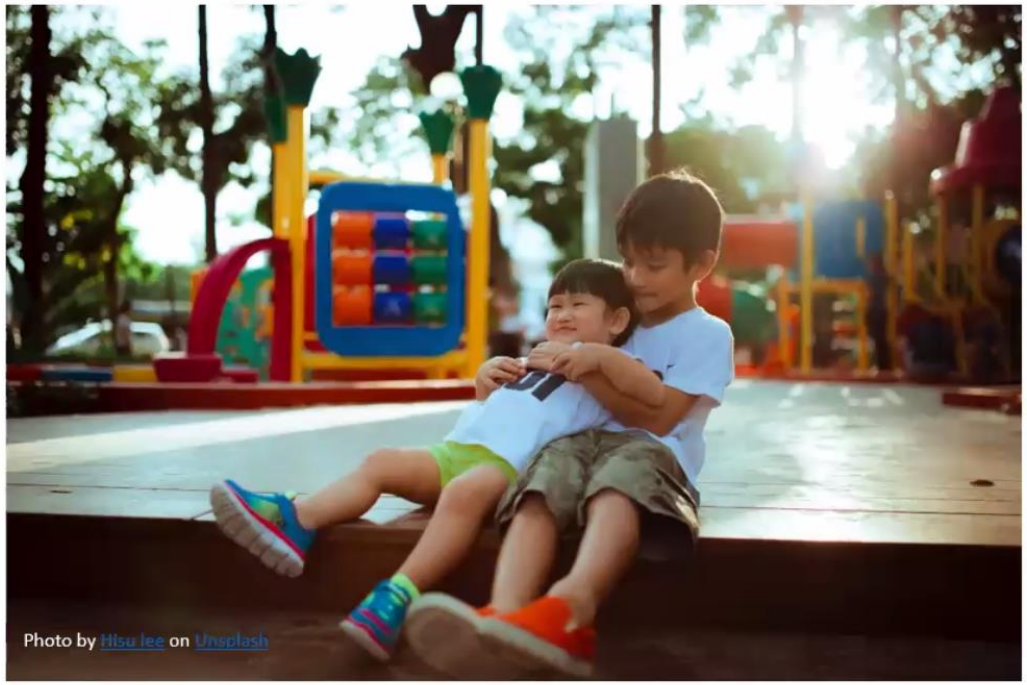
室內 LED 照明系統 大多缺乏近紅外輻射（NIR）。

- 低輻射窗（Low-e）塗層濾掉了 NIR。
- 白熾燈釋放了大量 NIR。



將 NIR 添加到室內照明系統中是否具有價值？

Beneficial lighting: Myopia prevention



- 近視會增加視力喪失的風險，包括視網膜剝離、白內障和青光眼（等其他問題）。
- 研究回顧指出，低光照暴露是導致近視的潛在原因之一。
- 光源光譜 可能會產生影響。
- 光照療法仍在開發中，但有效機制尚不清楚。
- 電燈的潛在影響仍不明確。
- 增加日光照射 是另一個潛在的解決方案。

限閱
RICTED

Beneficial and safe: Health protection

紫外輻射（UVR）用於消毒和衛生

- 設備規格特性 —— 量化標準
- 在有人居住的室內安全使用的依據

UVR 劑量的健康益處？

- 有證據顯示，低劑量 UV-A 暴露 對心理健康和血壓有益
- 有證據顯示，定期低劑量 UV-B 暴露 促進維生素 D 的合成
- 審慎考慮風險與益處之間的平衡

限閱
RICTED

Topical Theme 6: Measuring, modelling, perceiving and reproducing colour

目標研究人員：

心理學家、物理學家、技術開發人員，以及照明專業人士（如照明設計師、建築師、照明工程師等）。

相關利害關係人：

監管機構、製造商、照明和顯示產業及個人。

為什麼這很重要？

3 健康與福祉；8 合適的工作與經濟成長；
9 產業、創新與基礎設施；10 減少不平等；12 負責任的消費與生產

閱
RICTED

Colour science

基於視錐細胞基礎的光度量測？

請參見 CIE 254:2024 roadmap——
將 CIE 色度學建立在視錐細胞基礎之上。

研究論壇 CIE RF-05：
實施 CIE 2006 視錐細胞基礎於光度與色度量測（ Chair：Tony Bergen [AU] ）。

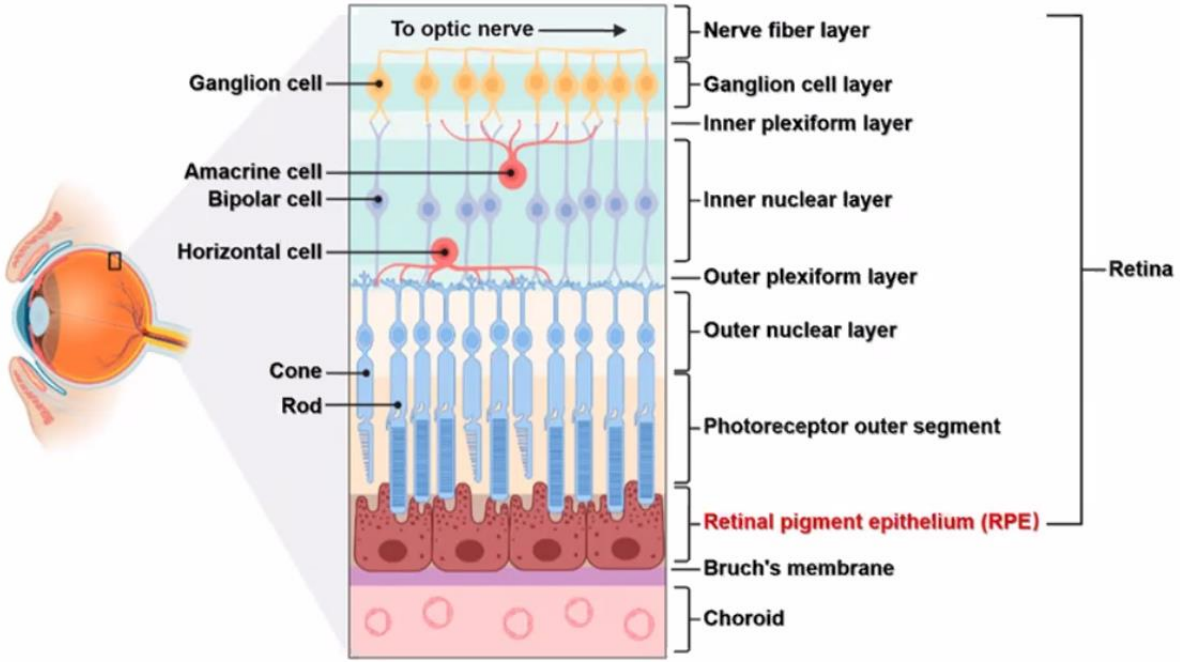
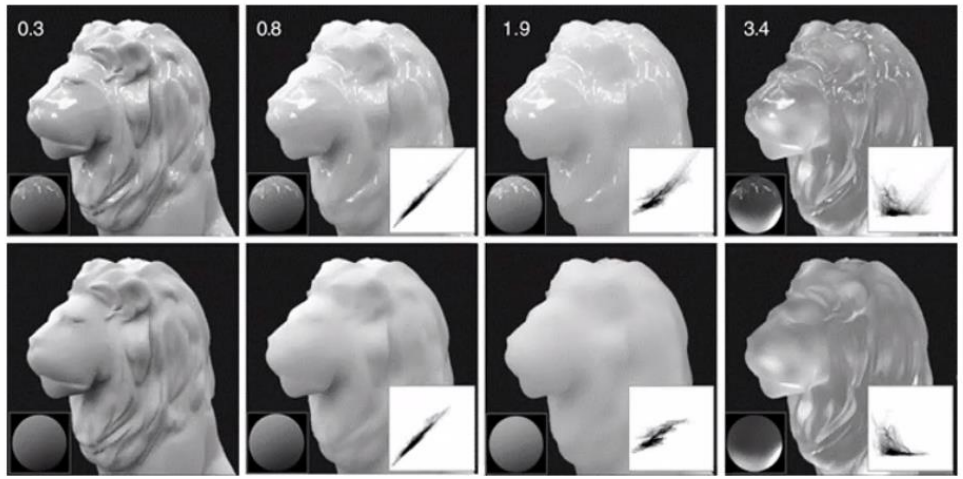


Fig. 1 from Yang, S., Zhou, J., & Li, D. (2021). Functions and diseases of the retinal pigment epithelium. *Frontiers in Pharmacology, 12*, 727870. https://doi.org/10.3389/fphar.2021.727870.

眼部生理學的進展及其對色覺的潛在影響：

- 內在光敏神經節細胞（ipRGCs） 如何，與視覺感知互動？
- 個體間的差異及觀察者的異譜色匹配

Material characterization



Source: Figure 3 in Motoyoshi, I. (2010). Highlight–shading relationship as a cue for the perception of translucent and transparent materials. *Journal of Vision, 10*(9):6. https://doi.org/10.1167/10.9.6

視覺外觀參數的量測方法

- 光澤度、半透明性、紋理、閃亮度、白度
- 需要更寬的入射/反射角度範圍
- 請參見 CIE 175:2006

3D 列印需要適用於非均勻 3D 物件的量測系統

- 3D 形狀、局部紋理 及影響視覺外觀的特性
- 量測儀器、量測標準及校正用的標準物件

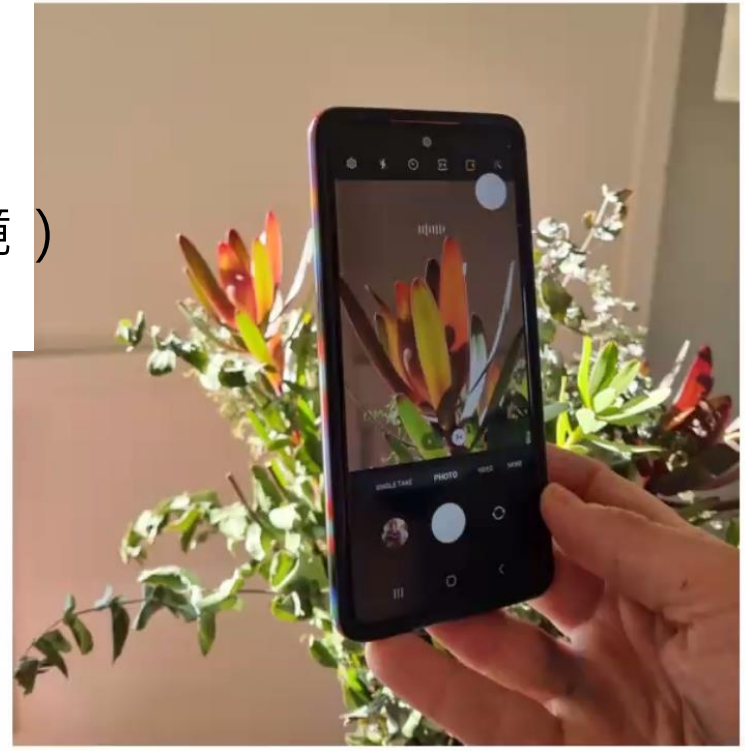
限閱
ESTRICTED

Image technologies

顏色的轉譯：從物體 → 成像設備 → 顯示器

場景和影像的真實色域

視覺外貌資訊：應用於 AR（擴增實境）、VR（虛擬實境）及 XR（延展實境）設備



How to fulfil the CIE Research Strategy

Visit https://cie.co.at/research-strategy to read the details!

Funding bodies:

Develop funding calls to target these themes

Break down barriers to multi-disciplinary work

Researchers:

Pick a topic!

Find collaborators and allies to work with

Request a Research Support letter to include with your funding submission

Our vision for the future