

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：光影狂想曲

一、摘要

我們將驗證光是否具有漫反射。自行利用 arduino 製作光感應器進行光照度量測。漫反射意味著照度將成亂數分佈，因此實驗數據將利用了卡方檢定以及費雪檢定進行亂數分佈的分析。實驗地點是常見的家中客廳，由於量測數據過於接近，卡方檢定無法判斷，因此採用費雪檢定分析。我們利用 Matlab 繪製光照度的等高線圖與熱度圖，並進行假設檢定計算。檢定結果顯示光照度確實以亂數分佈。

漫反射的應用有助於提升燈光效能，如具漫反射的燈條，拓展了光照範圍；裝設間接光的建築若天花板材質或塗料也具備提升漫反射的材質，也將提升間接光的功效。這都是有助於提升 SDGs 的應用。

二、探究題目與動機

有一次跟家人一起去看電影，原本坐在位置上正要好好欣賞電影的我突然被身旁的陌生人輕拍了一下，原來是自己坐錯了位置，臉色緋紅的我迅速換到正確的座位上，尷尬之餘的我發現了一個現象：無論我坐在哪都能清楚看到螢幕。光不是直線前進的嗎？為什麼投影機打在螢幕上的光反射後可以同時被全場觀眾接收？得知是光的漫反射現象後便想嘗試驗證真實性，確認光的漫反射性質。

三、探究目的與假設

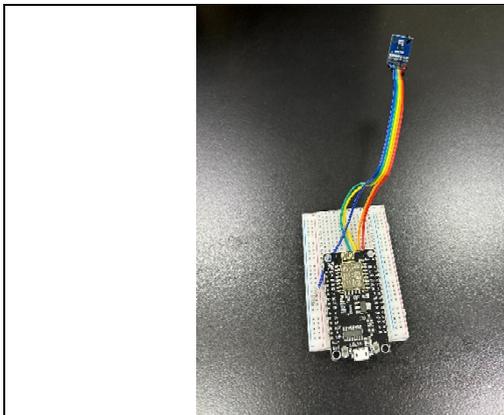
目的：驗證光的漫反射是真實存在的。

假設一：光源發出的光線在接觸到表面後會發生漫反射。

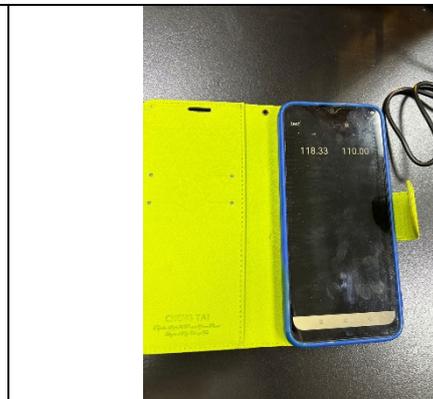
假設二：相同的光源與環境下，子區塊的光照度分佈會有差異。

四、探究方法與驗證步驟

A. 實驗器材：筆記型電腦，arduino 板子，光感應器（光感應晶片製作），充當伺服器與儀表板的手機。



自行組裝的光感應器



充當伺服器與儀表板的手機

B. 實驗地點：具備一般燈光的客廳。

C. 驗證步驟：

- (一) 應用光感應晶片與 arduino 製作光感應器。
- (二) 選定量測照度的場址。
- (三) 規劃量測範圍與量測方法
- (四) 在一定範圍內(300cm*400cm)隨意挑選四不重複面積進行照度量測
- (五) 整理數據
- (六) 進行統計假設檢測 (費雪檢定)
- (七) 整理結果與結論探討

D. 應用原理與方法

1. 照度與亮度關係

亮度則是光源發射的光通量，通常以尼特 (nit) 為單位，反映光源的發光強度。照度指光線在特定區域的光通量，以勒克斯 (Lux) 為單位，是評估光照強度的指標。兩者的關係在於光線通過或照射到表面時，其照度影響了表面的亮度。兩者之間的關聯式如下：

$$L = \frac{I}{A_1}$$

$$\Phi = I \times \Omega$$

$$E = \frac{\Phi}{A_2}$$

L：亮度

I：發光強度

A_1 ：發光源表面積

Φ ：光通量

Ω ：立體角

E：照度

A_2 ：光通量影響的表面積

2. 費雪檢定公式：

(1) 資料形式：

	樣品 1	樣品 2	總和
變數 1	A	B	A+B
變數 2	C	D	C+D
總和	A+C	B+D	N

(2) 假設檢定:

H0：兩族群分佈相同

H1：兩族群分佈不同

(3) 費氏精確機率公式

$$P = \frac{\binom{A+C}{A} \binom{B+D}{B}}{\binom{N}{A+B}} = \frac{(A+B)! (C+D)! (A+C)! (B+D)!}{N! A! B! C! D!}$$

E. 實驗結果

1. 於範圍內量測 4 面積，其格點為 10*10，格點間隔 5 公分，其數據分別命名為 light01-light04。資料如下：(單位為 Lux)

Light01

27.5	23.33	20	20	27.5	28.33	29.17	30	31.67	31.67
24.17	25.83	24.17	25.83	27.5	27.5	28.33	30	30	30.83
24.17	25	25.83	25.83	26.67	28.33	28.33	28.33	29.17	28.33
29.17	28.33	28.33	27.5	27.5	27.5	26.67	27.75	28.33	27.75
25	25.83	25.83	26.67	25.83	26.67	27.5	27.5	28.33	29.17
23.33	25	28.33	28.33	28.33	29.17	29.17	29.17	29.17	29.17
27.5	28.33	29.17	28.33	28.33	28.33	27.5	28.33	27.5	27.5
22.5	24.17	25	24.17	25	25	25.83	26.67	27.5	29.17
22.5	23.33	24.17	24.17	24.17	23.33	25	24.17	25.83	25
25.83	25.83	25	25	25.83	25.83	30	30	30.83	29.17

Light02

24.17	25.83	25	24.17	25	24.17	24.17	24.17	23.33	23.33
25.83	25	24.17	24.17	24.17	23.33	23.33	23.33	22.5	22.5
25.83	25	25	24.17	25	24.17	23.33	23.33	21.67	22.5
24.17	24.17	23.33	23.33	23.33	22.5	21.67	22.5	22.5	21.67
24.17	23.33	23.33	22.5	22.5	21.67	21.67	21.67	20.83	20.83
25	24.17	23.33	23.33	22.5	22.5	21.67	22.5	20.83	20.83

24.17	24.17	24.17	22.5	22.5	21.67	20.83	20	20.83	20
22.5	23.33	23.33	22.5	21.67	21.67	20.83	20	20	19.17
21.67	21.67	20.83	20.83	20	20	19.17	19.17	18.33	18.33
22.5	21.67	21.67	21.67	20	19.17	19.17	18.33	18.33	18.33

Light03

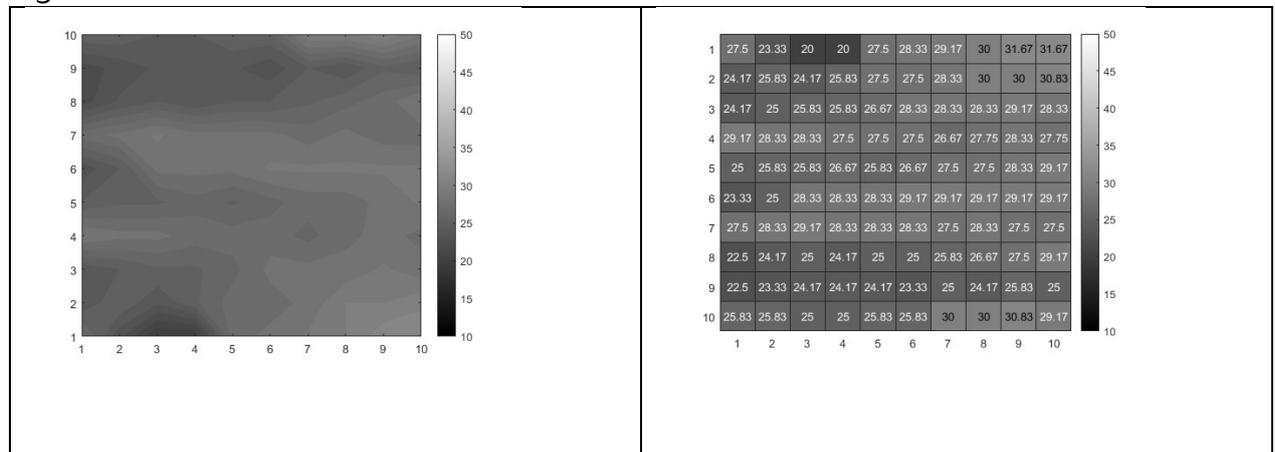
20.83	20	20	18.33	18.33	18.33	18.33	17.5	18.33	19.17
18.33	19.7	19.17	19.17	19.17	17.5	17.5	18.33	17.5	18.33
16.67	17.5	16.67	16.67	16.67	17.5	16.67	16.67	17.5	17.5
26.67	25	22.5	20	17.5	16.67	16.67	21.67	20	22.5
17.5	18.33	17.5	16.67	16.67	16.67	20	19.17	19.17	19.17
18.33	17.5	16.67	15.83	15.83	15	15	15	15.83	16.67
16.67	18.33	18.33	18.33	17.5	18.33	17.5	16.67	17.5	16.67
20	20	18.33	19.17	17.5	16.67	16.67	16.67	17.5	17.5
21.07	20.83	22.5	20.83	21.67	20.83	20	20	20	21.67
31.07	32.5	31.67	33.33	30.83	30	24.17	28.83	26.67	25.83

Light04

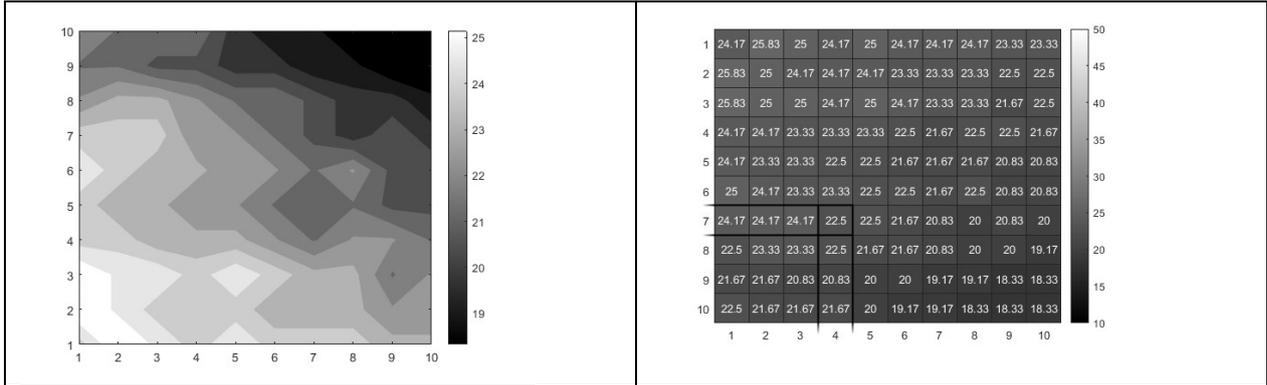
30	28.33	27.5	26.67	25.83	26.67	25	24.17	22.5	22.5
28.33	27.5	27.5	27.5	26.07	27.5	26.673	25	25	23.33
35.83	32.5	32.5	31.67	31.67	30	30	30	30	27.5
28.33	27.5	30	29.17	27.5	26.67	25.83	24.17	24.17	20.83
42.5	40	39.17	37.5	35.83	34.17	32.5	30	27.5	26.67
30.83	30	28.33	27.5	25.83	25	22.5	21.67	20	25
28.33	26.67	28.33	25.83	25.83	26.67	25	27.5	26.67	28.33
28.33	28.33	27.5	26.67	25	25	22.5	20.83	24.17	27.5
44.17	43.23	44.17	44.17	45	44.17	44.17	41.67	36.67	29.17
45	44.17	40.83	41.67	38.33	41.67	38.33	35	39.17	35

2. 四組數據以等高線圖與熱度圖表示

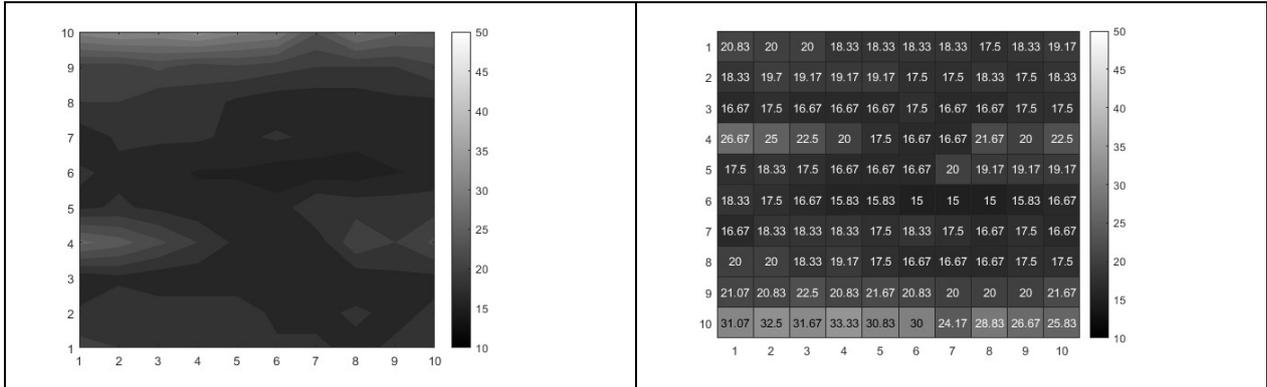
Light01



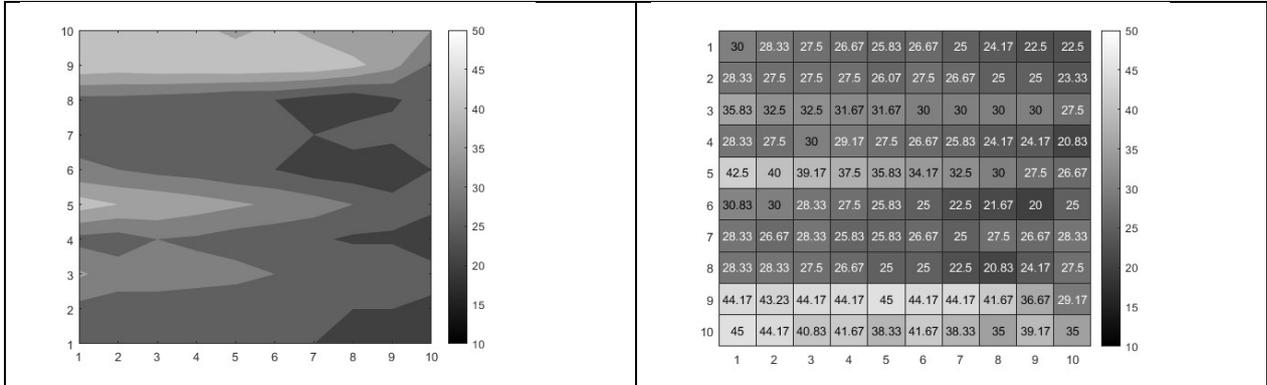
Light02



Light03



Light04



F. 數據分析

費雪檢定結果如果 $P < 0.05$ ，則不符合亂數分布。結果四組皆大於 0.05，四組數據如下：

項目	檢定 P 值
Light01	0.69965
Light02	0.5254
Light03	0.58821
Light04	0.58604

G. 研究結果：

1. 同一區域的光照度的變化不大，4 組數據的差距有限。整體而言，最高為 45，最低為 15，四個區域儘管相近，仍看得出差異。
2. 這些差異不影響費雪檢定，仍被判斷為亂數分佈，可確認光照度為亂數分佈，即光的漫反射現象是確實存在的。
3. 觀察圖像可發現各區塊的整體光照度即便不同，但仍是亂數分佈，並非什麼空氣擾動或陰影遮擋造成的。

五、結論與生活應用

結論：

1. 光具有漫反射現象
2. 固定光源照射下，照度會因為漫反射呈現亂數變化

生活應用：

1. 光漫射可應用在各種燈具，例如具光漫反射的燈條便是在燈罩上面做材質與造型的改良，同樣的光源亮度可透過漫反射現象照映到更廣的區域，具備節能環保的功效。
2. 許多現代建築裝設間接光，光打在天花板再反射至室內。如果天花板的材質具備高漫反射的特質，將能有效提升室內照明效果，光照更舒適也更節能。
3. 夜燈通常採用漫反射材料製成燈罩透過漫反射將光線均勻的散射出去，營造出柔和、舒適的光照環境。
4. 光漫反射現象充分應用的話可以達到 SDGs 期望的節能環保功效，值得多做應用。

參考資料

1. 自然光照系統應用於地下空間之節能照明初探 (2016/10 蘇威奇；黃忠偉；曾國雄)
2. 自然光環境下「格柵遮陽板」之採光效能研究 郭志雄(Chih-Hsiung Kuo) 淡江大學建築學系碩士班學位論文 (2007) 碩士
3. 光對玫瑰發育之影響 陳彥睿《臺中區農業改良場特刊》 73 號 (2005 / 03)