

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

080505

光隨意轉-太陽能自動遮陽簾

學校名稱：康橋學校財團法人新北市康橋高級中學

作者： 小五 林子舜	指導老師： 林素芬 林秀珍
---------------	---------------------

關鍵詞：環境照度、熱脹冷縮、偏光片

摘要

在陽光照射下，若窗簾關閉會導致房間太暗；打開則使房間太熱。因此我想設計隨著陽光強弱改變角度的遮陽簾。看 3D 電影時，我發現兩片偏光片重疊可改變透光度，若配合黑色吸熱和空氣受熱膨脹原理，就能做出自動調整透光度的遮陽簾。

用燈泡代替陽光進行實驗，可得到【黑色金屬罐溫度上升與照度成正比】、【空氣膨脹量與照度成正比】、【偏光片透光度與夾角成反比】等結論。利用這些結論設計不需外部能源的裝置，此裝置能依據光照的強弱，自動改變透光度，達到無論室外、室內光線如何，照度都維持在舒適的情況。

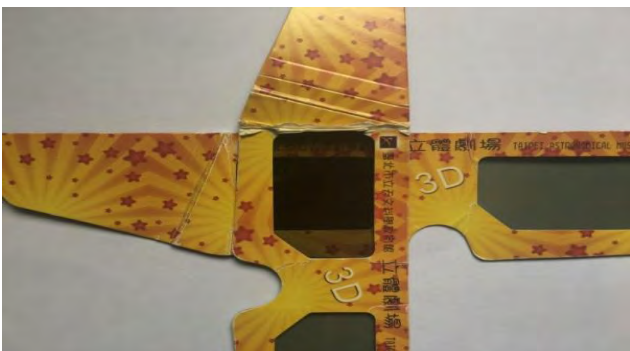
由於此裝置不需耗費任何外部能源，可被安裝在房屋或汽車的屋頂或窗戶上，隨時保持室內或車內有舒適的照度，進一步達到節省能源的目的。

壹、研究動機

因為我發現太陽光太強的時候，室內會變得太亮而且太熱，打開冷氣又會浪費能源，所以希望把窗簾關起來；太陽光太弱的時候，室內會變得太陰暗，打開燈又會浪費能源，所以希望把窗簾打開。因此，我想提出一個辦法能自動讓陽光照射室內不會太亮、也不會太暗。

在電影院觀賞 3D 電影以後，我發現把兩個 3D 眼鏡重疊起來、相互旋轉之後，透光度會明顯改變，剛好可以做為調整太陽光強度的窗簾，只要找到方法可以依據太陽光的強弱旋轉兩個偏光片的相對角度（圖 1-1、圖 1-2）就可以了。

後來在自然課程裡學習到，黑色物體可以在被光線照射時變熱的黑色吸熱原理，在與空氣受熱膨脹的原理配合起來之後，剛好可以在太陽光變強時，提供偏光片旋轉的動力，這樣就能與偏光片搭配起來成為自動調整透光度的窗簾。



(圖 1-1) 垂直的兩片 3D 眼鏡



(圖 1-2) 平行的兩片 3D 眼鏡

貳、研究目的

- 一、偏光片對陽光照度的影響。
- 二、燈泡功率對燈泡照度的影響。
- 三、燈泡功率對黑色金屬罐溫度的影響。
- 四、燈泡功率對氣球膨脹量的影響。
- 五、偏光片對燈泡照度的影響。
- 六、自動遮陽簾測試。

參、研究設備

一、光照度量測設備

採用 Minolta CL200 光照度計（圖 3-1）作為照度量測的設備。



（圖 3-1）

二、光產生與照度調整設備

採用燈泡（圖 3-2）作為光源設備，採用可變電阻（圖 3-3）作為光照度調整設備，採用溫度計（圖 3-4）作為溫度量測設備。



（圖 3-2）



（圖 3-3）



（圖 3-4）

三、黑色吸熱設備

採用飲料金屬罐（圖 3-5）加上黑色噴漆製成黑色金屬罐（圖 3-6）做為黑色吸熱設備。



（圖 3-5）



（圖 3-6）

四、空氣膨脹量測設備

採用針筒與氣球連接黑色金屬罐（圖 3-7）來做為量測空氣膨脹量的設備。



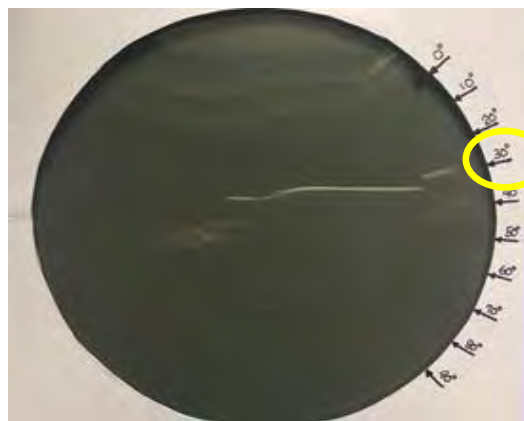
（圖 3-7）

五、偏光片旋轉設備

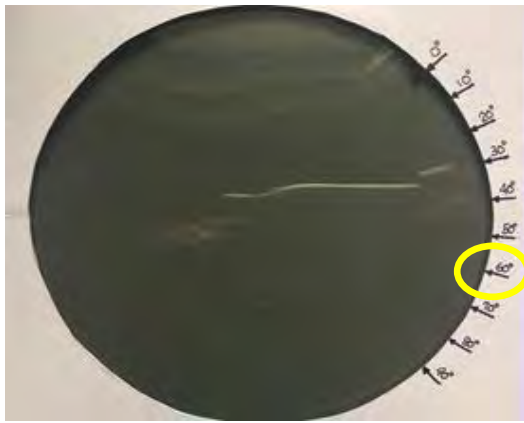
將兩片偏光片用紙板夾住，並在紙板上標示相對旋轉角度（圖 3-8、圖 3-9、圖 3-10、圖 3-11），做為量測偏光片旋轉設備。



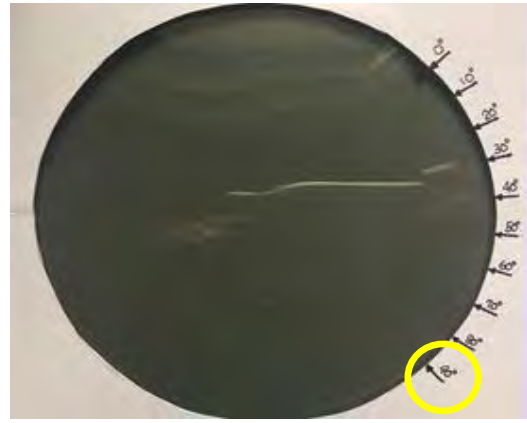
（圖 3-8）夾角為 0 度



（圖 3-9）夾角為 30 度



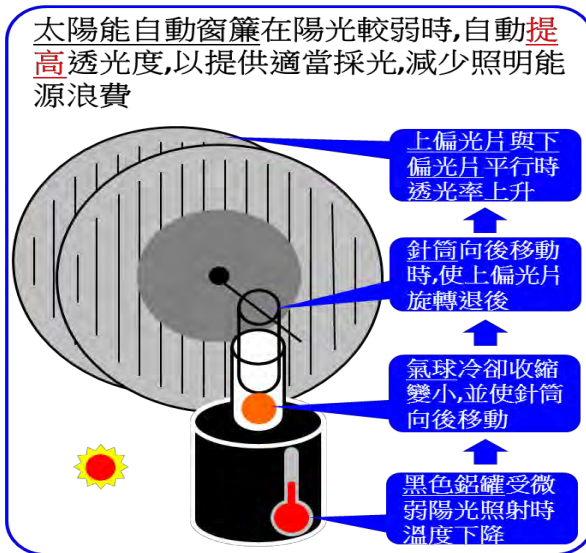
(圖 3-10) 夾角為 60 度



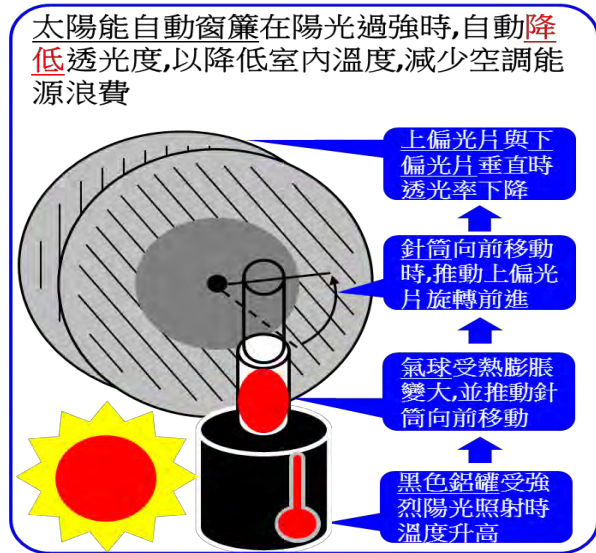
(圖 3-11) 夾角為 90 度

六、自製自動遮陽簾

將連接針筒與氣球的黑色金屬罐，安裝塑膠拉桿在針筒上，讓氣球膨脹時，會透過塑膠拉桿推動偏光片旋轉（圖 3-12、3-13），最後組裝出自動遮陽簾設備（圖 3-14）。



(圖 3-12) 光照度較低時



(圖 3-13) 光照度較高時



(圖 3-14) 自動遮陽簾

肆、研究過程

實驗一：偏光片對陽光照度的影響

將照度計放在兩片偏光片下方（圖 4-1-A），然後將兩者一起放置在室外太陽光下方。旋轉兩個偏光片的相對夾角，從 0 度到 90 度，每隔 10 度量測一次照度數值，紀錄數值於表格中（圖 4-1-B）。另外，從早上 09:00 到 11:30，每隔半小時量測一次這些數值，紀錄數值。



（圖 4-1-A）



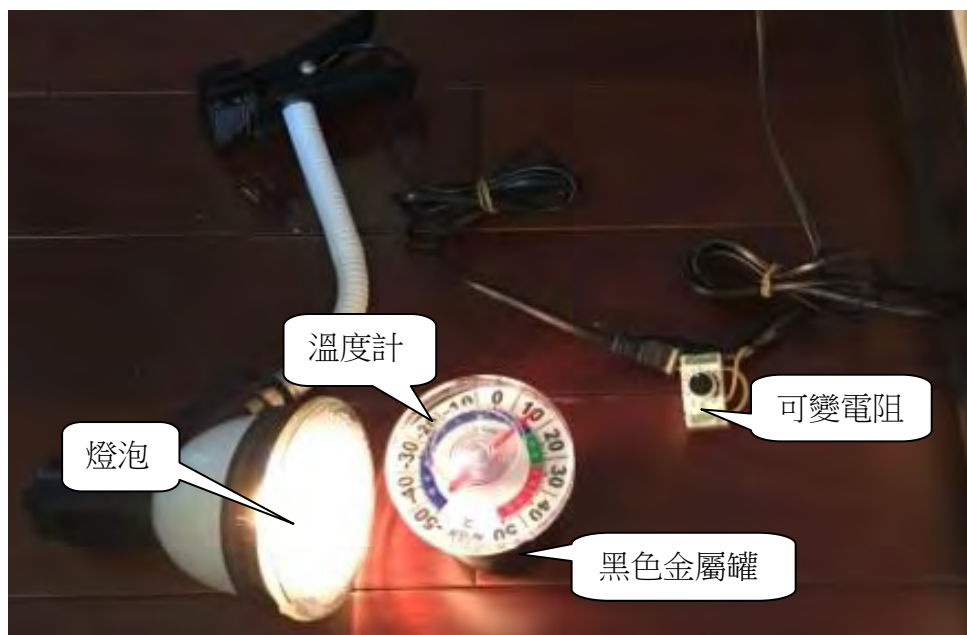
（圖 4-1-B）

實驗二：燈泡功率對燈泡照度的影響。

將照度計放在兩個偏光片下方，然後將兩者一起放置在燈泡下方。將偏光片夾角設定為 0 度，調整可變電阻，使燈泡功率改變，從 15W 到 120W，每隔 15W 量測一次照度數值，紀錄數值。

實驗三：燈泡功率對黑色金屬罐溫度的影響。

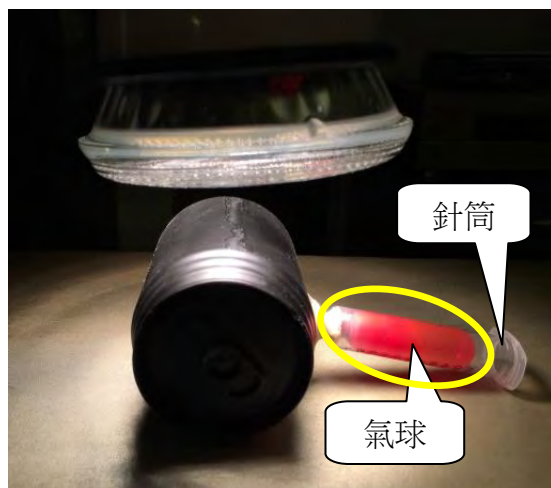
將燈泡放在黑色金屬罐旁邊，將溫度計放在黑色金屬罐上方，調整可變電阻（圖 4-3-A），使燈泡功率改變，從 15W 到 120W，每隔 15W 量測一次溫度計數值，紀錄數值於表格中。



（圖 4-3-A）

實驗四：燈泡功率對氣球膨脹量的影響。

將 250 c.c. (圖 4-4-A) 與 135 c.c. (圖 4-4-B) 兩個黑色金屬罐各別放置於燈泡旁，觀察氣球在針筒裡的體積大小變化。調整可變電阻，使燈泡功率改變，從 15W 到 120W，每隔 15W 量測一次氣球的體積數值，紀錄數值於表格中。



(圖 4-4-A)



(圖 4-4-B)

實驗五：偏光片對燈泡照度的影響。

將照度計放在兩個偏光片下方，然後將兩者一起放置在燈泡下方。旋轉兩個偏光片的相對夾角，從 0 度到 90 度，每隔 10 度量測一次照度與透光度數值，並紀錄數值。

另外，調整可變電阻，使燈泡功率改變，從 15W 到 120W，每隔 15W 量測一次照度與透光度數值，並紀錄數值。

實驗六：自動遮陽簾測試

使用木板製作一個房屋模型，用來固定代替太陽的燈泡與自動照度調整裝置(圖 4-6-A)。將自動遮陽簾放在燈泡與房屋之間(圖 4-6-B)，打開電燈，並觀察房屋內照度是否有改變。



(圖 4-6-A)



(圖 4-6-B)

伍、研究結果

一、偏光片對陽光照度的影響

由維基百科上檢索到一般環境照度（表 5-1-A），根據實際觀測的結果（表 5-1-B）統計出偏光片夾角與太陽照度的關係圖（表 5-1-C）。

實驗所量測到的太陽光照度在兩偏光片夾角為 0 度時達到約為 40000lux，此數值約為烈日照度 100000lux 的 40%（表 5-1-A），分析是由於實驗進行時太陽光並不是絕對的烈日狀況，而且兩偏光片夾角為 0 度時透光度約為 50%，所以上述數值的關係是合理的。由此可知，本實驗所使用的照度計與偏光片的性能沒有問題。

環境	照度 (lux)
烈日	100,000
陰天	8,000
繪圖	600
閱讀	500
夜間棒球場	400
辦公室/教室	300
路燈	5
滿月	0.2
星光	0.0003

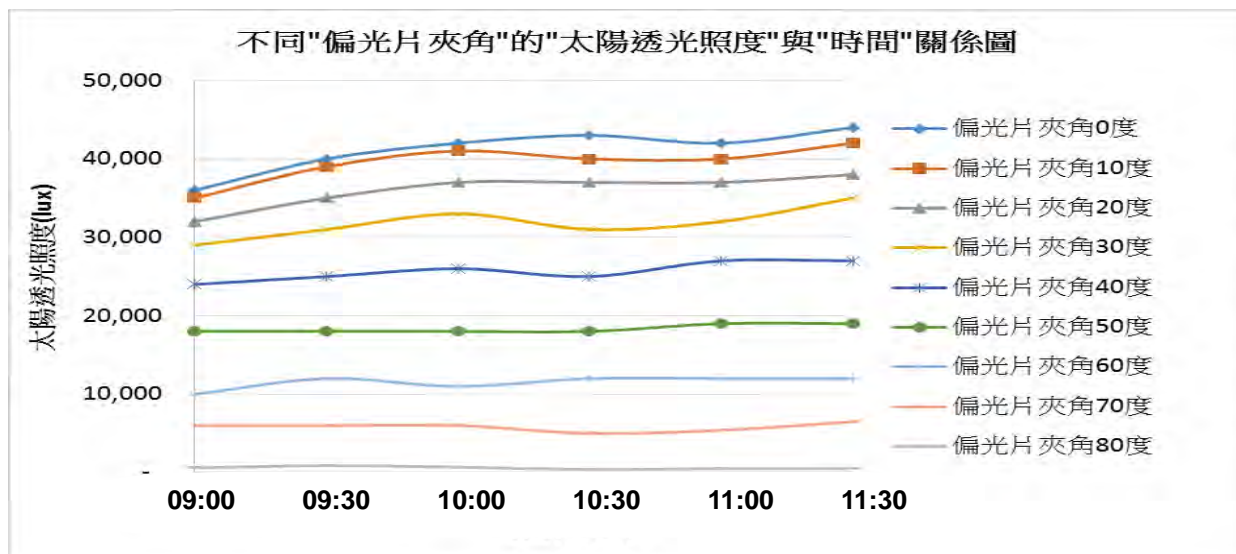
（表 5-1-A）

另外，根據所量測到的太陽光照度會隨著兩個偏光片的夾角變化而改變（表 5-1-B），偏光片的夾角越大，太陽光的照度越低。由此可知，兩個偏光片旋轉的方法可以調整太陽光的透光度。

太陽 透光照度 (lux)	時間	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30
	偏光片夾角0度	36,000	40,000	42,000	43,000	42,000	44,000
	偏光片夾角10度	35,000	39,000	41,000	40,000	40,000	42,000
	偏光片夾角20度	32,000	35,000	37,000	37,000	37,000	38,000
	偏光片夾角30度	29,000	31,000	33,000	31,000	32,000	35,000
	偏光片夾角40度	24,000	25,000	26,000	25,000	27,000	27,000
	偏光片夾角50度	18,000	18,000	18,000	18,000	19,000	19,000
	偏光片夾角60度	10,000	12,000	11,000	12,000	12,000	12,000
	偏光片夾角70度	6,000	6,000	6,000	5,000	5,400	6,500
	偏光片夾角80度	2,000	2,300	2,000	1,700	1,900	1,600
偏光片夾角90度	600	900	700	400	500	500	

（表 5-1-B）

最後，實驗所量測到的太陽光照度會隨著時間改變（圖 5-1-A），從早上到中午的照度會逐漸增加，而且當有烏雲飄過時，太陽光照度會變得不穩定。由此可知，為了避免時間與天氣變化影響實驗進行，我們需要找到代替太陽光的其他光源進行後續實驗。



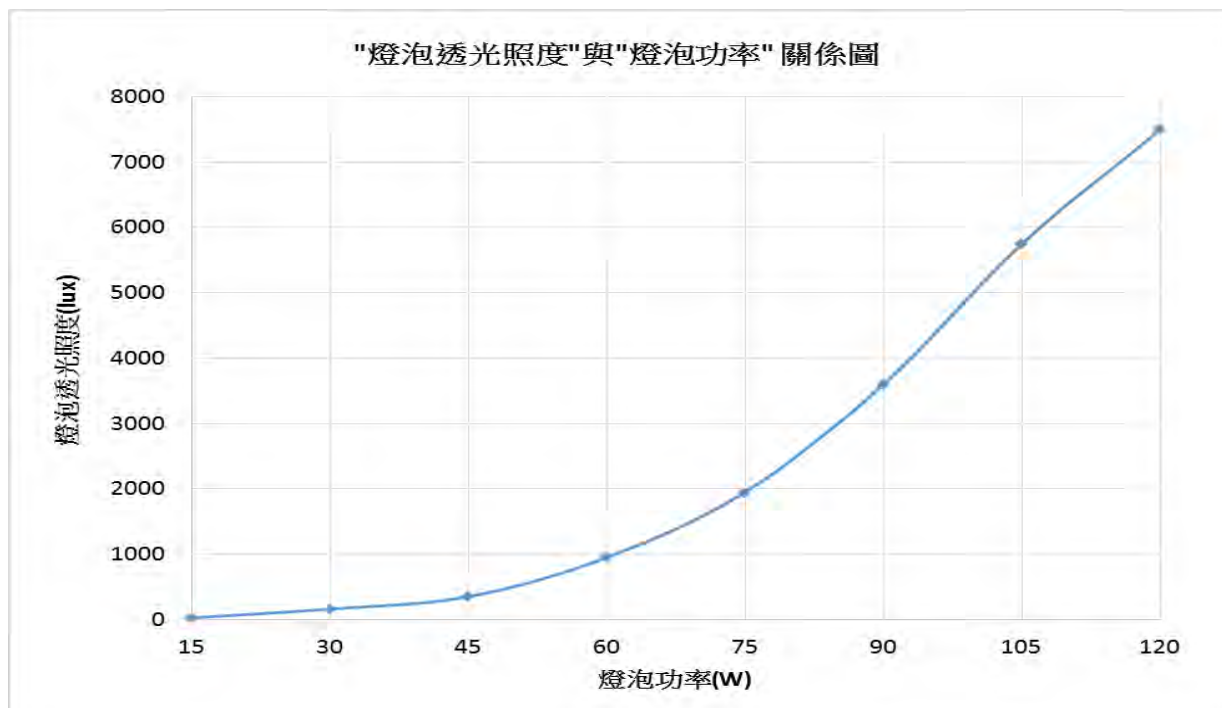
(圖 5-1-A)

二、燈泡功率對燈泡照度的影響

由實驗數據（表 5-2）結果分析，可以得知燈泡照度與燈泡消耗功率成正比（圖 5-2），就是燈泡消耗功率越高時，所量測到的照度越高。

燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
燈泡透光照度(lux)	25	160	350	950	1950	3600	5750	7500

(表 5-2)



(圖 5-2)

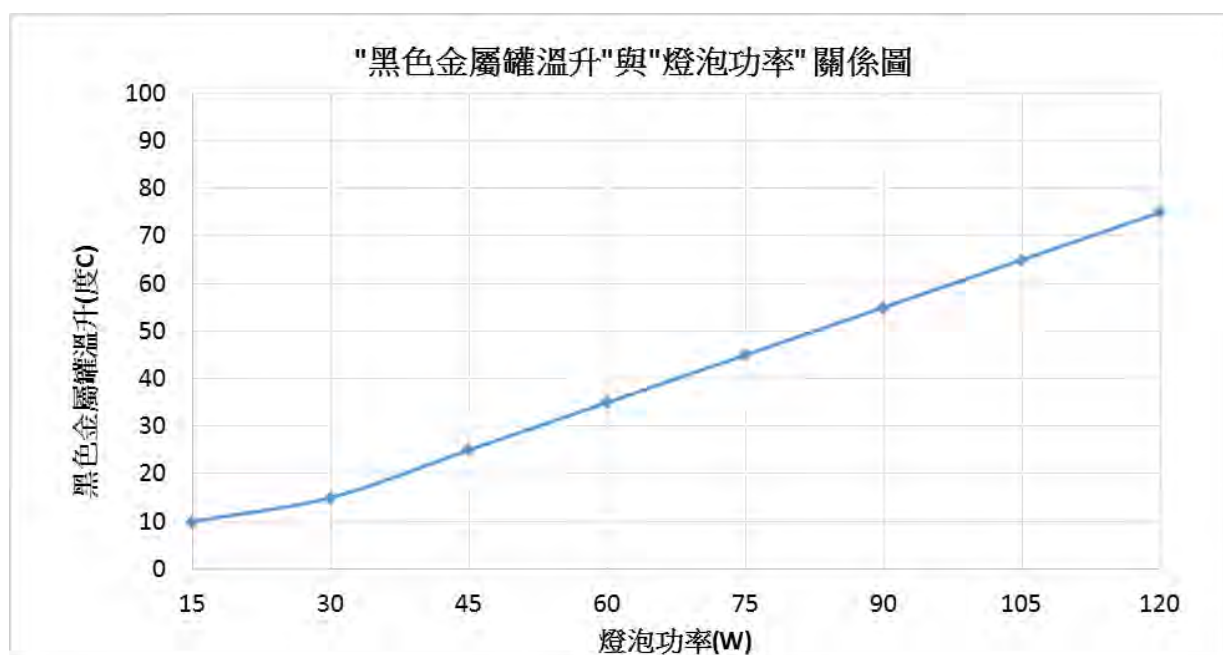
三、燈泡功率對黑色金屬罐溫度的影響

由實驗數據結果（表 5-3）繪製黑色金屬罐溫度升高數值與燈泡功率關係圖，分析得知黑色金屬罐溫度升高數值與燈泡功率成正比（圖 5-3）。

結合實驗二的結論「燈泡照度與燈泡消耗功率成正比（圖 5-2）」，而黑色金屬罐溫度升高數值與燈泡功率成正比。因此可以推論黑色金屬罐溫度升高數值與燈泡照度成正比。

燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
黑色金屬罐溫升(度C)	10	15	25	35	45	55	65	75

（表 5-3）



（圖 5-3）

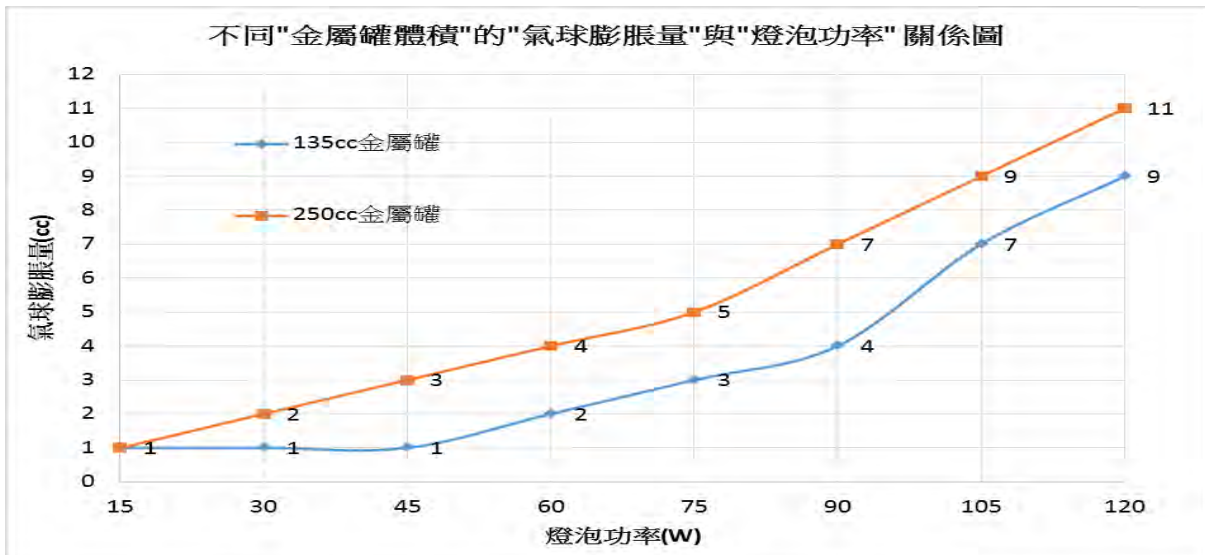
四、燈泡功率對氣球膨脹量的影響

實際觀測的結果數據（表 5-4）繪製成不同金屬體積的氣球膨脹量與燈泡功率的關係圖，分析後可以得知空氣受熱膨脹體積增加量與黑色金屬罐所受的光照度成正比（圖 5-4），也就是黑色金屬罐所受的光照度越高時，空氣受熱膨脹體積增加量越大。

而且在相同照度之下，體積較大的黑色金屬罐，比體積較小的黑色金屬罐有更大的空氣膨脹體積增加量。

氣球	燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
膨脹量	135cc金屬罐	1	1	1	2	3	4	7	9
(cc)	250cc金屬罐	1	2	3	4	5	7	9	11

（表 5-4）



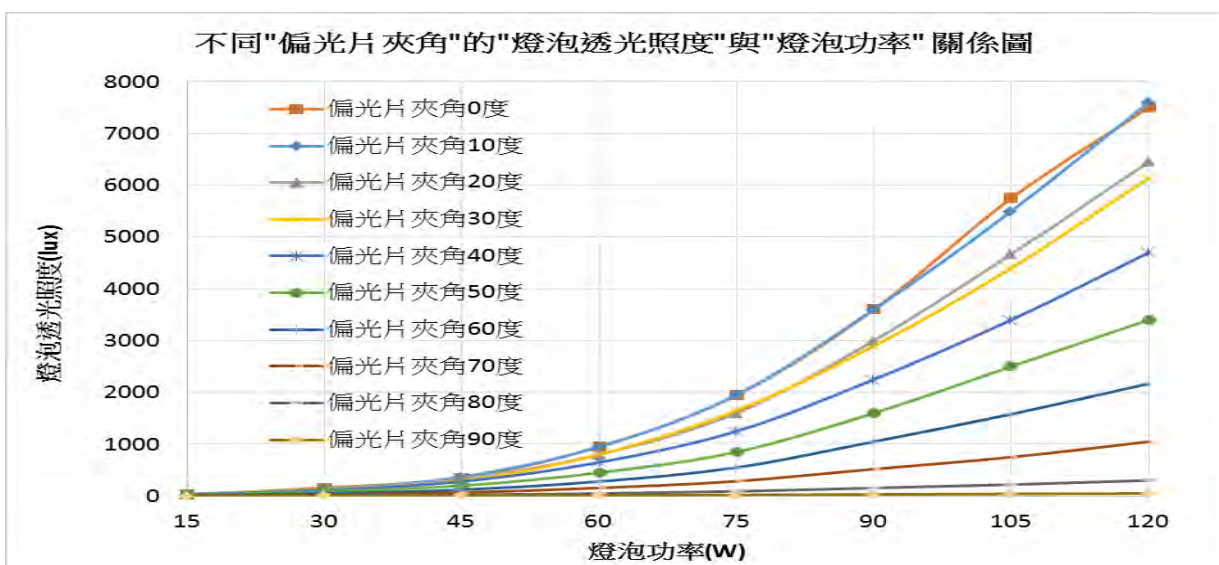
(圖 5-4)

五、偏光片對燈泡照度的影響

將實際觀測結果 (表 5-5-A) 繪製成, 不同偏光片夾角的燈泡透光照度與燈泡功率的關係圖 (圖 5-5-A)。

燈泡透光照度 (lux)	燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
	偏光片夾角0度	25	160	350	950	1950	3600	5750	7500
偏光片夾角10度	31	135	370	950	1950	3600	5500	7600	
偏光片夾角20度	40	130	330	800	1600	3000	4670	6450	
偏光片夾角30度	30	125	295	800	1650	2895	4400	6140	
偏光片夾角40度	30	115	280	650	1250	2250	3400	4700	
偏光片夾角50度	20	85	200	450	850	1600	2500	3400	
偏光片夾角60度	15	50	120	280	550	1050	1580	2170	
偏光片夾角70度	8	28	67	155	285	520	750	1050	
偏光片夾角80度	3	11	23	47	90	154	220	300	
偏光片夾角90度	2	5	7	12	20	30	40	50	

(表 5-5-A)



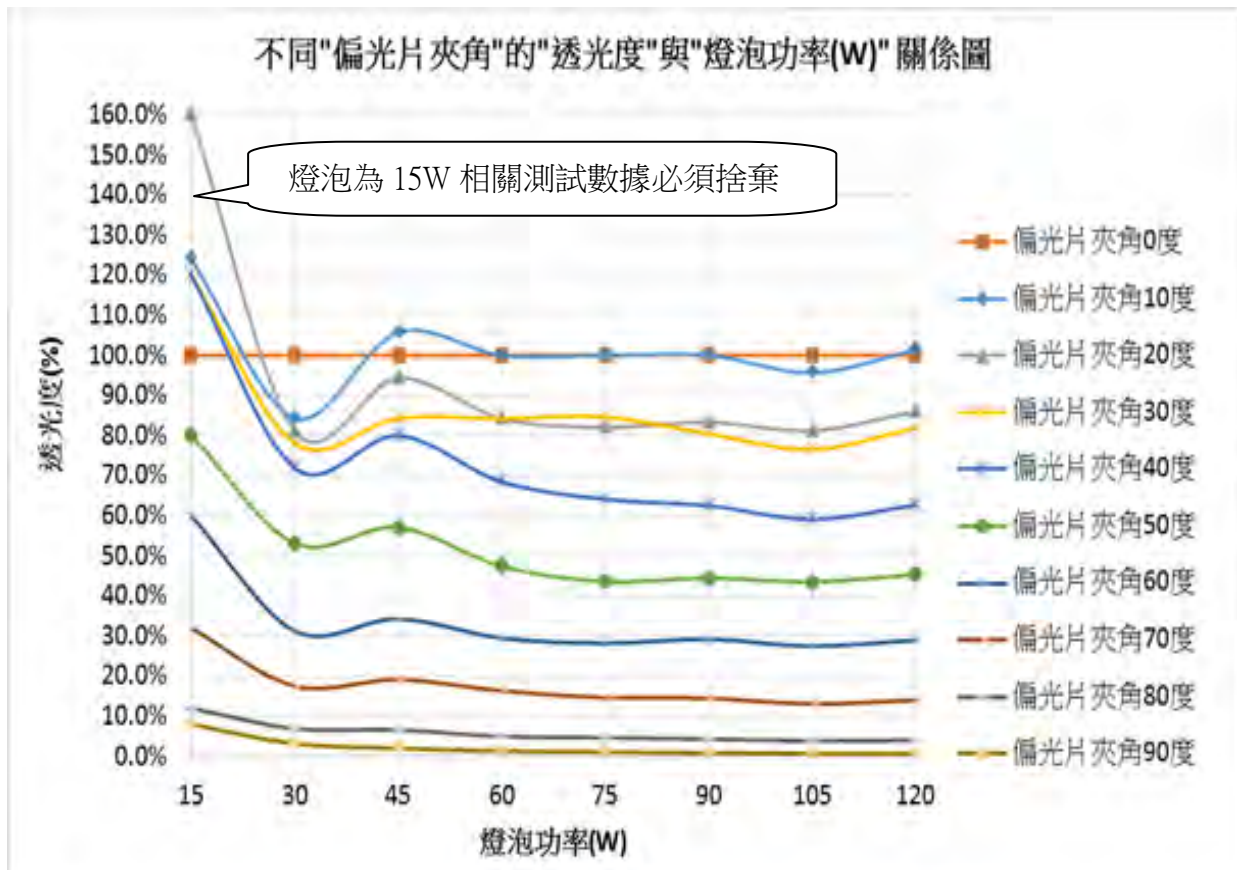
(圖 5-5-A)

將燈泡透光照度數值（表 5-5-A），除以偏光片夾角為 0 度的燈泡透光照度數值，就可以將燈泡透光照度改為透光度的百分比（表 5-5-B），再繪製成不同偏光片夾角的透光度與燈泡功率的關係圖（圖 5-5-B）。

可能因為可變電阻在燈泡設定為 15W 操作時不穩定的關係，燈泡照度出現異常的閃爍現象（圖 5-5-B），所以燈泡 15W 相關測試數據不準確，必須捨棄。

燈泡功率(W)		15	30	45	60	75	90	105	120
透光度 (%)	偏光片夾角0度	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	偏光片夾角10度	124.0%	84.4%	105.7%	100.0%	100.0%	100.0%	95.7%	101.3%
	偏光片夾角20度	160.0%	81.3%	94.3%	84.2%	82.1%	83.3%	81.2%	86.0%
	偏光片夾角30度	120.0%	78.1%	84.3%	84.2%	84.6%	80.4%	76.5%	81.9%
	偏光片夾角40度	120.0%	71.9%	80.0%	68.4%	64.1%	62.5%	59.1%	62.7%
	偏光片夾角50度	80.0%	53.1%	57.1%	47.4%	43.6%	44.4%	43.5%	45.3%
	偏光片夾角60度	60.0%	31.3%	34.3%	29.5%	28.2%	29.2%	27.5%	28.9%
	偏光片夾角70度	32.0%	17.5%	19.1%	16.3%	14.6%	14.4%	13.0%	14.0%
	偏光片夾角80度	12.0%	6.9%	6.6%	4.9%	4.6%	4.3%	3.8%	4.0%
	偏光片夾角90度	8.0%	3.1%	2.0%	1.3%	1.0%	0.8%	0.7%	0.7%

(表 5-5-B)

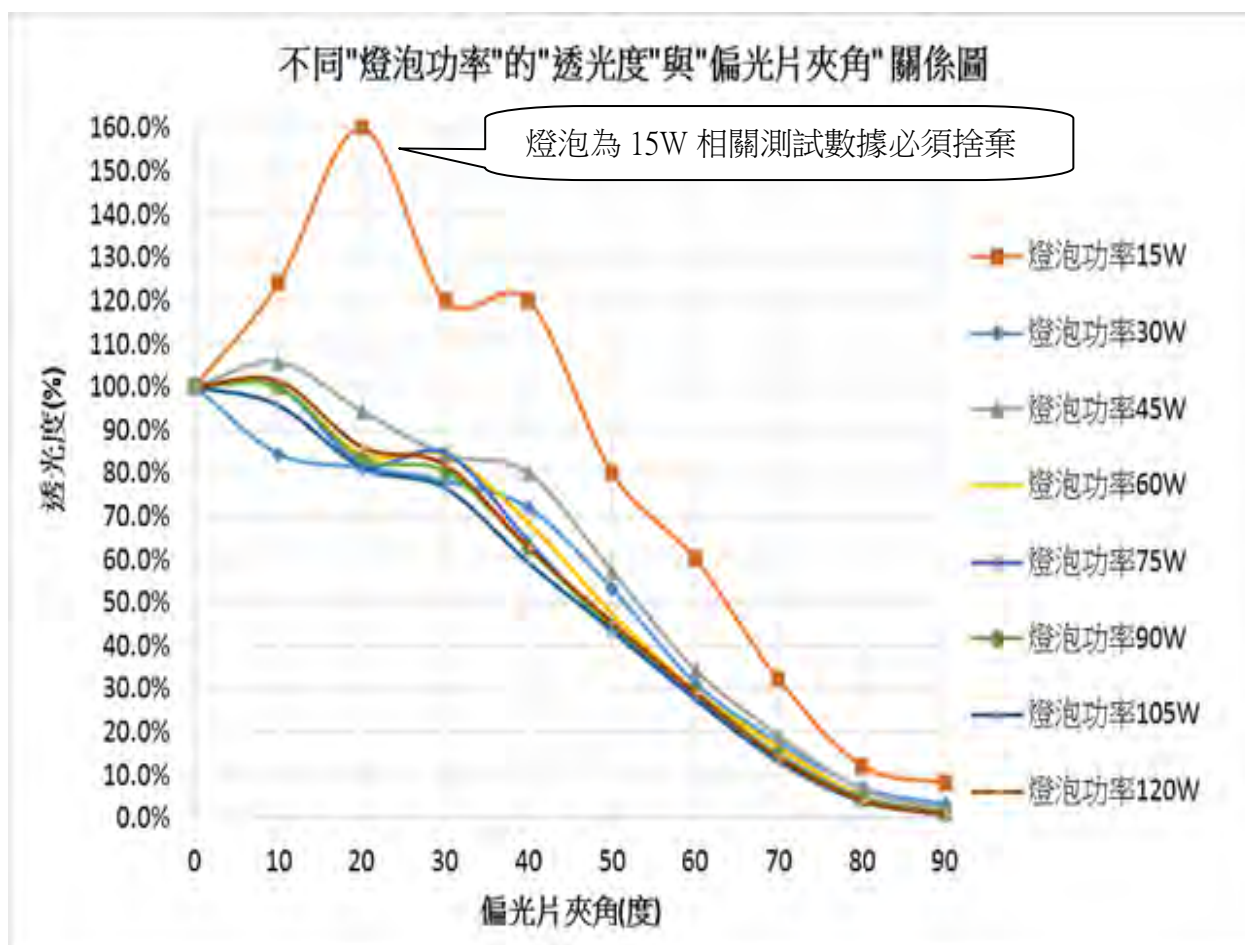


(圖 5-5-B)

將透光度對燈泡功率數值（表 5-5-B）轉換為透光度對偏光片夾角數值（表 5-5-C），根據數據分析可知，無論燈泡功率的高低，偏光片透光度與偏光片夾角成反比（圖 5-5-C），就是偏光片夾角越大時，偏光片透光度越低。

透光度 (%)	偏光片夾角(度)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	燈泡功率15W	100.0%	124.0%	160.0%	120.0%	120.0%	80.0%	60.0%	32.0%	12.0%	8.0%
	燈泡功率30W	100.0%	84.4%	81.3%	78.1%	71.9%	53.1%	31.3%	17.5%	6.9%	3.1%
	燈泡功率45W	100.0%	105.7%	94.3%	84.3%	80.0%	57.1%	34.3%	19.1%	6.6%	2.0%
	燈泡功率60W	100.0%	100.0%	84.2%	84.2%	68.4%	47.4%	29.5%	16.3%	4.9%	1.3%
	燈泡功率75W	100.0%	100.0%	82.1%	84.6%	64.1%	43.6%	28.2%	14.6%	4.6%	1.0%
	燈泡功率90W	100.0%	100.0%	83.3%	80.4%	62.5%	44.4%	29.2%	14.4%	4.3%	0.8%
	燈泡功率105W	100.0%	95.7%	81.2%	76.5%	59.1%	43.5%	27.5%	13.0%	3.8%	0.7%
	燈泡功率120W	100.0%	101.3%	86.0%	81.9%	62.7%	45.3%	28.9%	14.0%	4.0%	0.7%

（表 5-5-C）

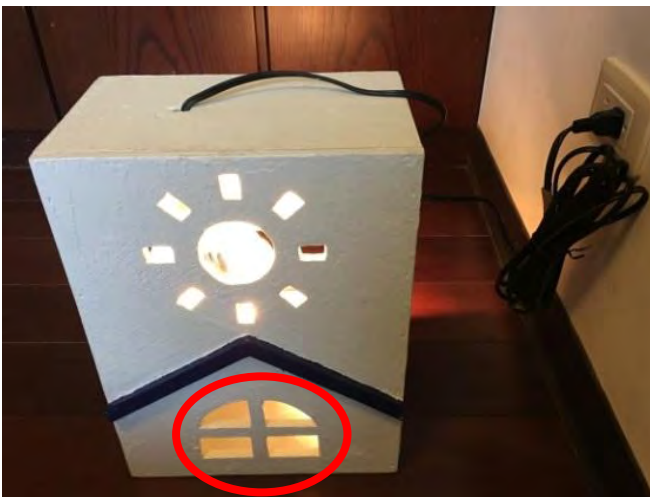


（圖 5-5-C）

六、自動遮陽簾測試

當燈泡剛點亮時，房屋模型內的照度很高（圖 5-6-A），大約 3 分鐘之後，自動照度調整裝置上的黑色金屬罐受到燈泡照設之後，溫度上升使氣球體積變大，推動兩個偏光片相互旋轉，導致透光度降低，使房屋模型內的照度明顯降低（圖 5-6-B）。

由此觀察結果可知，自動照度調整裝置不需要耗費其他能源，只要吸收光照就可以自動改變透光度，在房屋外部照度變高時，讓房屋內部的照度不會上升。



(圖 5-6-A)



(圖 5-6-B)

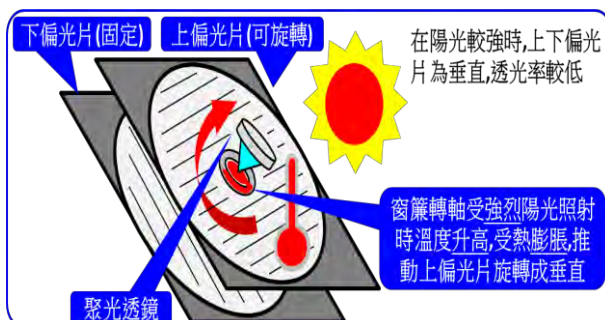
陸、研究結論

一、自動遮陽簾可以保持舒適光照度

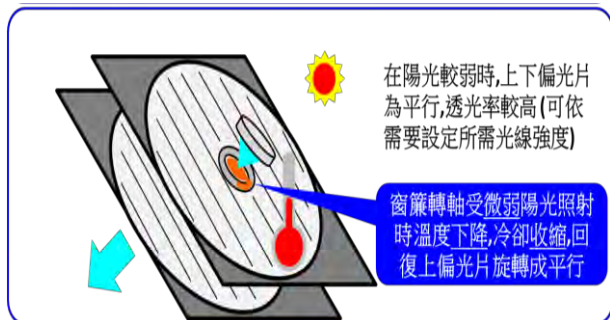
由以上研究結果可以證明，利用偏光片、黑色吸熱與空氣受熱膨脹原理，可以設計出自動遮陽簾，自動遮陽簾無須消耗外部能源，可以自動依據屋外的光照度調整透光度，達到室內隨時有舒適光照度的狀態。

二、產品優化設計

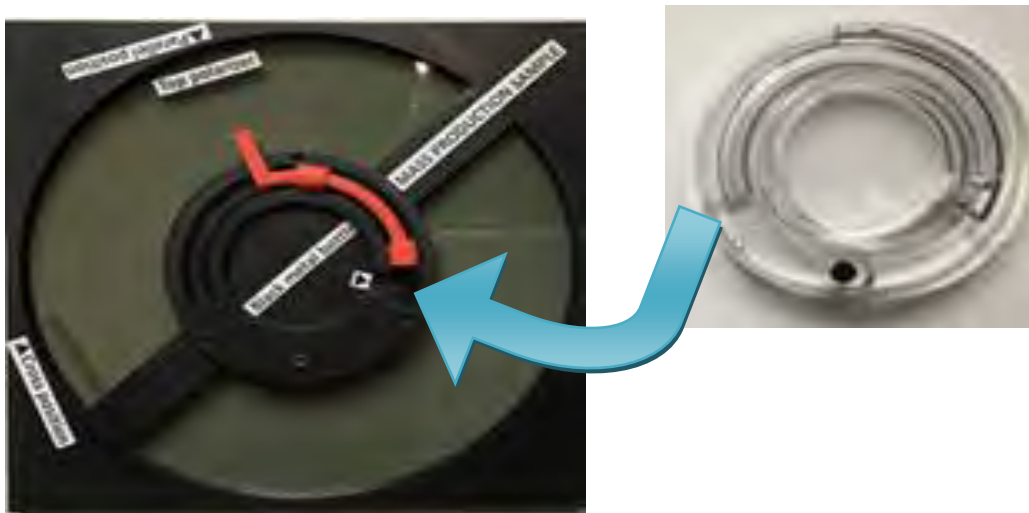
依據自動遮陽簾的雛形，進一步優化設計成便於使用的產品優化自動遮陽簾設計圖（圖 6-2-A、6-2-B），再利用 3D 列印技術製做成實體（圖 6-2-C）進行透光度測試，發現偏光片夾角 0 度時，透光度最高（圖 6-2-D）；而偏光片夾角 90 度時，透光度最低（圖 6-2-E）。



(圖 6-2-A)



(圖 6-2-B)



(圖 6-2-C)



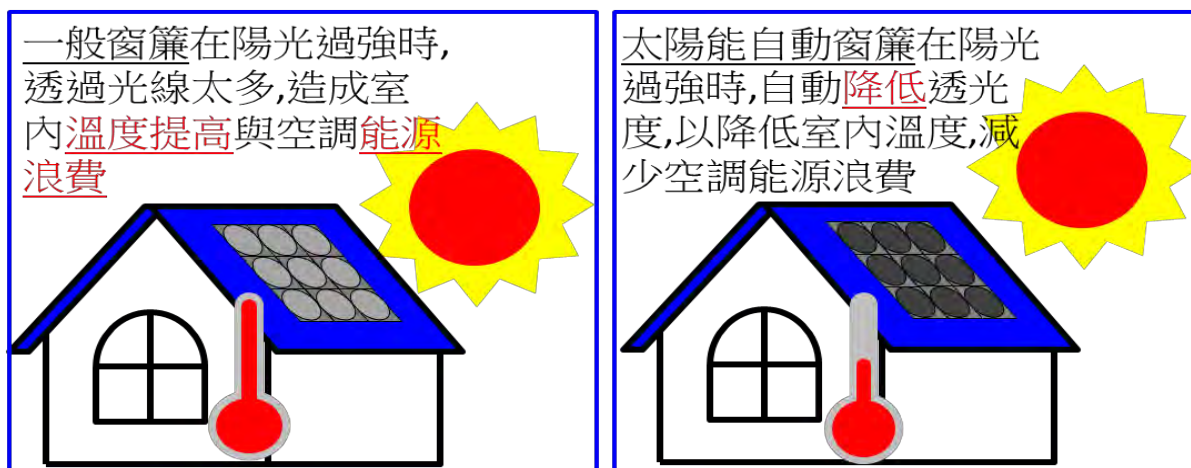
(圖 6-2-D) 偏光片夾角 0 度時



(圖 6-2-E) 偏光片夾角 90 度時

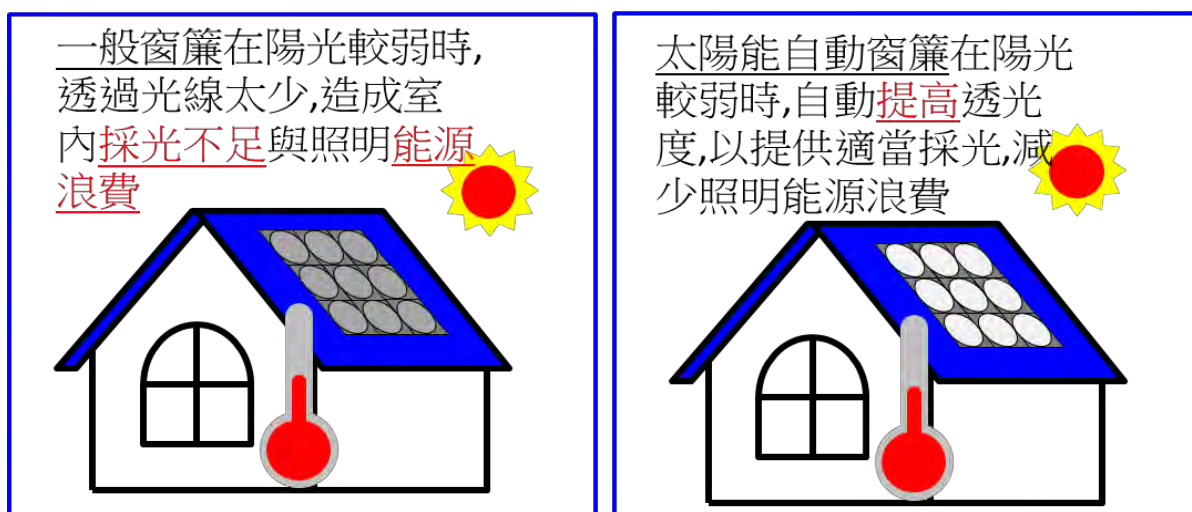
三、產品實際應用

太陽能自動遮陽簾在陽光強時 (圖 6-3-A)，自動降低透光度，以降低室內溫度，減少空調能源浪費。



(圖 6-3-A)

太陽能自動遮陽簾在陽光較弱時（圖 6-3-B），自動提高透光度，以提供適當採光，減少照明能源浪費。



（圖 6-3-B）

柒、參考資料

- (一)、120 自然科學實驗，作者:珍妮絲.文克勞馥，譯者:張麗瓊、陳育仁，圖畫:蔡嘉驊
- (二)、52 四季科學實驗，作者: 珍妮絲.文克勞馥珍妮絲.文克勞馥，譯/程悅君、姚念祖 圖/
蔡嘉驊、游鳳珠
- (三)、學校教室照明與節能參考手冊，監修:陳志傑，發行人:杜正勝，出版者:教育部

【評語】 080505

本研究主題清楚、聚焦，由偏光片重疊可以改變透光度引發研究動機；利用黑色吸熱與空氣膨脹量測等設備，隨著陽光的強弱改變偏光片角度而達到遮陽效果。此作品討論遮陽效果，較偏向應用。

作品海報

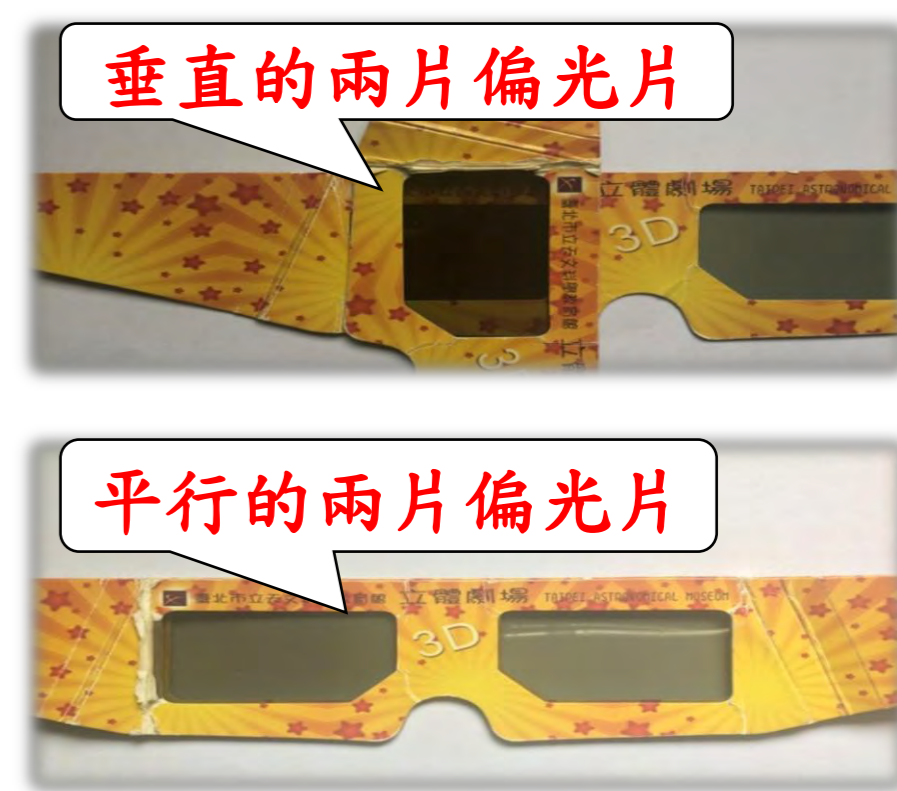
摘要

在陽光照射下，若窗簾關閉會導致房間太暗；打開則使房間太熱。因此我想設計隨著陽光強弱改變角度的遮陽簾。看3D電影時，我發現兩片偏光片重疊可改變透光度，若配合黑色吸熱和空氣受熱膨脹原理，就能做出自動調整透光度的遮陽簾。用燈泡代替陽光進行實驗，可得到【黑色金屬罐溫度上升與照度成正比】、【空氣膨脹量與照度成正比】、【偏光片透光度與夾角成反比】等結論。利用這些結論設計不需外部能源的裝置，此裝置能依據光照的強弱，自動改變透光度，達到無論室外、室內光線如何，照度都維持在舒適的情況。由於此裝置不需耗費任何外部能源，可被安裝在房屋或汽車的屋頂或窗戶上，隨時保持室內或車內有舒適的照度，進一步達到節省能源的目的。

壹、研究動機

我發現太陽光太強的時候，室內會變得太亮而且太熱，打開冷氣又會浪費能源，所以希望把窗簾關起來；太陽光太弱的時候，室內會變得太陰暗，打開燈又會浪費能源，所以希望把窗簾打開。因此，我想提出一個辦法能自動讓陽光照射室內不會太亮、也不會太暗。

在電影院觀賞3D電影以後，我發現把兩個3D眼鏡重疊起來、相互旋轉之後，透光度會明顯改變，剛好可以做為調整太陽光強度的窗簾，只要找到方法可以依據太陽光的強弱旋轉兩個偏光片的相對角度就可以了。後來在自然課程裡學習到，黑色物體可以在被光線照射時變熱的黑色吸熱原理，在與空氣受熱膨脹的原理配合起來之後，剛好可以在太陽光變強時，提供偏光片旋轉的動力，這樣就能與偏光片搭配起來成為自動調整透光度的窗簾。



貳、研究目的

根據探究想了解偏光鏡、光線強弱以及搭配燈泡照度與溫度之間的關係，並在最後進行自動遮陽簾的測試，我將研究目的分成以下七點：

- 一、偏光鏡對陽光照度的影響。
- 二、偏光鏡對不同功率燈泡照度的影響。
- 三、不同功率燈泡對黑色金屬罐溫度的影響。
- 四、不同透光照度對黑色金屬罐溫度的影響。
- 五、受熱對黑色金屬罐體積的影響。
- 六、偏光片角度對不同功率燈泡照度和透光度的影響。
- 七、自動遮陽簾測試模型屋內照度的變化。

參、研究設備

一、光照度量測設備

採用【Minolta CL200光照度計】作為照度量測的設備。



二、光產生與照度調整設備

採用【120W燈泡】作為光源設備，採用【可變電阻】作為光照度調整設備，採用【溫度計】作為溫度量測設備。



120W燈泡



可變電阻



溫度計

三、黑色吸熱設備

採用【飲料金屬罐】加上【黑色噴漆】製成黑色金屬罐做為黑色吸熱設備。



飲料金屬罐



黑色金屬冠

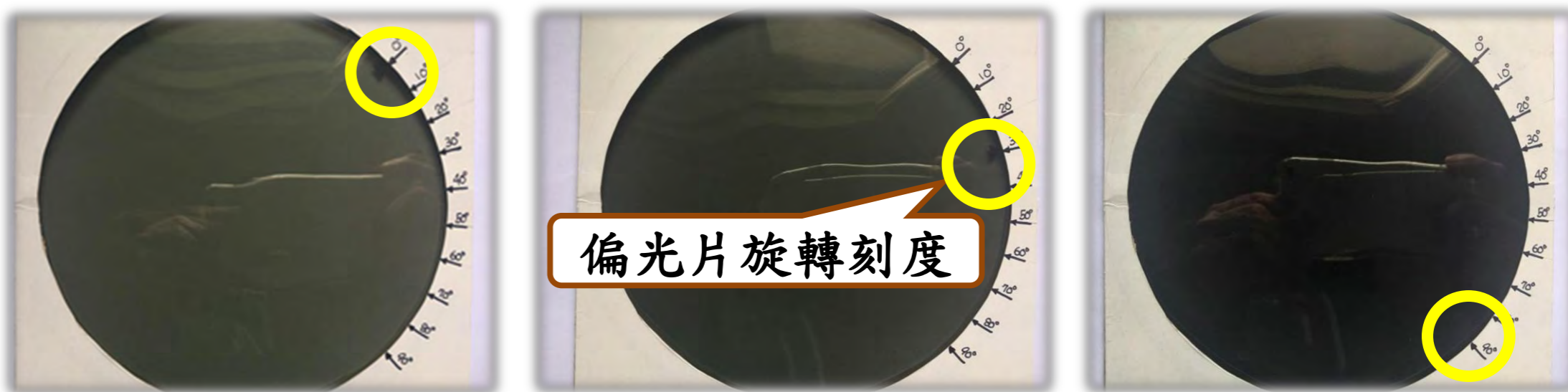
四、空氣膨脹量測設備

採用【針筒】與【氣球】連接黑色金屬罐來做為量測空氣膨脹量的設備。

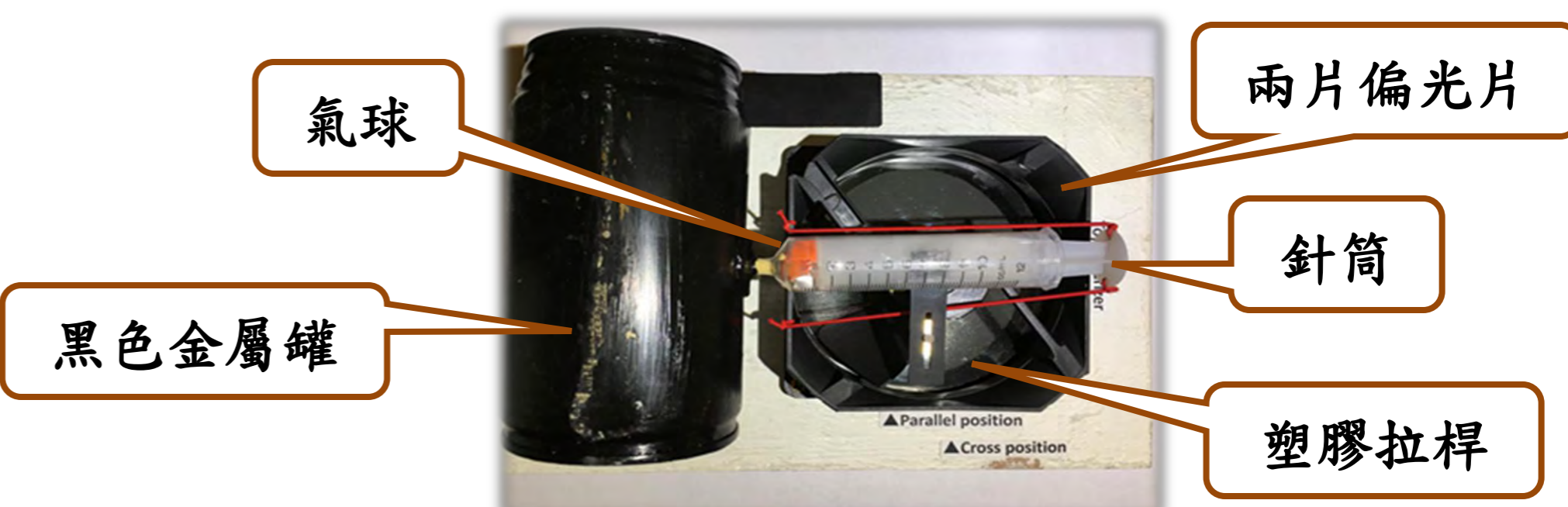


五、偏光片旋轉設備

將兩片【偏光片】使用【紙板】夾住，並在紙板上標示相對旋轉角度，做為量測偏光片旋轉設備。



六、自製自動遮陽簾



肆、研究過程與結果

一、偏光鏡對陽光照度的影響。

【實驗步驟】

- 1.將照度計放在兩個偏光片下方，再一起放置在室外太陽光下。
- 2.旋轉兩個偏光片的相對夾角。
- 3.從0度到90度，每隔10度量測一次照度，紀錄數值於表中。
- 4.紀錄時間從早上09:00到11:30，每隔半小時量測一次。

【實驗結果與討論】

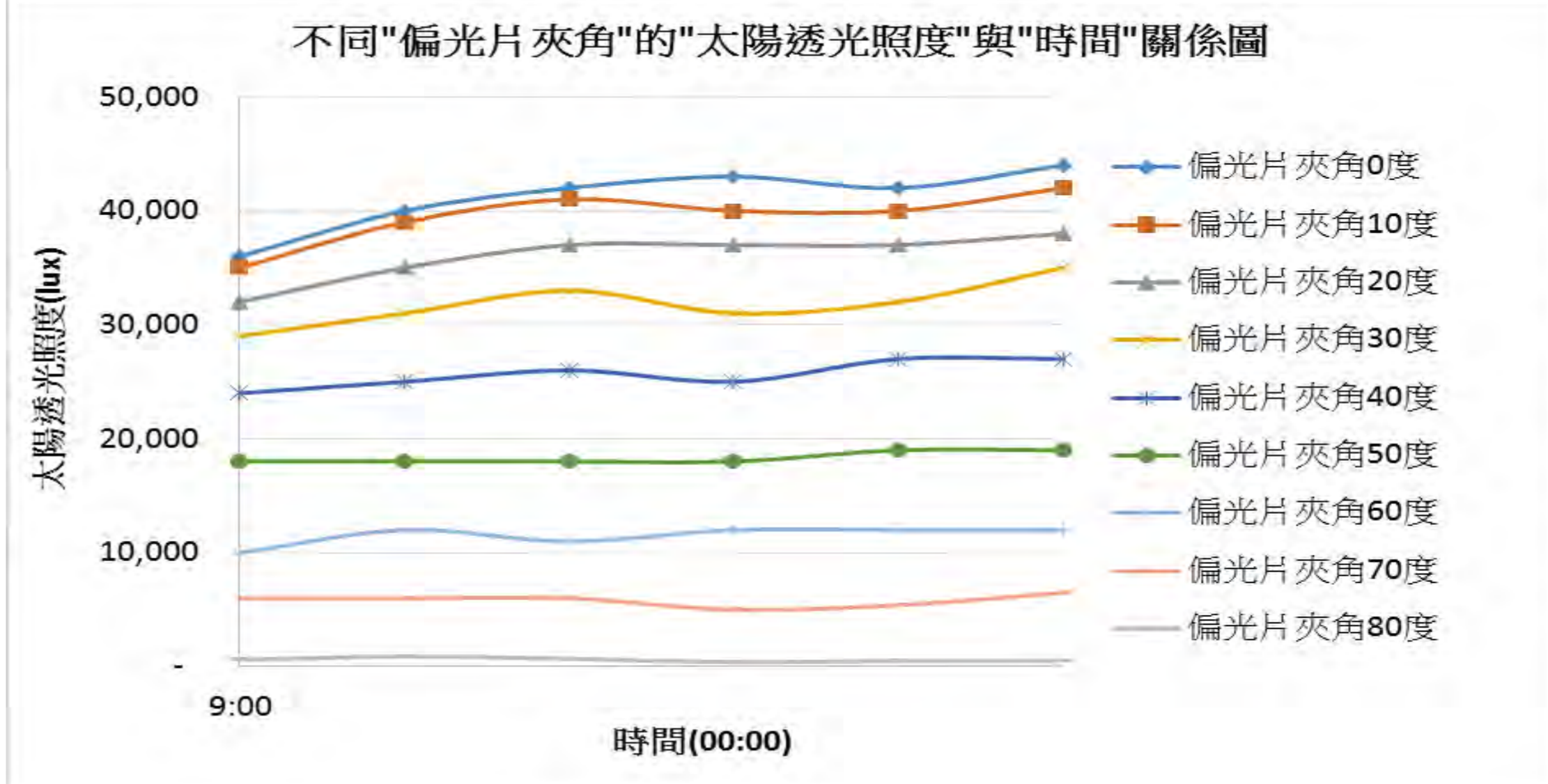
1.由維基百科上檢索到一般環境照度如下表：



環境	照度 (lux)
烈日	100,000
陰天	8,000
繪圖	600
閱讀	500
夜間棒球場	400
辦公室/教室	300
路燈	5
滿月	0.2
星光	0.0003

2.實際觀測結果與關係圖如下：

太陽透光照度 (lux)	時間	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30
	偏光片夾角0度	36,000	40,000	42,000	43,000	42,000	44,000
偏光片夾角10度	35,000	39,000	41,000	40,000	40,000	42,000	
偏光片夾角20度	32,000	35,000	37,000	37,000	37,000	38,000	
偏光片夾角30度	29,000	31,000	33,000	31,000	32,000	35,000	
偏光片夾角40度	24,000	25,000	26,000	25,000	27,000	27,000	
偏光片夾角50度	18,000	18,000	18,000	18,000	19,000	19,000	
偏光片夾角60度	10,000	12,000	11,000	12,000	12,000	12,000	
偏光片夾角70度	6,000	6,000	6,000	5,000	5,400	6,500	
偏光片夾角80度	2,000	2,300	2,000	1,700	1,900	1,600	
偏光片夾角90度	600	900	700	400	500	500	



3.根據實驗結果發現如下

(1) 實驗所量測到的太陽光照度在兩偏光片夾角為0度時達到約為 40000lux，此數值約為烈日照度100000lux的40%，分析是由於實驗進行時並不是絕對的烈日狀況，而且兩偏光片夾角為0度時透光度約為50%，所以上述數值的關係是合理的。由此可知，本實驗所使用的照度計與偏光片的性能沒有問題。

(2) 驗所量測到的太陽光照度會隨著兩個偏光片的夾角變化而改變，偏光片的夾角越大，太陽光的照度越低。由此可知，兩個偏光片旋轉的方法可以調整太陽光的照度。

(3) 實驗所量測到的太陽光照度會隨著時間改變，從早上到中午的照度會逐漸增加，而且當有烏雲飄過時，太陽光照度會變得不穩定。由此可知，為了避免時間與天氣變化影響實驗進行，我們需要找到代替太陽光的其他光源進行後續實驗。

二、偏光鏡對不同功率燈泡照度的影響。

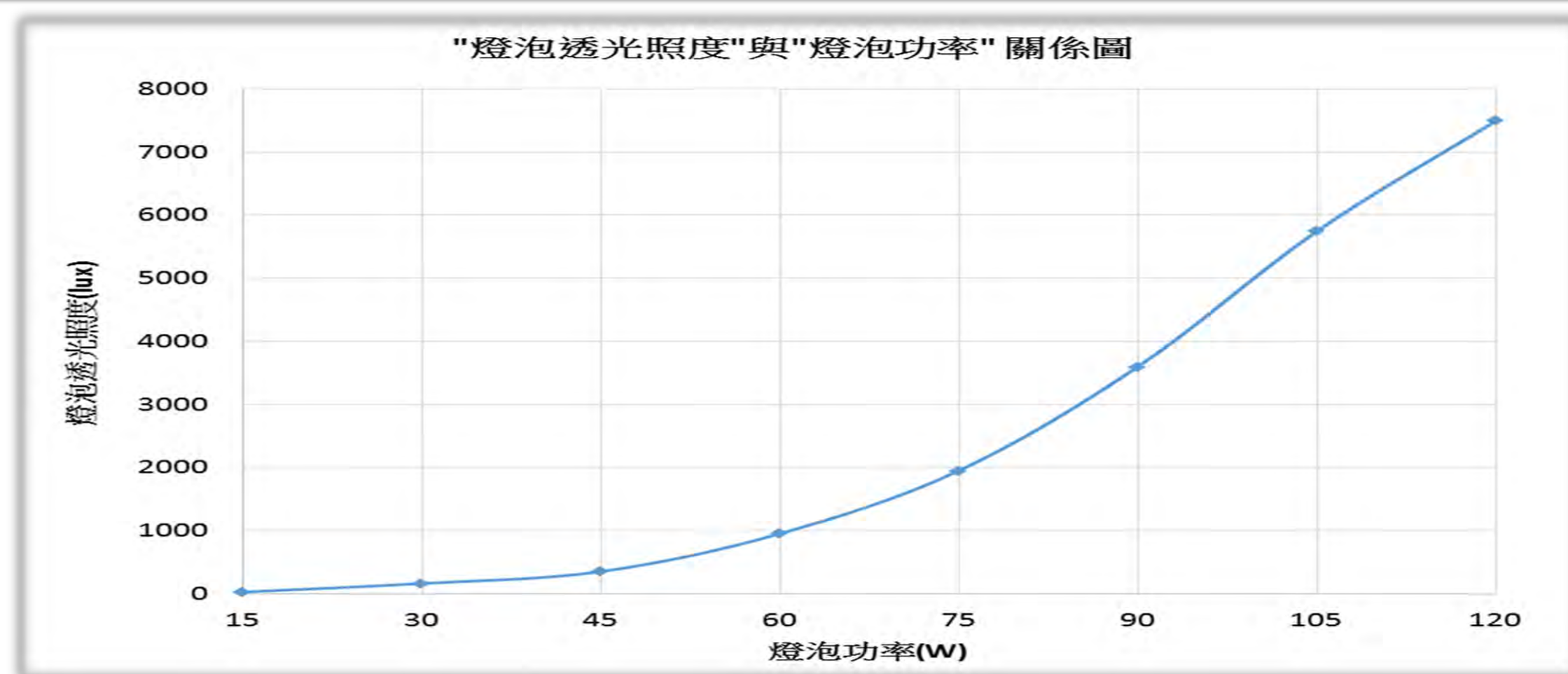
【實驗步驟】

- 1.將照度計放在兩個偏光片下方，再將兩者一起放置在120W燈泡下方。
- 2.將偏光片夾角設定為0度，調整可變電阻，使燈泡功率改變。
- 3.從15W到120W，每隔15W量測一次照度數值，紀錄數值。

【實驗結果與討論】

- 1.實際測量的觀測數據與關係圖如下：

燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
燈泡透光照度(lux)	25	160	350	950	1950	3600	5750	7500



- 2.由實驗數據分析可知，120W燈泡的光源照度與消耗功率成正比。
- 3.燈泡消耗功率越高時，所量測到的照度越高。

三、不同功率燈泡對黑色金屬罐溫度的影響。

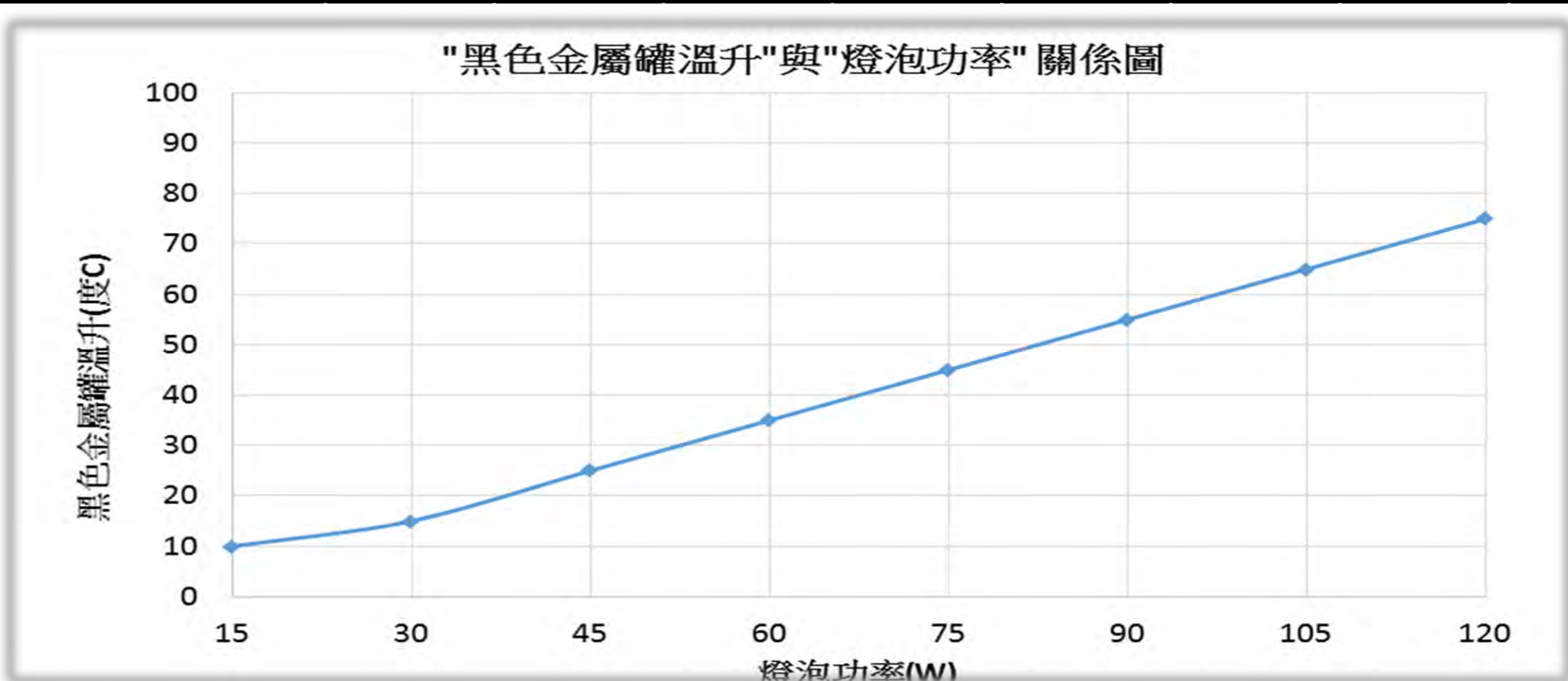
【實驗步驟】

- 1.將120W燈泡放在黑色金屬罐旁邊，將溫度計放在黑色金屬罐上方。
- 2.調整可變電阻，使燈泡功率改變，從15W到120W
- 3.每隔15W量測一次溫度計數值，紀錄數值於表格中。
- 4.實驗裝置如下圖：

【實驗結果與討論】

- 1.實際測量的觀測數據與關係圖如下：

燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
黑色金屬罐溫升(度C)	10	15	25	35	45	55	65	75



- 2.由數據分析可知，黑色金屬罐吸熱後溫度升高數值與燈泡功率成正比。

四、不同透光照度對黑色金屬罐溫度的影響。

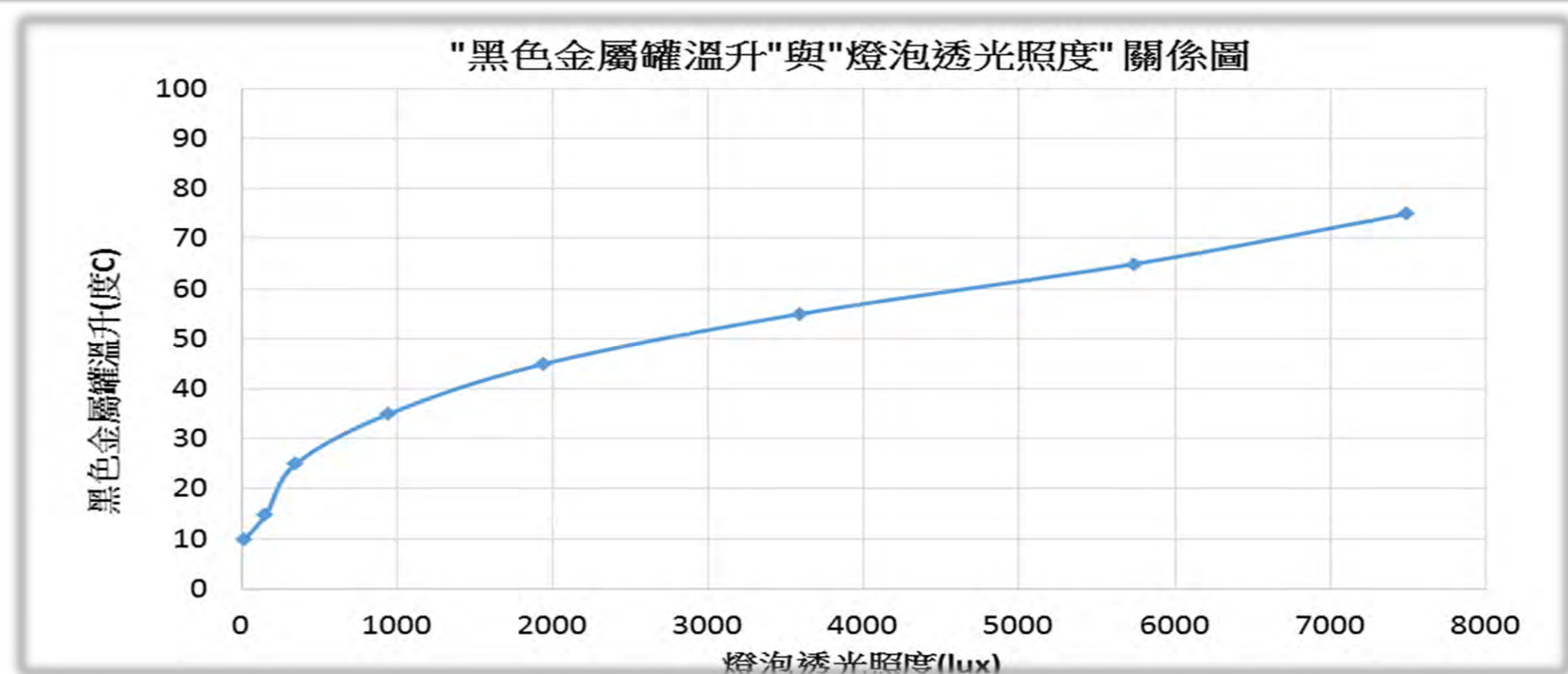
【實驗步驟】

- 1.將120W燈泡放在黑色金屬罐旁邊，照度計放在黑色金屬罐上方。
- 2.調整可變電阻，使燈泡功率改變。
- 3.記錄從25 lux到7500 lux黑色金屬罐的溫度變化。

【實驗結果與討論】

- 1.實際測量的觀測數據與關係圖如下：

燈泡透光照度(lux)	25	160	350	950	1950	3600	5750	7500
黑色金屬罐溫升(度C)	10	15	25	35	45	55	65	75

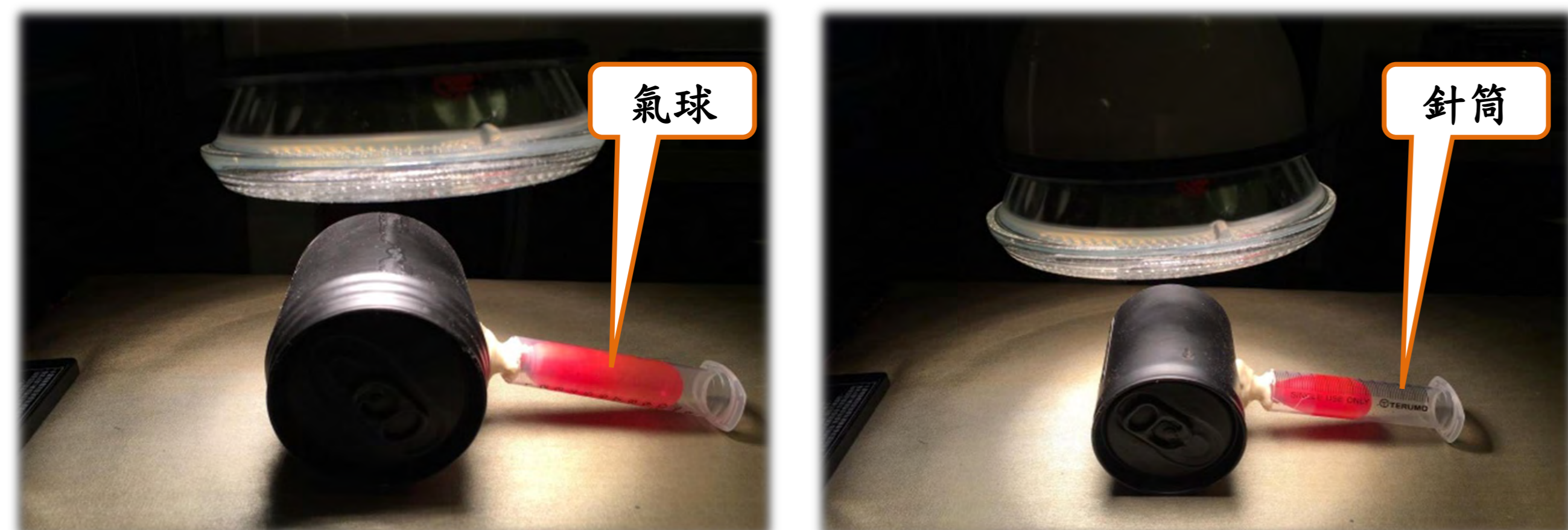


- 2.由實驗數據分析可知，當黑色金屬罐所受的光照度越高時，黑色金屬罐吸熱之後，溫度升高越多。

五、受熱對黑色金屬罐體積的影響。

【實驗步驟】

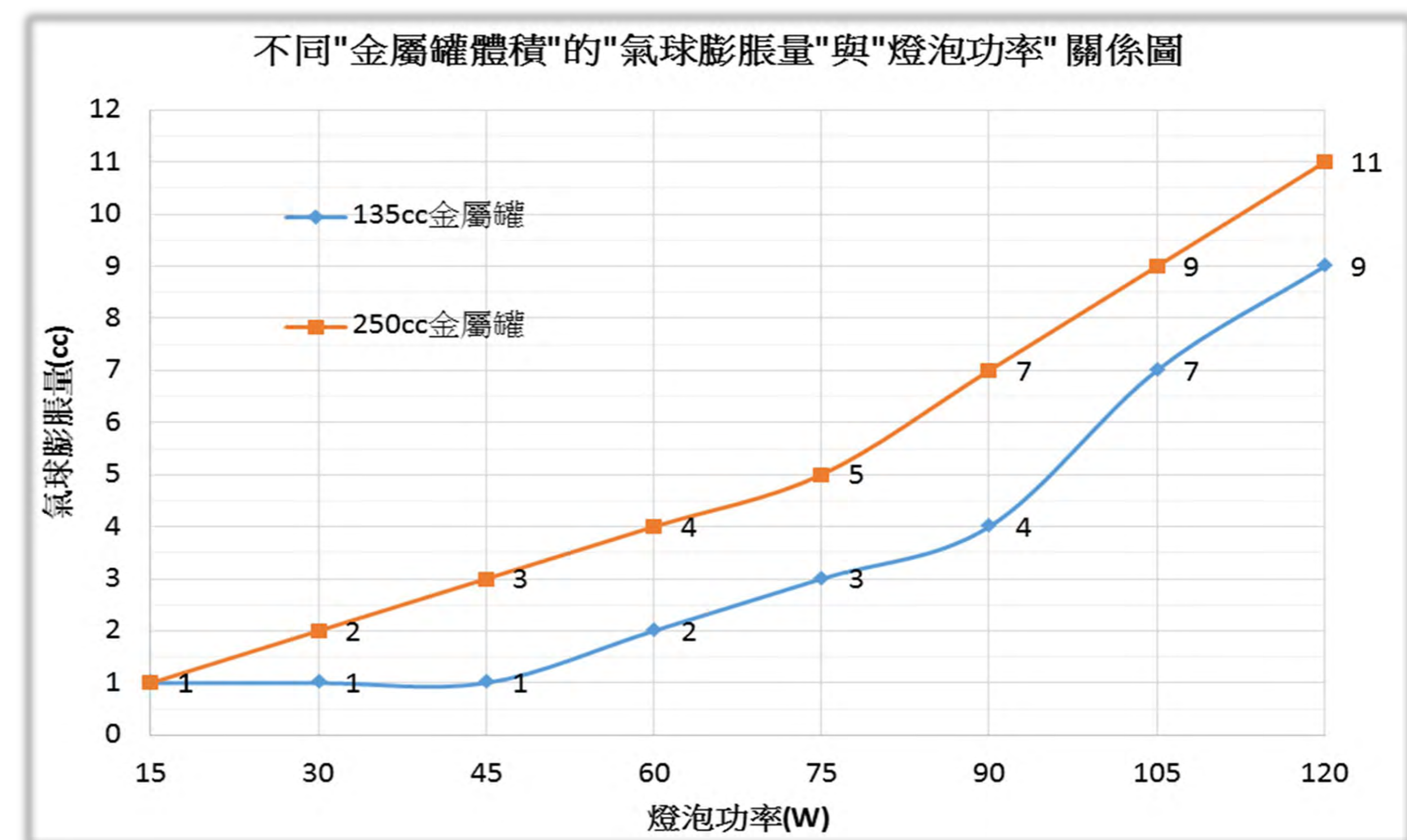
- 1.將135cc與250cc兩個黑色金屬罐各別放置於120W的燈泡旁。
- 2.觀察氣球在針筒裡的體積大小變化。
- 3.調整可變電阻，使燈泡功率改變。
- 4.從15W到120W，每隔15W量測一次氣球的體積，紀錄數值於表格中。
- 5.實驗裝置如下圖：



【實驗結果與討論】

- 1.實際測量的觀測數據與關係圖如下：

氣球膨脹量(cc)	燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
		135cc金屬罐	1	1	1	2	3	4	7
250cc金屬罐		1	2	3	4	5	7	9	11



- 2.由實驗數據分析可知，空氣受熱膨脹體積增加數值與黑色金屬罐所受的光照度成正比。
- 3.黑色金屬罐所受的光照度越高時，空氣受熱膨脹體積增加數值越多。
- 4.體積較大的黑色金屬罐，在相同照度之下，比體積較小的黑色金屬罐有更大的空氣膨脹體積增加。

六、偏光片角度對不同功率燈泡照度和透光度的影響。

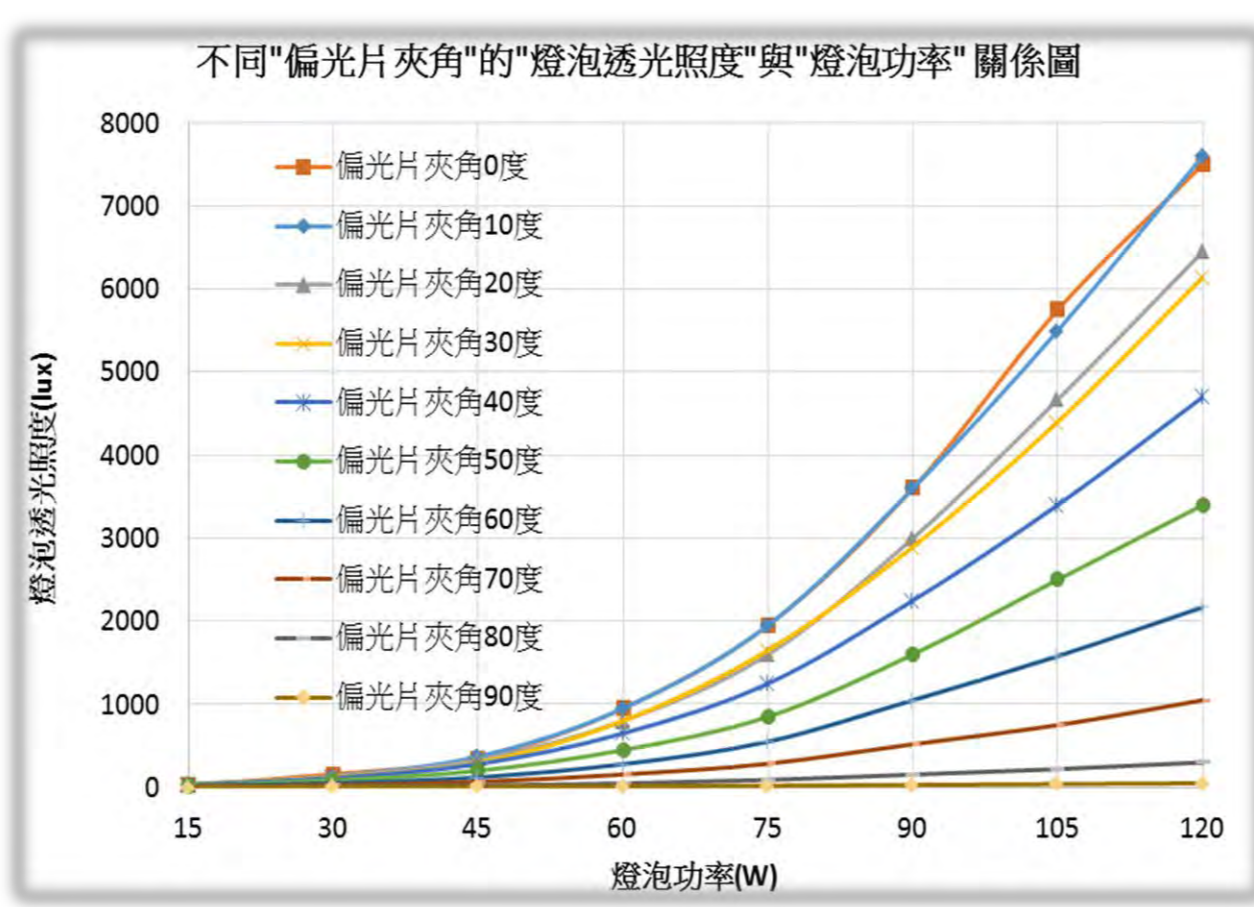
【實驗步驟】

- 1.將照度計放在兩個偏光片下方，再將兩者一起放置在120W燈泡下方。
- 2.旋轉兩個偏光片的相對夾角。
- 3.從0度到90度，每隔10度量測一次照度與透光度，並紀錄數值。
- 4.調整可變電阻，使燈泡功率改變。
- 5.從15W到120W，每隔15W量測一次照度與透光度，並紀錄數值。

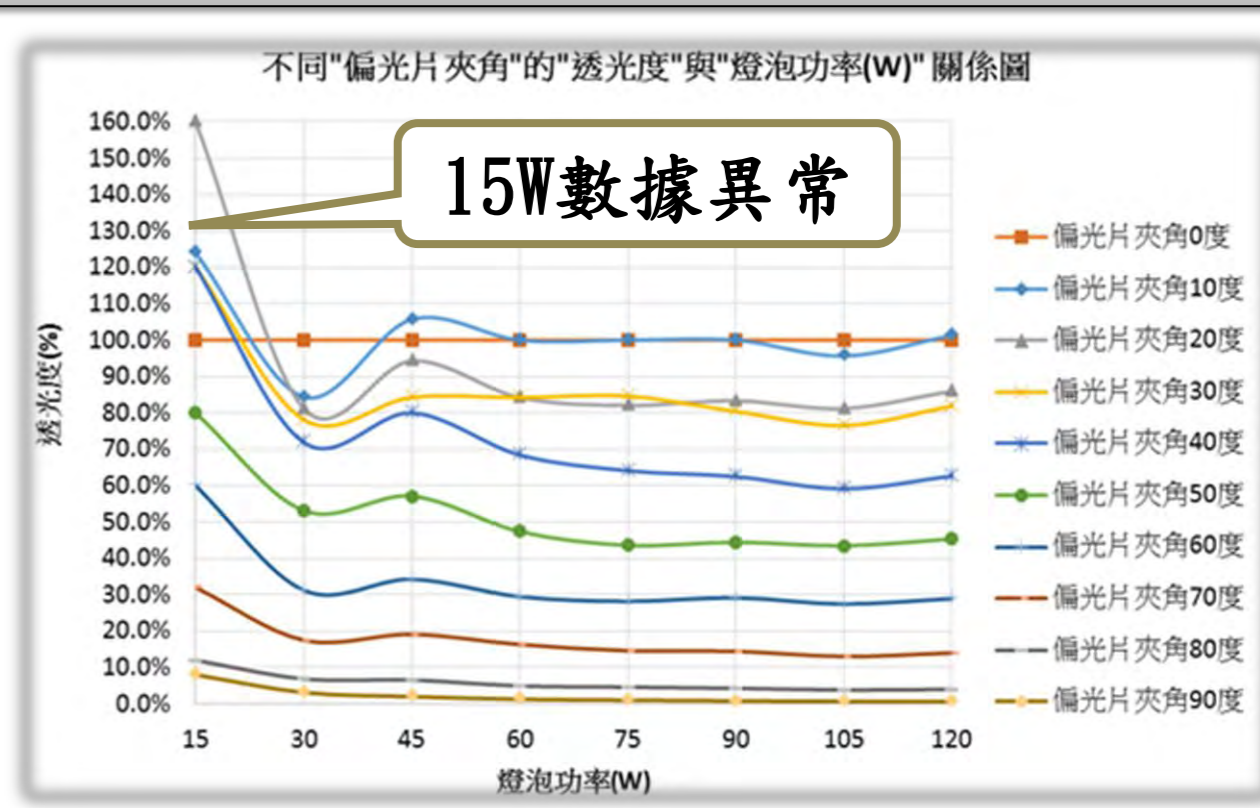
【實驗結果與討論】

- 1.實際測量的觀測數據與關係圖如下：
- 2.因為可變電阻在燈泡設定為15W操作時不穩定的關係，燈泡照度出現異常的閃爍現象，所以燈泡15W相關測試數據不準確，必須捨棄。

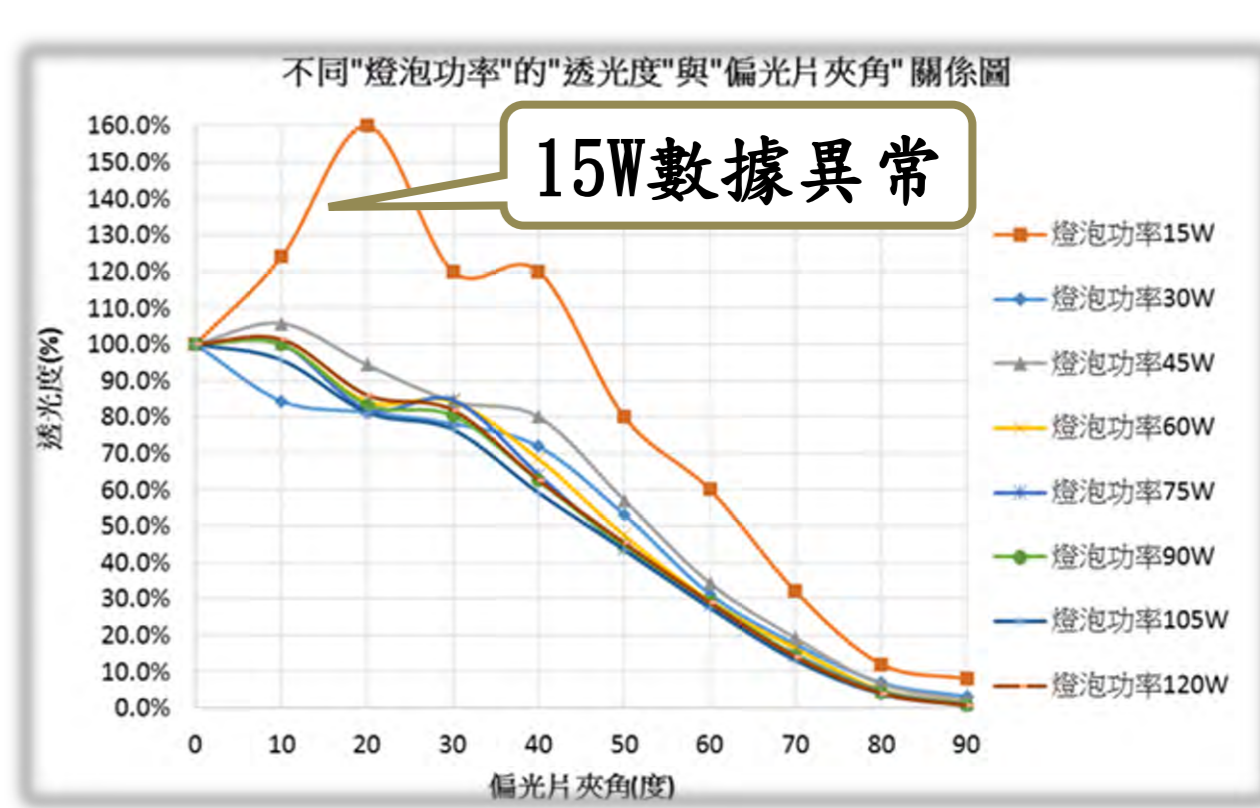
燈泡透光照度(lux)	燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
		偏光片夾角0度	25	160	350	950	1950	3600	5750
偏光片夾角10度		31	135	370	950	1950	3600	5500	7600
偏光片夾角20度		40	130	330	800	1600	3000	4670	6450
偏光片夾角30度		30	125	295	800	1600	2895	4400	6140
偏光片夾角40度		30	115	280	650	1250	2250	3400	4700
偏光片夾角50度		20	85	200	450	850	1600	2500	3400
偏光片夾角60度		15	50	120	280	550	1050	1580	2170
偏光片夾角70度		8	28	67	155	285	520	750	1050
偏光片夾角80度		3	11	23	47	90	154	220	300
偏光片夾角90度		2	5	7	12	20	30	40	50



透光度(%)	燈泡功率(W)	15	30	45	60	75	90	105	120
		偏光片夾角0度	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
偏光片夾角10度		124.0%	84.4%	105.7%	100.0%	100.0%	100.0%	95.7%	101.3%
偏光片夾角20度		160.0%	81.3%	94.3%	84.2%	82.1%	83.3%	81.2%	86.0%
偏光片夾角30度		120.0%	78.1%	84.3%	84.2%	84.6%	80.4%	76.5%	81.9%
偏光片夾角40度		120.0%	71.9%	80.0%	68.4%	64.1%	62.5%	59.1%	62.7%
偏光片夾角50度		80.0%	53.1%	57.1%	47.4%	43.6%	44.4%	43.5%	45.3%
偏光片夾角60度		60.0%	31.3%	34.3%	29.5%	28.2%	29.2%	27.5%	28.9%
偏光片夾角70度		32.0%	17.5%	19.1%	16.3%	14.6%	14.4%	13.0%	14.0%
偏光片夾角80度		12.0%	6.9%	6.6%	4.9%	4.6%	4.3%	3.8%	4.0%
偏光片夾角90度		8.0%	3.1%	2.0%	1.3%	1.0%	0.8%	0.7%	0.7%



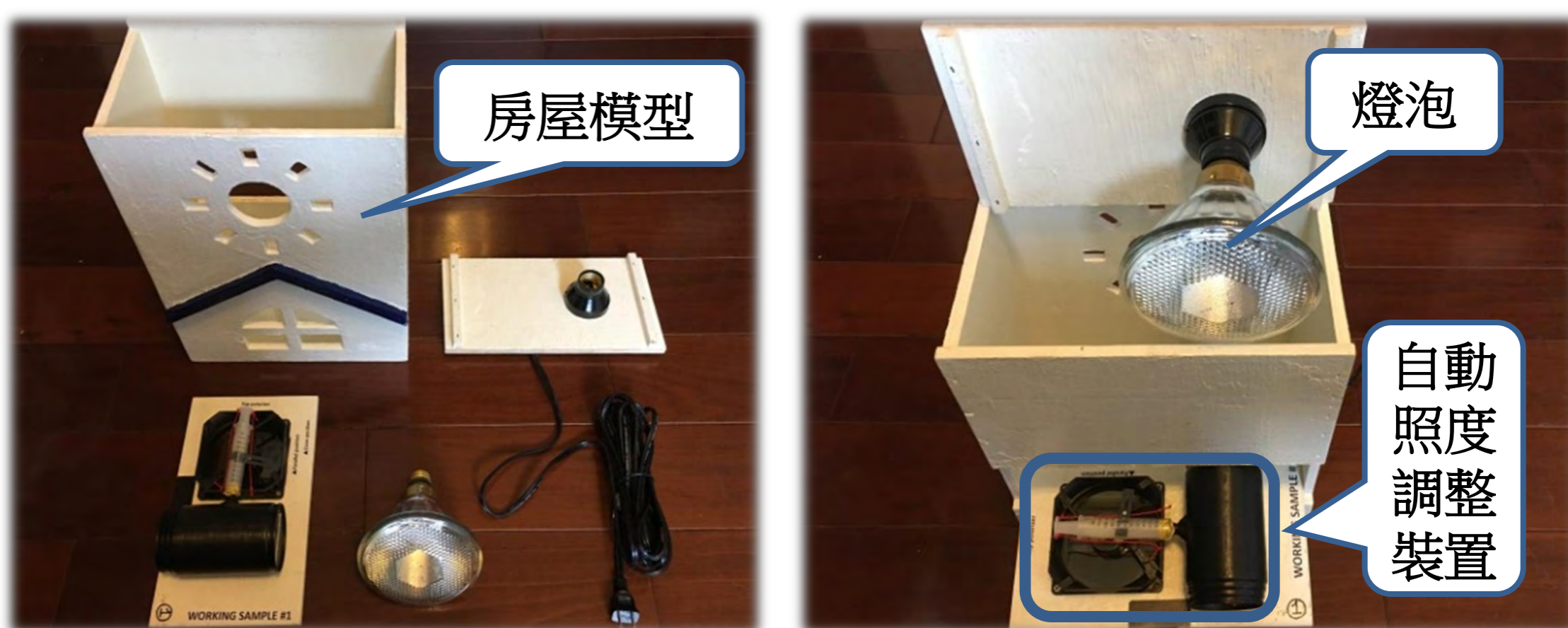
透光度(%)	偏光片夾角(度)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
		燈泡功率15W	100.0%	124.0%	160.0%	120.0%	120.0%	80.0%	60.0%	32.0%	12.0%
燈泡功率30W		100.0%	84.4%	81.3%	78.1%	71.9%	53.1%	31.3%	17.5%	6.9%	3.1%
燈泡功率45W		100.0%	105.7%	94.3%	84.3%	80.0%	47.4%	29.5%	16.3%	4.9%	1.3%
燈泡功率60W		100.0%	100.0%	84.2%	84.2%	68.4%	47.4%	28.2%	14.6%	4.6%	1.0%
燈泡功率75W		100.0%	100.0%	82.1%	84.6%	64.1%	43.6%	28.2%	14.4%	4.3%	0.8%
燈泡功率90W		100.0%	100.0%	83.3%	80.4%	62.5%	44.4%	28.2%	14.4%	4.3%	0.8%
燈泡功率105W		100.0%	95.7%	81.2%	76.5%	58.1%	43.5%	27.5%	13.0%	3.8%	0.7%
燈泡功率120W		100.0%	101.3%	86.0%	81.9%	62.7%	45.3%	28.9%	14.0%	4.0%	0.7%



- 3.由數據分析可知，無論燈泡功率高低，偏光片透光度與夾角成反比。
- 4.偏光片夾角越大時，偏光片透光度越低。

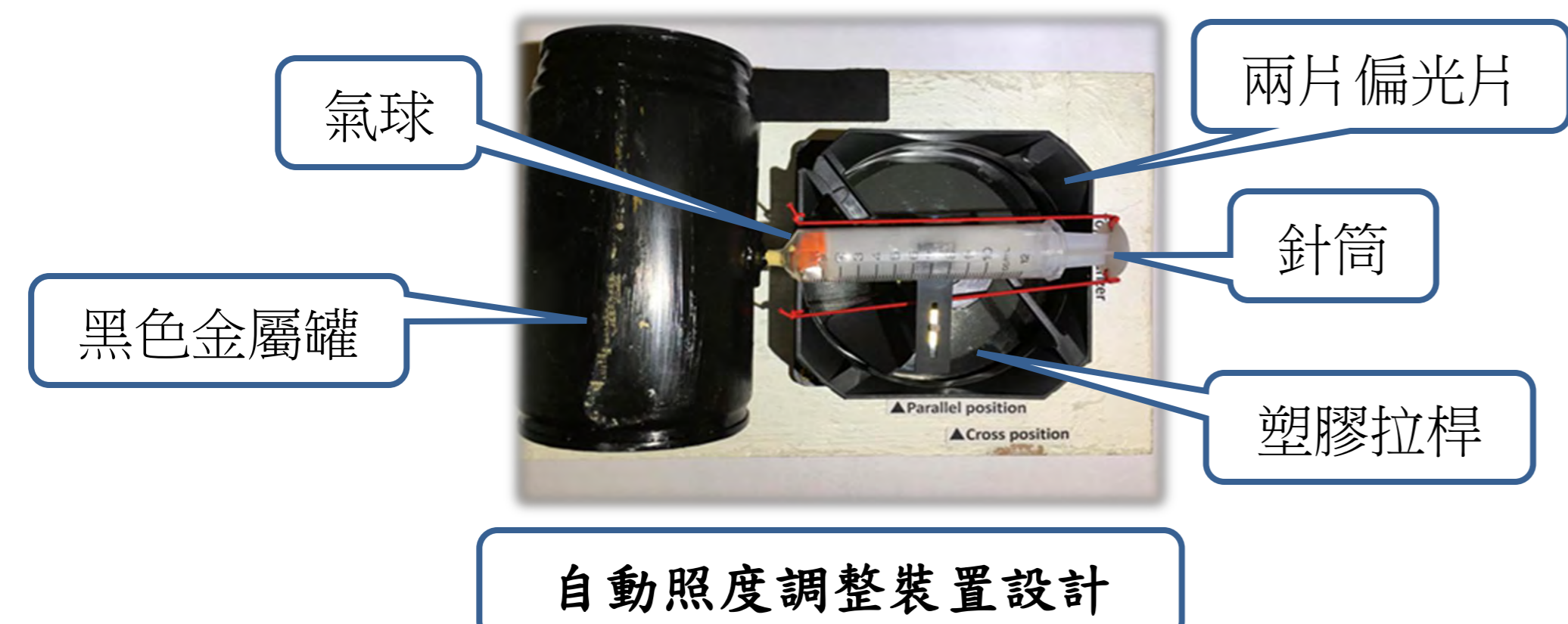
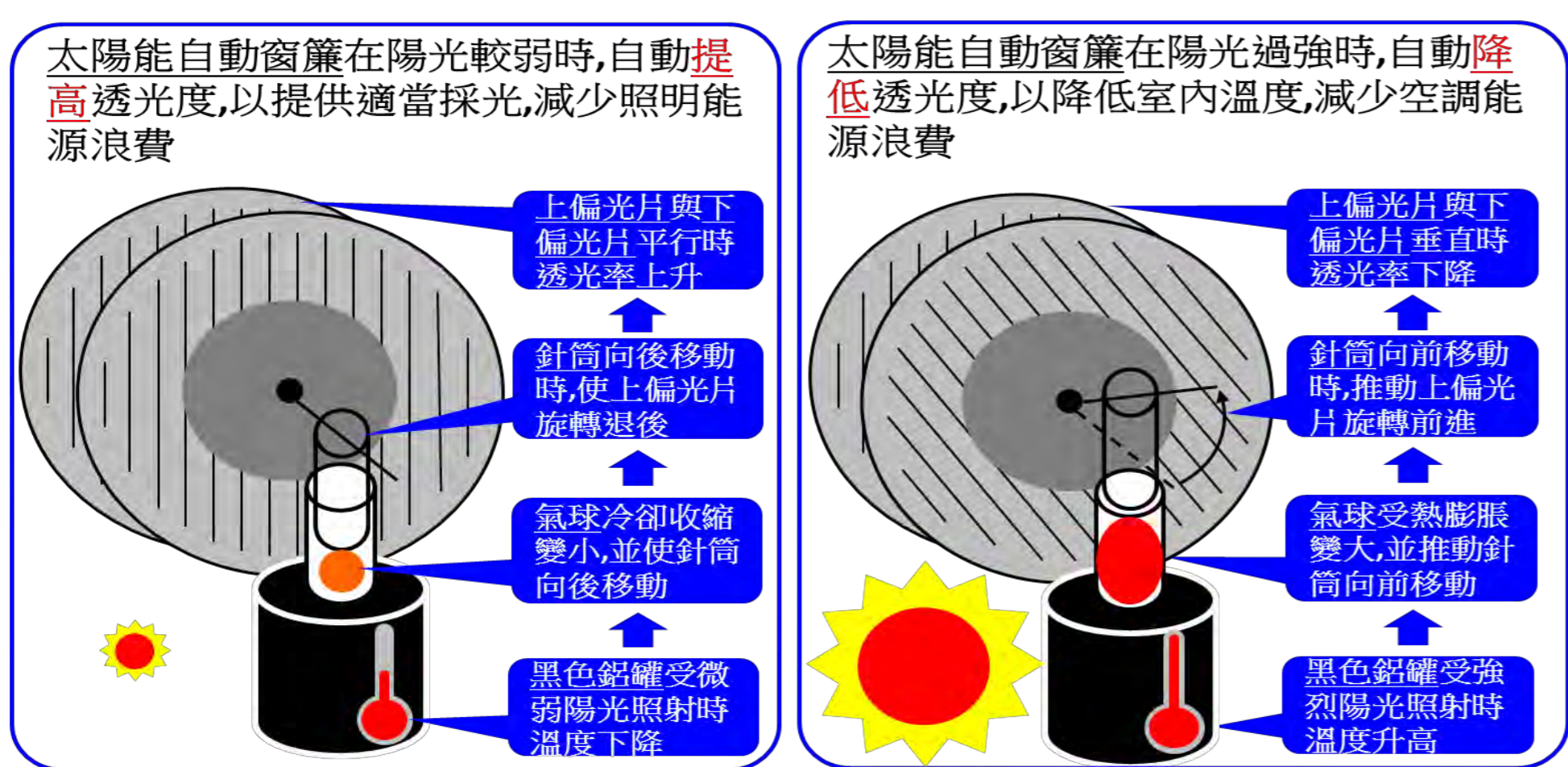
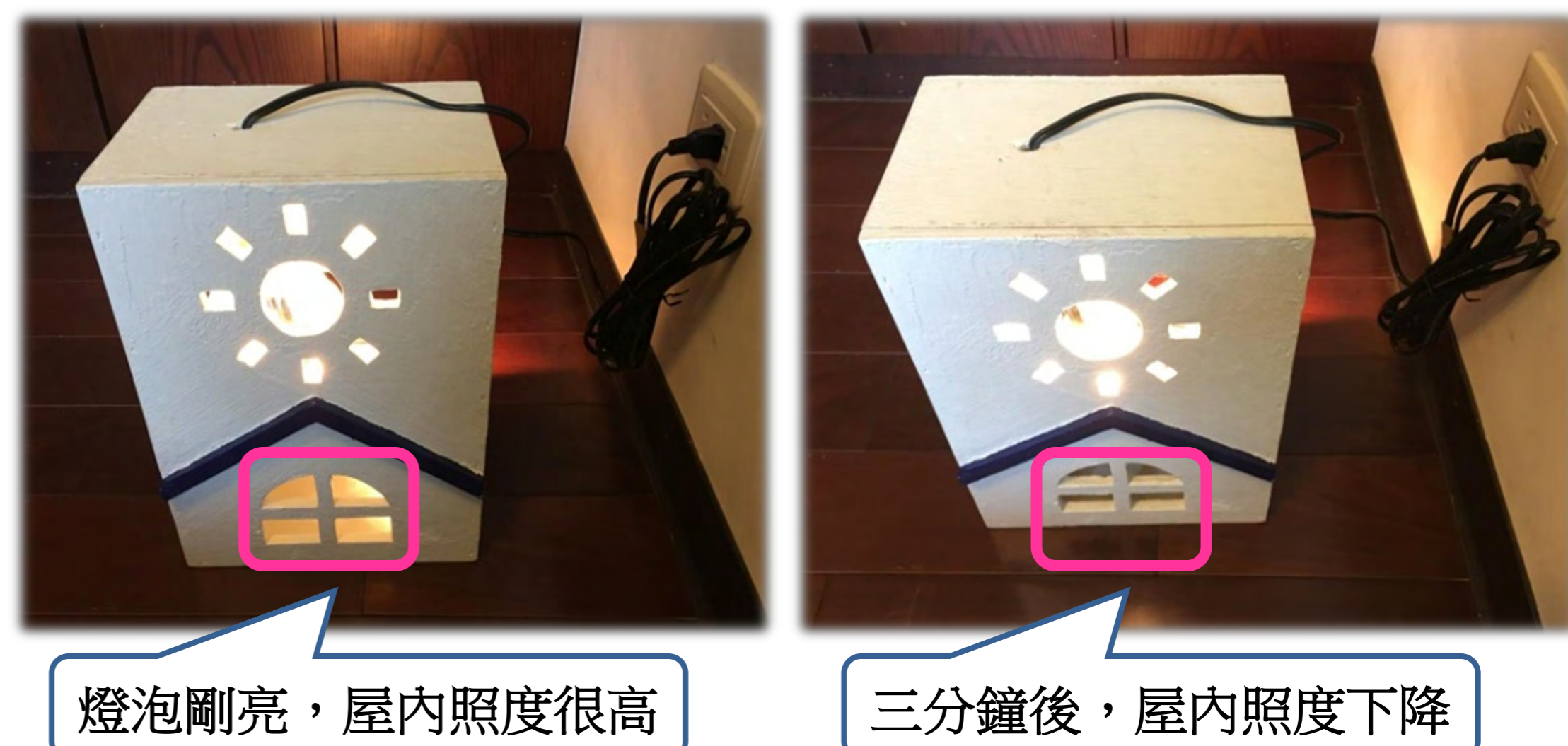
【實驗步驟】

- 運用黑色金屬罐與偏光鏡製作自動照度調整裝置。
 (1) 將針筒插入黑色金屬罐中，並於針筒另一側連接氣球。
 (2) 利用氣球的膨脹透過【塑膠拉桿】推動偏光片。



【實驗結果與討論】

- 燈泡剛點亮時，房屋模型內的照度很高，約3分鐘後，自動照度調整裝置上的黑色金屬罐受到燈泡照設溫度上升，氣球體積變大，推動兩個偏光片相互旋轉，導致透光度降低，使房屋模型內的照度明顯降低。
- 由此觀察結果可知，自動照度調整裝置不需要耗費其他能源，只要吸收光照就可以自動改變透光度，在房屋外部照度變高時，讓房屋內部的照度不會上升。



- 運用自動照度調整裝置測試模型屋內照度變化
 (1) 使用木板製作一個房屋模型，用120W燈泡代替太陽。
 (2) 將自動照度調整裝置放在燈泡與房屋之間。
 (3) 打開電燈，並觀察房屋內照度是否有改變。

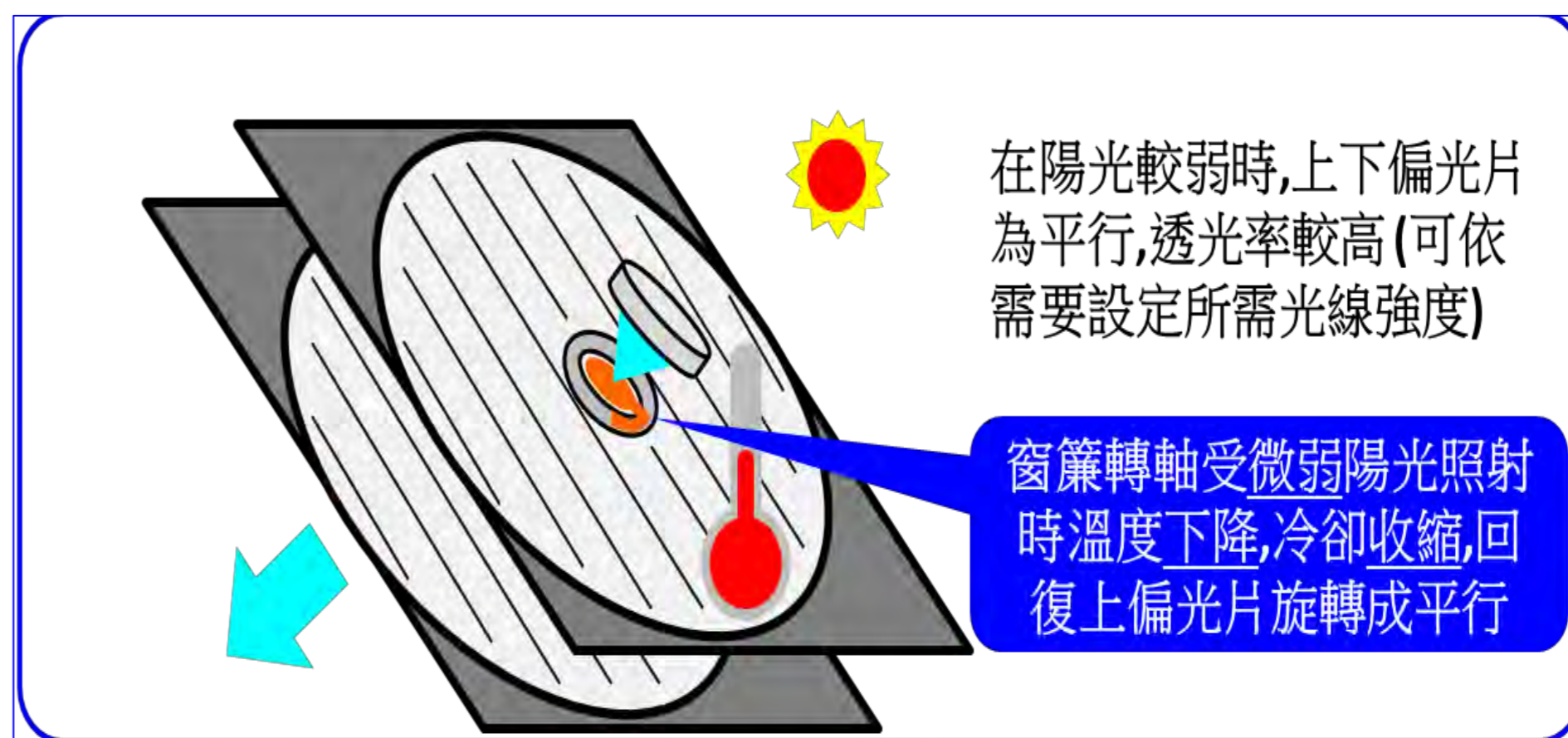
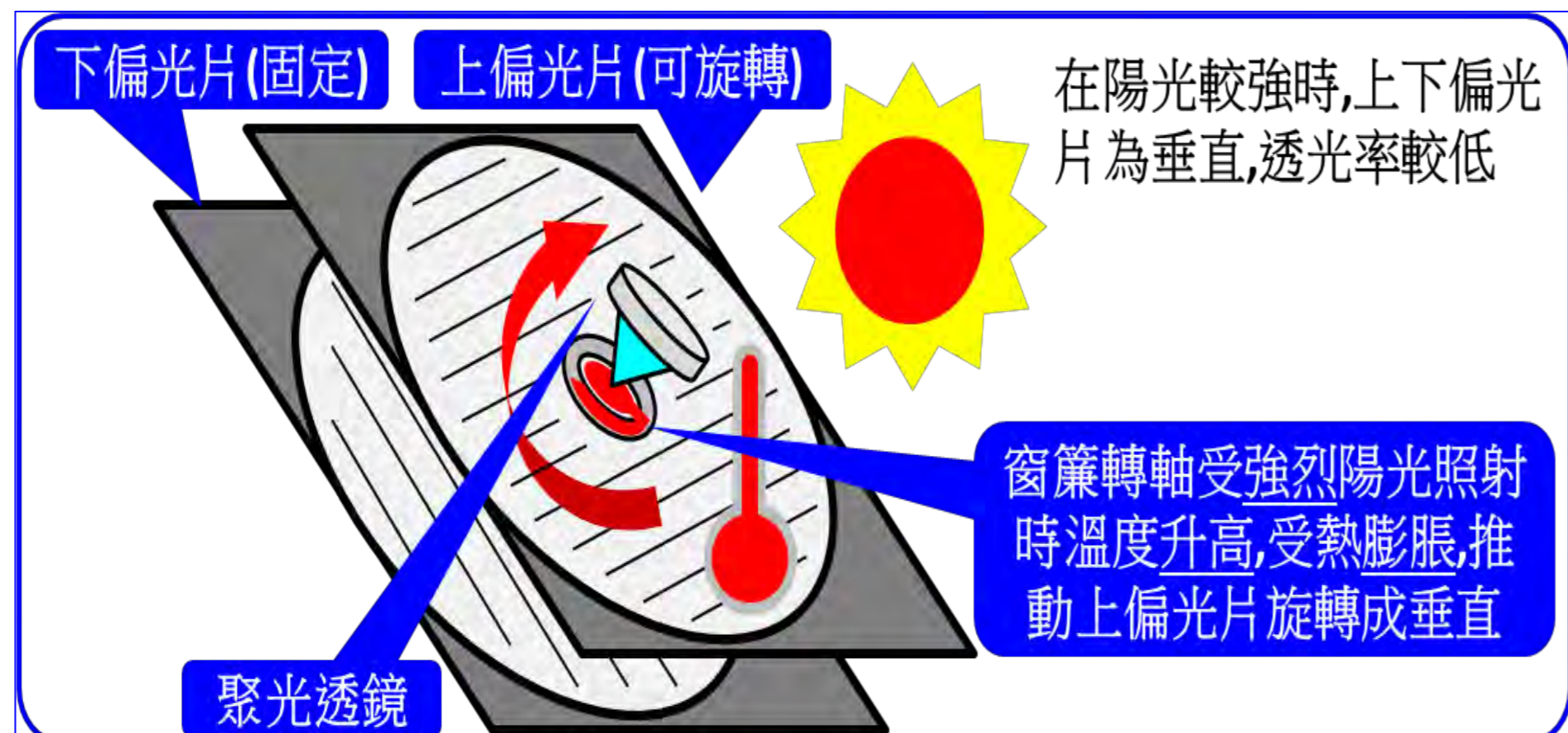
伍、結論

一、自動遮陽簾可以保持舒適光照度

- 利用偏光片、黑色吸熱與空氣受熱膨脹原理，可以設計出自動調整照度的裝置。
- 此裝置無須消耗外部能源，可自動依據屋外光照度調整透光度，達到室內隨時有舒適光照度的狀態。

二、產品優化設計

- 依據自動照度調整裝置的雛形，可以再進一步優化設計成便於使用的產品，自動遮陽簾設計圖如下。



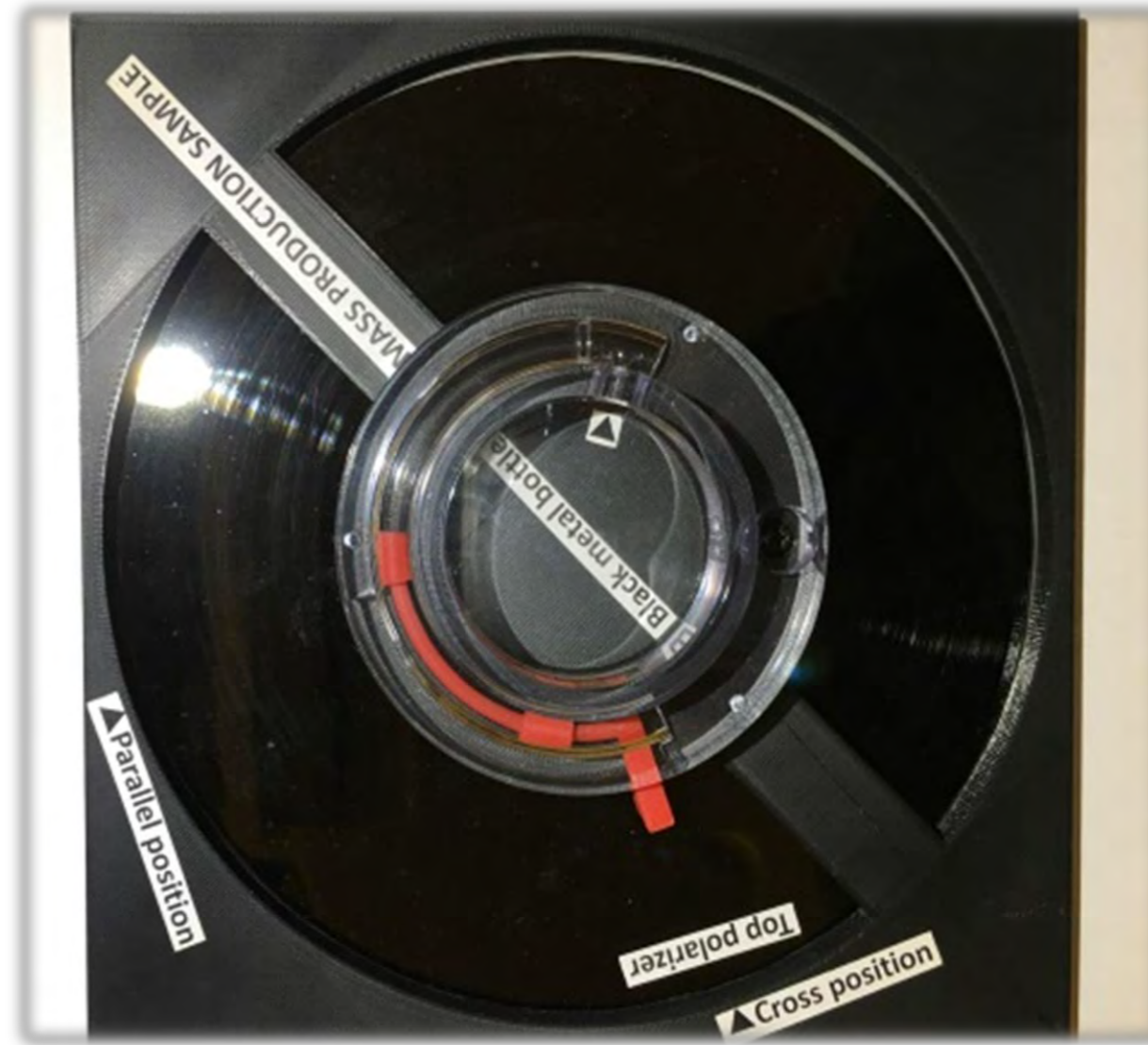
- 太陽能自動窗簾偏光片夾角0度位置，透光度最高；夾角90度位置，透光度最低。



用3D列印製作太陽能自動窗簾裝置



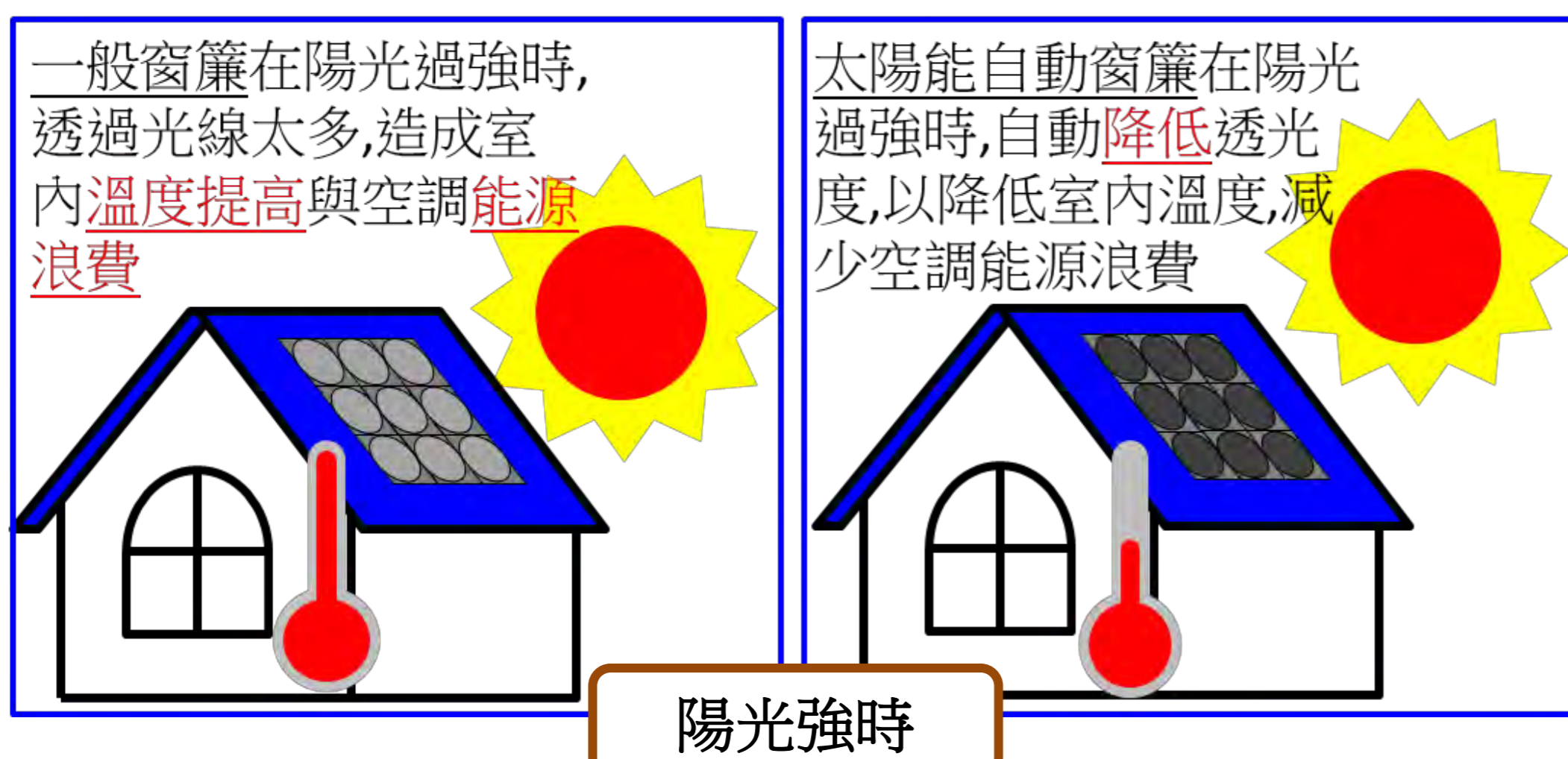
偏光片夾角 0 度



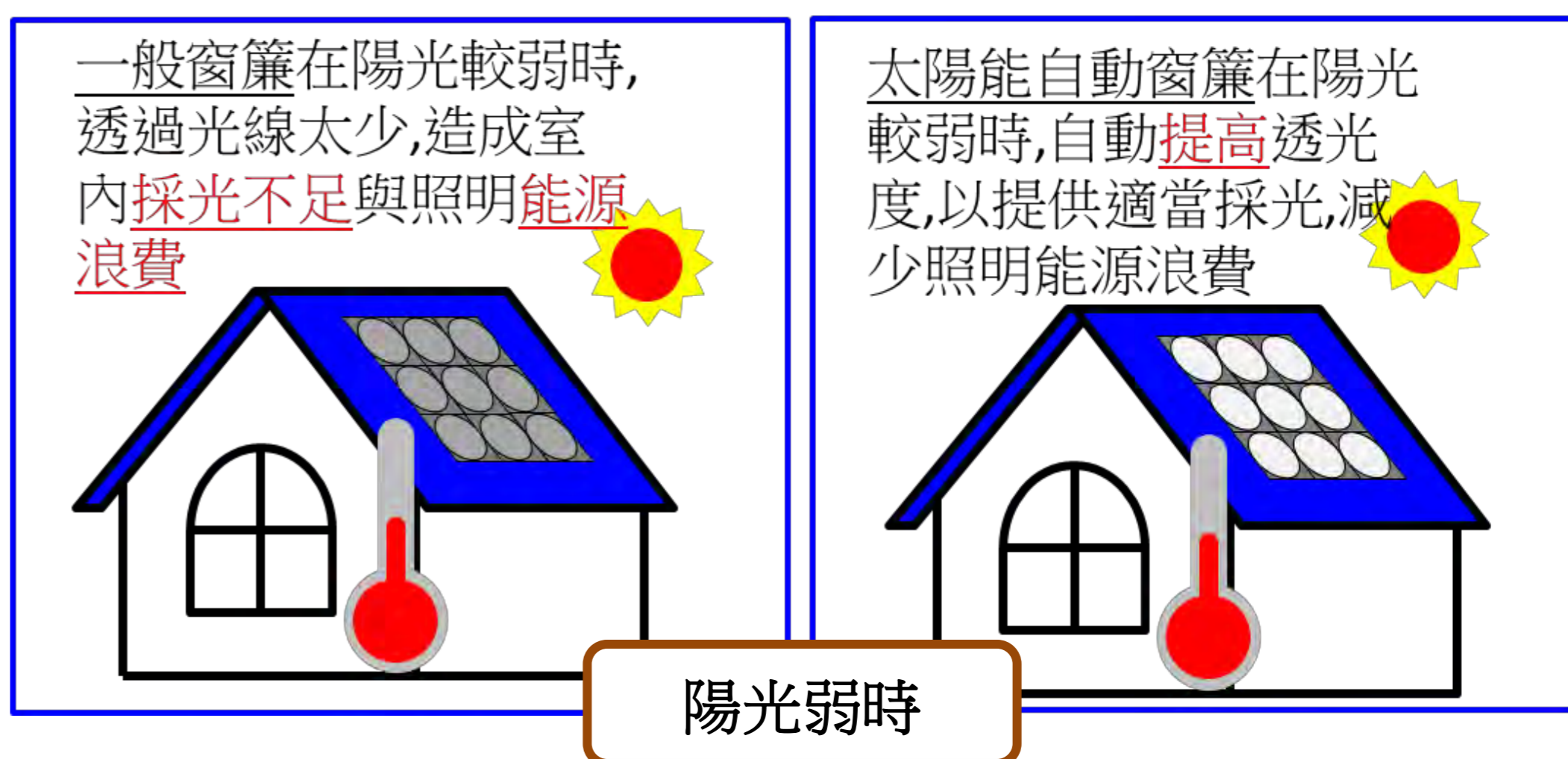
偏光片夾角 90 度

三、產品實際應用

- 太陽能自動窗簾在陽光過強時，自動降低透光度，以降低室內溫度，減少空調能源浪費。
- 太陽能自動窗簾在陽光較弱時，自動提高透光度，以提供適當採光，減少照明能源浪費。



陽光強時



陽光弱時

陸、參考資料

- 康軒版自然與生活科技第三冊，編寫：王美芬等，出版社：康軒文教事業
- 康軒版自然與生活科技第五冊，編寫：王美芬等，出版社：康軒文教事業
- 康軒版自然與生活科技第七冊，編寫：王美芬等，出版社：康軒文教事業
- 120自然科學實驗，作者：珍妮絲·文克勞馥，譯者：張麗瓊、陳育仁，圖畫：蔡嘉驊
- 52四季科學實驗，作者：珍妮絲·文克勞馥、珍妮絲·文克勞馥，譯/程悅君、姚念祖 圖/蔡嘉驊、游鳳珠
- 學校教室照明與節能參考手冊，監修：陳志傑，發行人：杜正勝，出版者：教育部