

# 一瓶子的日光-太陽能瓶燈泡

## 摘要：

菲律賓的「一公升的光」計劃造福了貧群社區缺少亮光的人們，而且只用一個常見的寶特瓶，不需花什麼錢，這個裝置真是神奇。我們實驗發現，媽媽那一代用的「天窗」只是一片玻璃，光線不會散射，明亮界線分明，亮的地方太亮，暗的地方太暗，比不上太陽能瓶燈泡光線柔和且照射面積廣。我們也發現裝滿水、露出屋頂 2/3、瓶子大一點、屋頂可以反射光線的太陽能瓶效果最好。

## 壹、研究動機

報紙報導菲律賓的首都馬尼拉有數以百萬計的貧民生活在黑暗中，連白天也一片黑暗。平常指用蠟燭和煤油燈，常常引發火災。當地有個團體發起了「一公升的光」(A Liter of Light) 活動，就是將一個裝滿水的透明寶特瓶裝在屋頂上，使陽光照進屋內，就像是一盞燈。亮度相當於 55 瓦至 60 瓦的燈泡。我們覺得很好玩，因此想研究看看。

## 貳、研究目的

- 一、初探太陽能瓶燈泡的特性與原理。
- 二、比較天窗與太陽能瓶燈的運作效果。
- 三、探討影響太陽能瓶燈的變因。

## 參、研究設備及器材

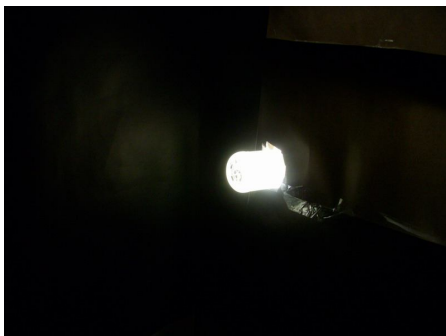
寶特瓶、瓦楞板、壁報紙、玻璃片、燈、鐵架、紙箱、量角器、線香、雷射筆、照度計。

## 肆、研究過程與結果：

### 研究目的一：初探太陽能瓶燈泡的特性與原理

#### 研究一：實際體驗太陽能瓶燈泡的效用

- 一、太陽瓶燈是應用在非律賓貧窮社區的鐵皮屋，我們想找一間可以實際裝上太陽瓶燈的屋子或房間，親自體驗它的效用，但卻找不到。
- 二、我們找活動中心一間南面有窗戶的廁所，太陽可以照在窗戶上，將太陽瓶燈裝在窗戶上，看起來就像太陽斜射太陽瓶燈。(相片一)
- 三、把太陽能瓶燈泡拿掉，只剩下圓洞，比較室內光線的異同。(相片二)



相片一



相片二

### 結果：

- 一、太陽能瓶燈泡可以讓陽光穿透進來，真的有發光的感覺。
- 二、用太陽瓶燈感覺光線比較柔和，照亮的地方比較大，沒有太陽瓶燈，陽光比較集中比較亮，但照到的地方比較小，可以明顯看到亮暗界線。

### 研究二：瓶子中有無裝水的差異

- 一、將研究一瓶子中的水倒掉，使剩下空瓶，觀察其差異。(相片三)
- 二、拿兩瓶相同礦泉水寶特瓶，一瓶裝水，一瓶不裝。拿到陽光下，觀察其照射陽光的情形。(相片四)



相片三



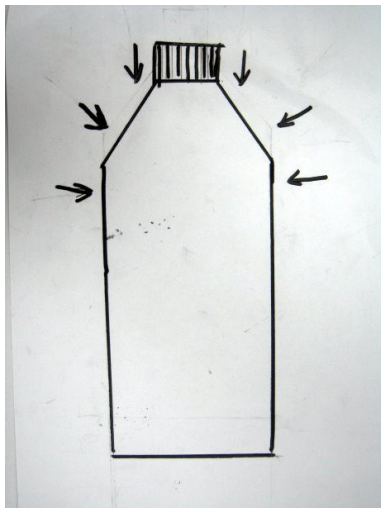
相片四

### 結果：

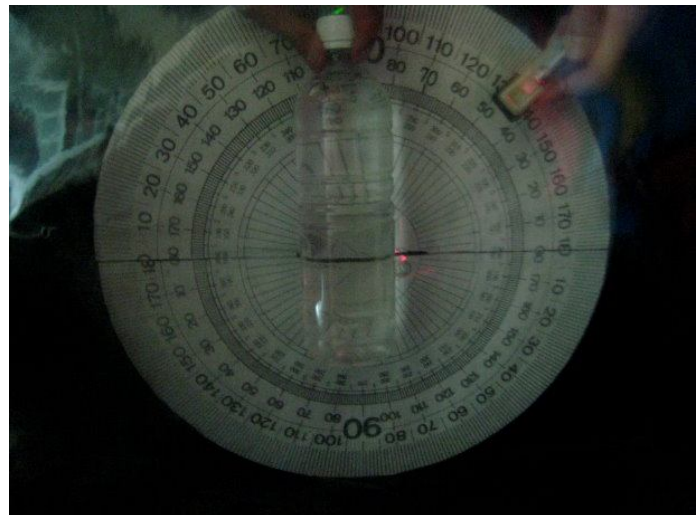
- 一、沒裝水的太陽瓶燈看起來較亮，照進來光線也較集中，照到面積較小。
- 二、拿到陽光下照射，瓶子內側有很多轉折凹凸處會反射陽光，看起來較亮，沒裝水的空瓶子則不會。

### 研究三：能不能用雷射筆看到照進太陽能瓶燈泡的光線

- 一、用雷射筆分別從不同的角度有裝水、無裝水的太陽瓶燈。(如圖一)
- 二、雷射筆先固定好位置，紀錄地面光點位置(相片五)，將太陽瓶燈放置於雷射筆於光點間，使其照射不同角度的不同位置，觀察照射情形。



圖一



相片五

### 結果：

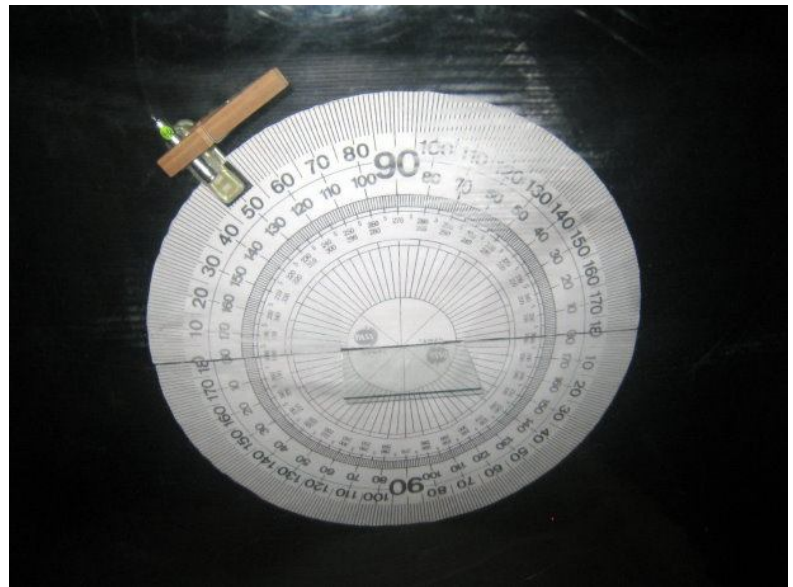
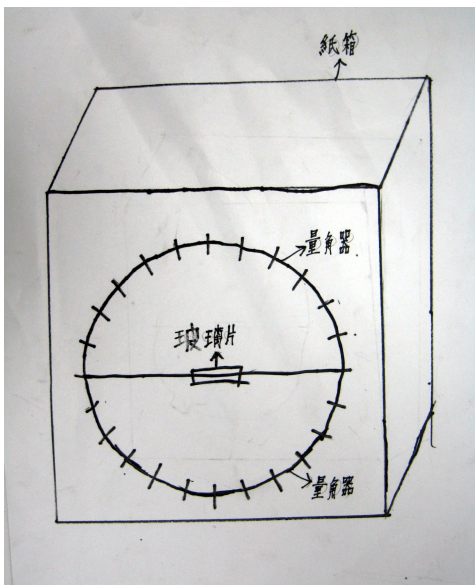
- 一、雷射光穿過裝水的太陽能瓶燈泡後，光點會散開得比較大，而且光點不會落在原來照射的地方，也就是產生了折射現象，但沒有看到反射的光點，可見太陽瓶燈照進屋子，主要是折射和散射的現象。
- 二、沒裝水的太陽瓶光點比較集中，折射角度沒有很明顯。

### 研究目的二：比較天窗與太陽能瓶燈泡的運作效果

有一位夥伴將我們做的主題回家告訴媽媽，媽媽說他小時候家裡屋頂有一個洞裝上玻璃，陽光可以照進來，叫做天窗。天窗和太陽瓶燈的光線如何運行，效果誰比較好呢？

### 研究四：比較天窗與太陽瓶燈的光線行進路線

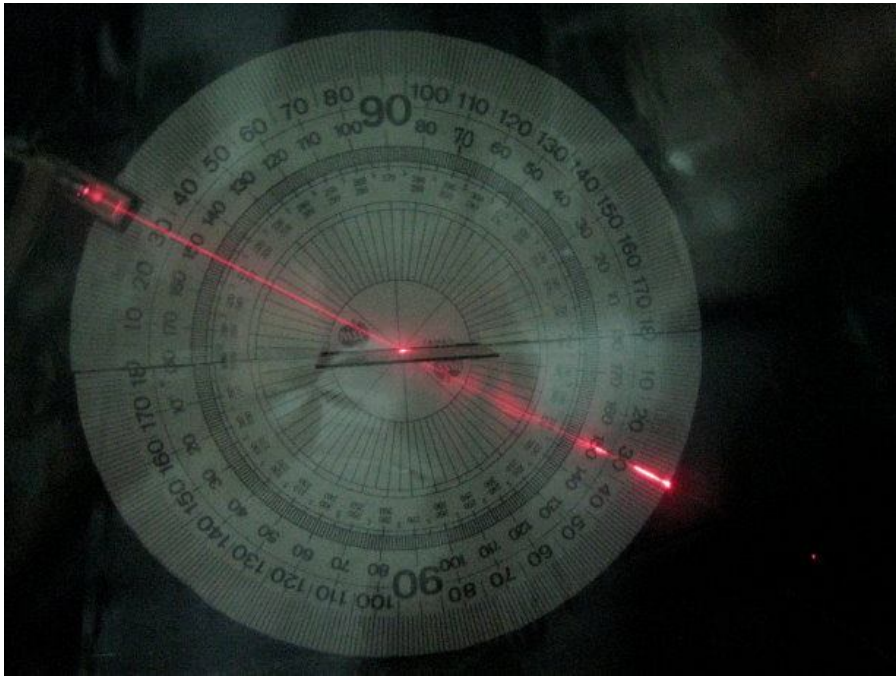
- 一、我們先設計一個實驗箱，設計圖如圖二，先裝上玻璃片進行實驗(相片六)



圖二 光線實驗箱設計圖

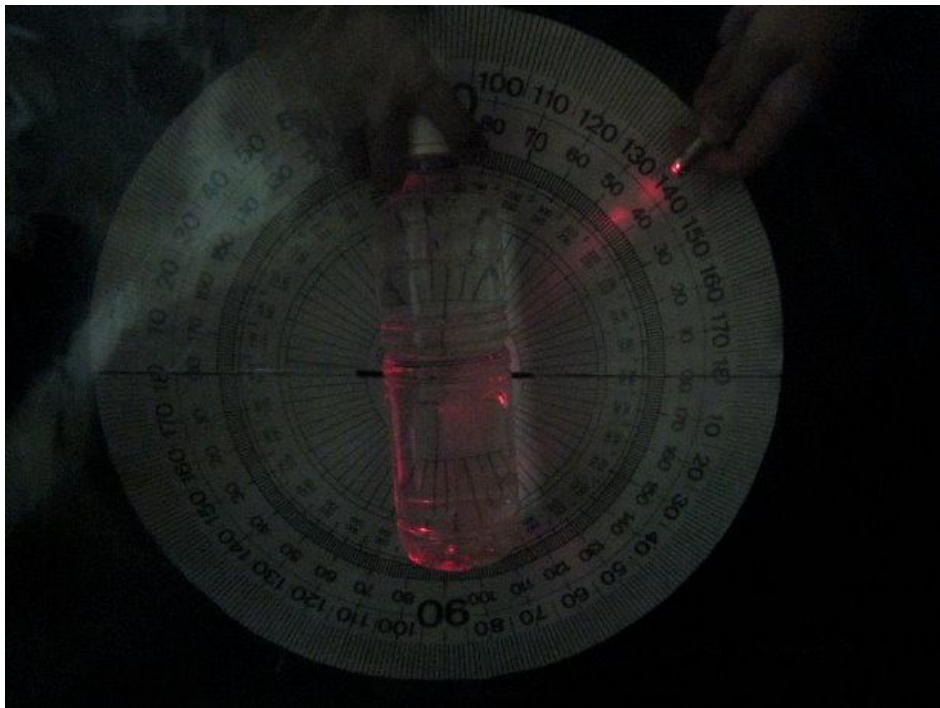
相片六

- 二、分別從  $15^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $90^\circ$  等位置射出雷射光，在箱內點燃線香收集煙霧，觀察光線反射折射情形(相片七)。



相片七

三、拿下玻璃片，在箱子中央綁上鐵絲用以固定太陽能瓶，以雷射筆照射，觀察太陽能瓶光線的行進情形。(相片八)



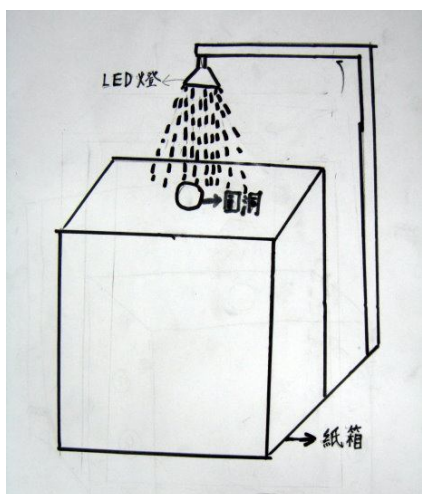
相片八

結果：

- 一、天窗受雷射筆照射，光線依然保持集中，反射角和折射角都跟入射角差不多，沒太大偏折。
- 二、太陽能瓶受雷射筆照射後，光線會散開以及偏折，瓶身甚至帶著雷射光的紅色，反射折射光線看起來不明顯。

### 研究五：天窗和太陽瓶燈照射室內亮光分布情形。

- 一、設計另一個實驗室在屋內的三個位置分別利用照度計測量光度(相片八)。(1)號位置在地面中央，(2)號位置在兩面牆的夾角地面，(3)號位置在二號對面牆的正中央地面，設計圖如圖三。



圖三 模擬屋子實驗箱設計圖



相片八

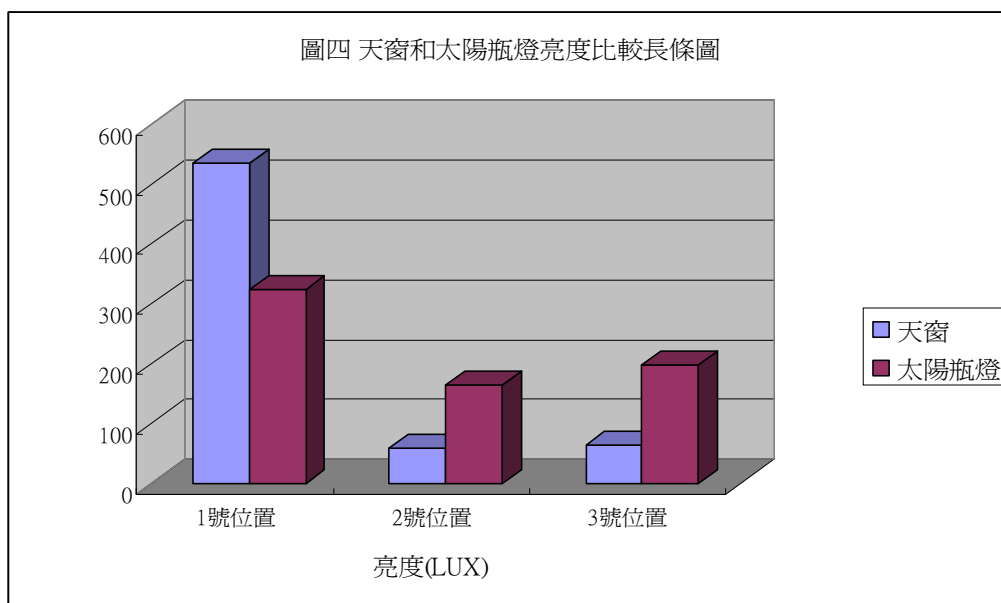
- 二、距離箱頂孔洞 40cm 處裝一圓徑大於孔洞的 LED 燈泡(相片九)，圓洞裝置太陽能瓶後，用 LED 燈照射。



相片九

- 三、照度計的感應平面向上，測量三個位置的亮度。將結果記錄於表一，並畫出統計圖如圖四。

表一 天窗和太陽瓶燈照亮屋子亮度紀錄表		單位：LUX	
	1 號位置	2 號位置	3 號位置
天窗	537	58	64
太陽瓶燈	325	164	198



結果：

天窗和太陽能瓶都是中央位置最亮，兩個角落比較暗。但是天窗的明亮差異比較大，太陽瓶燈角落比天窗亮。

### 研究目的三：探討影響太陽瓶燈的變因

#### 研究六：水量多少對太陽瓶燈亮度的影響

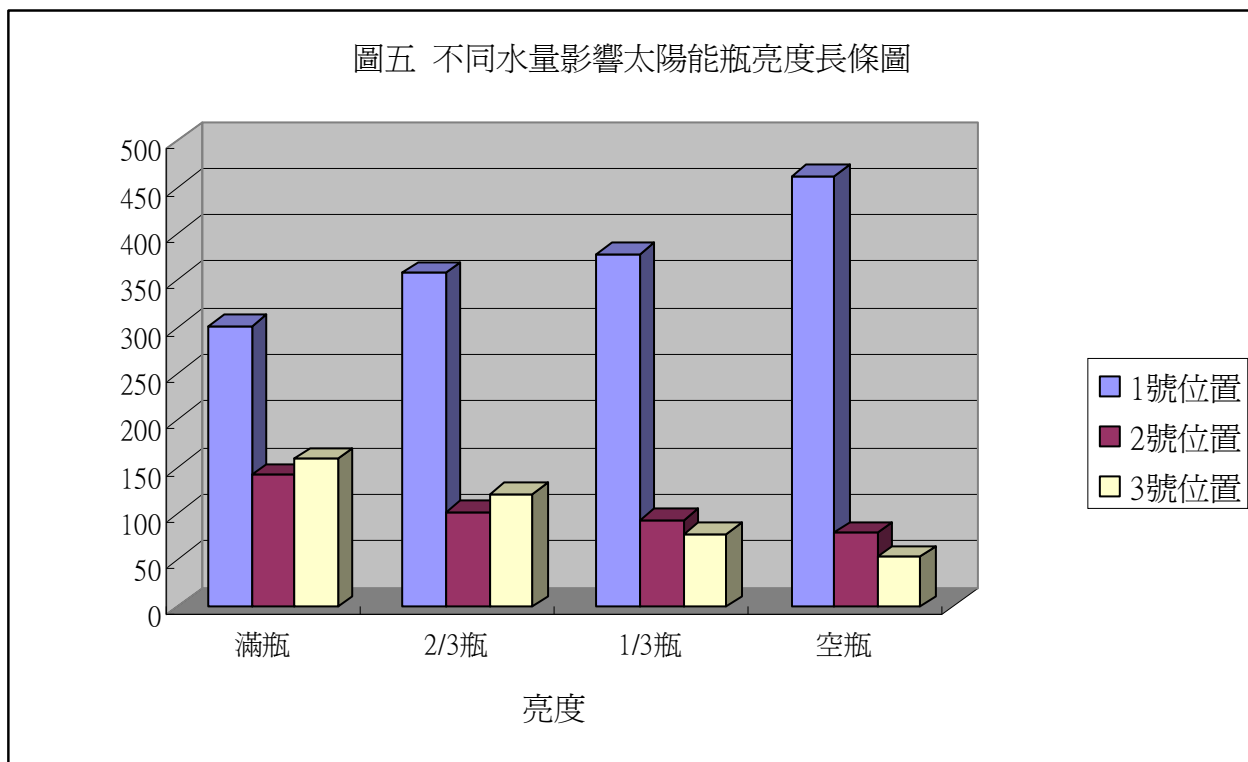
一、我們分別用寶特瓶裝不同的水量，使形成滿瓶、2/3、1/3、空瓶(相片十)，再依照研究五的方式用 LED 燈照射，再用照度計測量亮度。



相片十

二、測量亮度後將結果記錄於表二，畫出統計圖如圖五。

	1 號位置	2 號位置	3 號位置
滿瓶	302	142	159
2/3 瓶	358	102	121
1/3 瓶	379	94	78
空瓶	462	79	54



**結果：**

空瓶是最集中光線，其次是 1/3 瓶，再來是 2/3 瓶，滿瓶在房子中央雖沒有特別亮，但整間房間的亮度比較平均柔和。

**研究七：露出屋頂比例對太陽瓶燈亮度的影響**

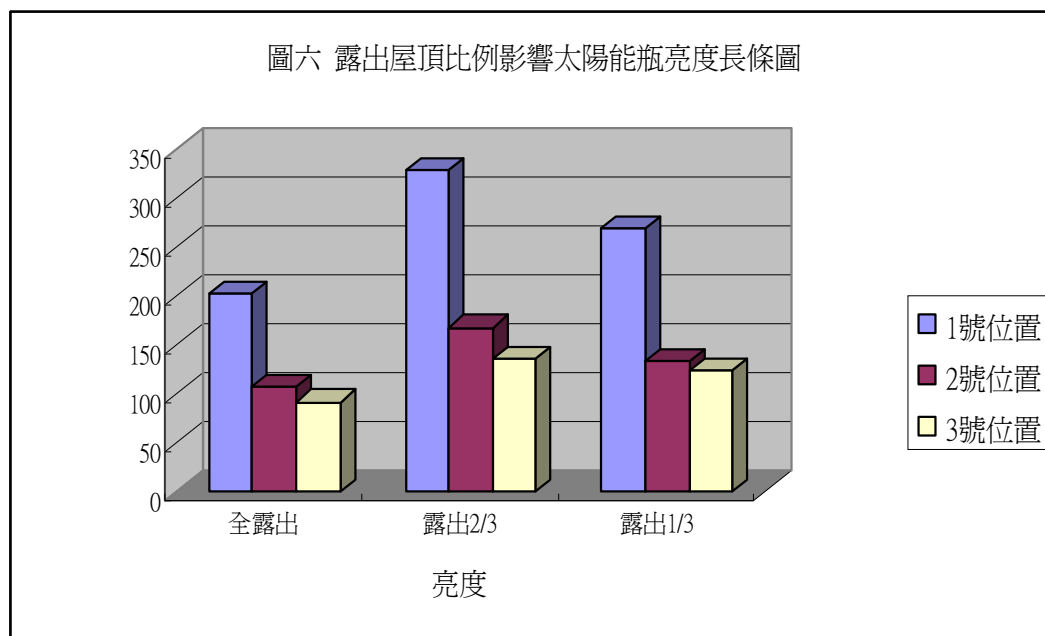
一、我們控制太陽瓶燈露出屋頂的比例，分別為全露出、露出 2/3、露出 1/3(相片十一)，再依照研究五的方式用 LED 燈照射，再用照度計測量亮度。



相片十一

二、測量亮度後將結果記錄於表三，畫出統計圖如圖六。

	1 號位置	2 號位置	3 號位置
全露出	202	107	92
露出 2/3	328	168	136
露出 1/3	268	134	124



結果：

露出 2/3 瓶的亮光最亮，也很平均。

### 研究八：瓶子大小對太陽瓶燈亮度的影響

- 一、我們控制太陽瓶燈瓶子大小分為大瓶子、小瓶子(相片十二)，再依照研究五的方式用 LED 燈照射，再用照度計測量亮度。

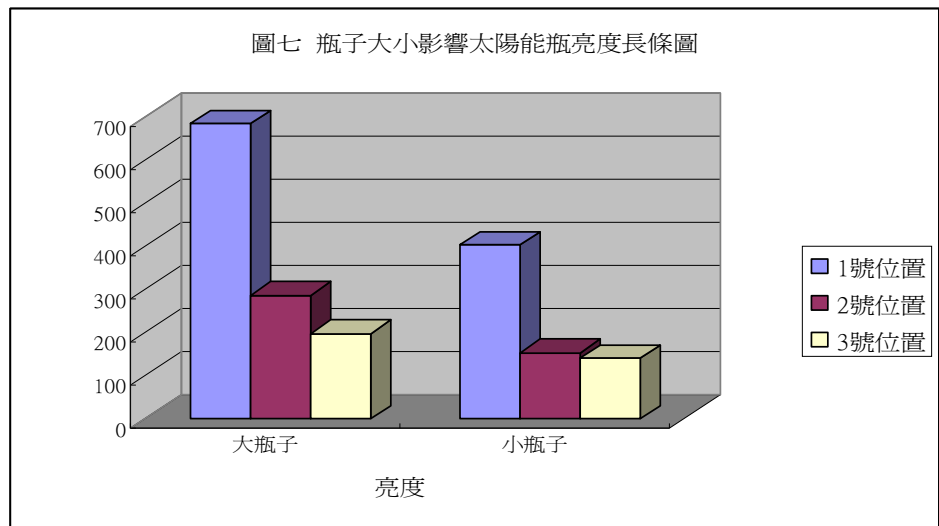


相片十二

- 二、測量亮度後將結果記錄於表四，畫出統計圖如圖七。

表四 瓶子大小照亮屋子亮度紀錄表			單位：LUX
	1 號位置	2 號位置	3 號位置
大瓶子	682	286	197
小瓶子	401	153	140



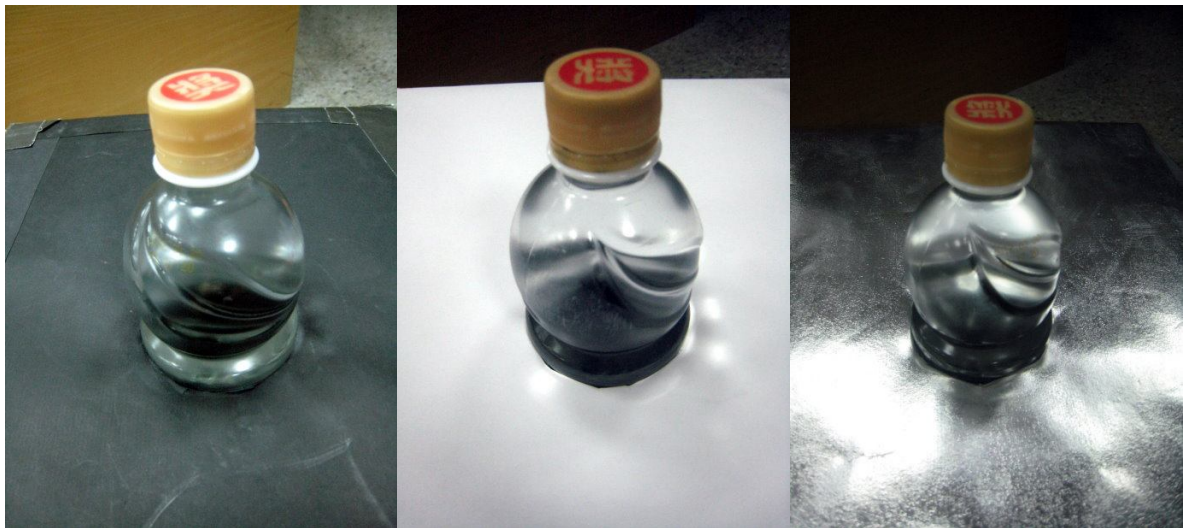


結果：

大瓶子的照明效果明顯比小瓶子好。

### 研究九：屋頂反射光對太陽瓶燈亮度的影響

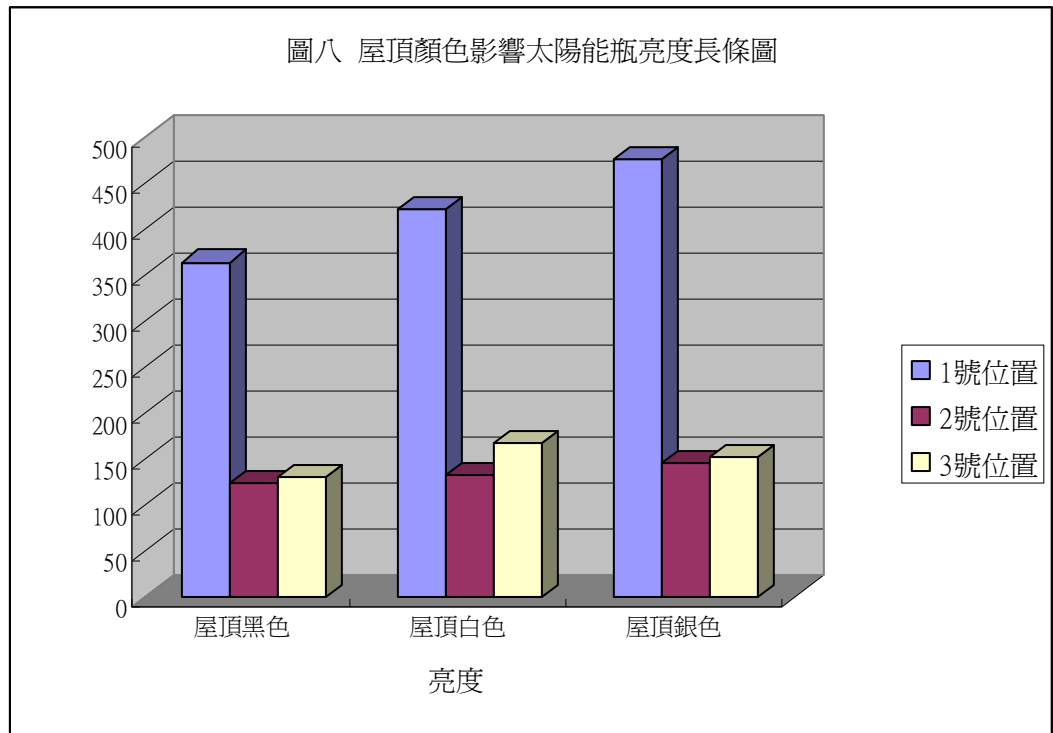
一、我們控制屋頂的顏色為黑色、白色、銀色(相片十三)，再依照研究五的方式用LED燈照射，再用照度計測量亮度。



相片十三

二、測量亮度後將結果記錄於表五，畫出統計圖如圖八。

	1號位置	2號位置	3號位置
屋頂黑色	364	124	131
屋頂白色	421	132	167
屋頂銀色	475	146	152



結果：

屋頂的反射光對太陽能瓶的亮度有影響，銀色光澤的屋頂最有幫助，使太陽瓶燈最亮，其次是白色屋頂，黑色屋頂最差。

## 伍、 討論

- 一、太陽能瓶燈泡是最近在菲律賓積極推動的一項幫助貧民社區的活動，雖然跟光的現象有關，但如何解開從寶特瓶發出光的學理，還有很大的研究空間。我們從網路只有找到相關媒體報導，沒查到太多資料。
- 二、我們還有很多想研究，可惜起步太晚，有點來不及。但這個主題真的很有趣，我們會繼續努力。

## 陸、 結論

- 一、菲律賓首都馬尼拉附近的貧民社區開啓了一個「一公升的光」計畫，將一個裝滿水的透明寶特瓶裝在屋頂上，使陽光照進屋內，就像是一盞燈，照亮了貧民區許多家庭。
- 二、用太陽瓶燈感覺光線比較柔和，照亮的地方比較大，若是台灣以前用的天窗，陽光照到的地方比較集中比較亮，照到的地方比較小，沒照到的地方就很暗，可以明顯看到亮暗界線。
- 三、太陽瓶燈照進屋子，主要是折射和散射的現象。
- 四、裝滿水、露出屋頂 2/3、瓶子大一點、屋頂可以反射光線的太陽能瓶效果最好。

## 柒、 參考資料

- 一、Youtube 影片對太陽能瓶的介紹。
- 二、各媒體對一公升的光的報導。