

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(二)科

第二名

032907

引「陽」入室~將陽光導入室內之研究

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者：  國一 周宥妍  國一 施喻雯  國一 陳諭儀	指導老師：  蔡名峯  林冠州
---	-----------------------------

關鍵詞：光纖、陽光收集器

## 摘要

節能減碳議題目前最受矚目。本研究利用雷射光模擬太陽光，找出兩玻璃鏡片之間的角度約 20 度時，可最有效率收集陽光；製作陽光收集器，並尋找各種反射鏡片的最佳材料。改良後，使用「防水塑料鏡面貼紙」製作第三代陽光收集器，兼具前代優點且增強防水效果；在陽光收集器下方放置「凸透鏡裝置」，使光線更容易聚集，並由光纖將陽光引導至室內，形成陽光收集器綜合裝置。研究顯示：1. 第三代陽光收集器(綜合裝置) 照射照度計，比較後發現增強效率為原本的 3.76~22 倍 間，平均值為 12.22 倍。2. 光纖長度並不影響引導至室內光線的強度。3. 預計應用在學校教室及地下室照明，及改善榕樹下陰影處草皮不易生長之問題 4. 陽光收集器收集效率高，可直接裝置太陽能板上。

## 壹、研究動機

國小時常在報紙上看到有關『全球暖化』的新聞，為什麼會有暖化的現象等等。那時年紀還幼小，並不是很明白減緩暖化究竟意味著什麼，也沒意識到它的重要性。現今，科學家研究數據顯示，及新聞大篇幅報導；紀錄地球的平均溫度逐年提高，海平面上升使部分島嶼默默接受被海水吞噬的危機。讓組員們深刻體會全球暖化的問題，與面臨的風險。如今地球面臨全球暖化危機，主要原因歸根於人類大量開發、使用能源，排放溫室氣體，如二氧化碳(CO<sub>2</sub>)之故。

本組決定使用最乾淨的太陽能作為本研究主題。在地下室、昏暗的走廊…等，這些無論日夜都須使用能源照明的地方，消耗能源令人咋舌。例如：民宅電燈使用的電能是總耗電量第二名(第一名是冷氣，但是在夏天才會頻繁使用)。試想家中有多少電燈，這數據應該就不難想像了吧？本組決定利用太陽光來分擔電燈在日常生活中的重擔。如此一來，能節省白天電能使用量，以達到節能減碳的效果。早上有陽光可照亮大地，如果是在室內，陽光會被建築物遮蔽，無法提供照明。部分古蹟中有「天井」的構造，使陽光進入室內即可提供照明，減少能源的消耗；「天井」真是一個既環保又方便發明啊！本組期望能善用天井的特性，改良出將光線導入室內利用之裝置！

表1 天井與本組製作的陽光收集器(第三代)各項比較

	天井	陽光收集器綜合裝置(第三代)
陽光的來源	陽光直接照射	經由光纖
陽光的導向	建築物的中庭	到室內任一角落
陽光的亮度	一般陽光	一般陽光的1.3倍



圖1-1 古代天井

古人勤儉成性，不浪費蠟燭，將陽光由天井進入到室內減少蠟燭消耗。



圖1-2 現代天井

現代人提倡環保綠建築，將陽光經由天井進入到室內，減少能源消耗，也有增加通風的其他優點。

圖1 古代天井和現代天井比較

## 貳、 研究目的

- 一、 研究收集光線和聚集光線的方法
- 二、 設計陽光進入光纖的裝置
- 三、 設計並尋找製作陽光收集器的素材
  - (一) 設計並實驗第一代陽光收集器
  - (二) 改善陽光收集器(第二代及第三代)
- 四、 實驗不同狀況下，收集陽光入射到光纖的效果
  - (一)比較僅有陽光收集器、陽光收集器+凸透鏡+光纖 綜合裝置的效果
  - (二)比較不同時間陽光收集器加凸透鏡+光纖 綜合裝置收集到的陽光量  
(第三代陽光收集器綜合裝置)
  - (三)比較不同光纖長度對第三代陽光收集器綜合裝置之影響
- 五、 進行申請專利事宜

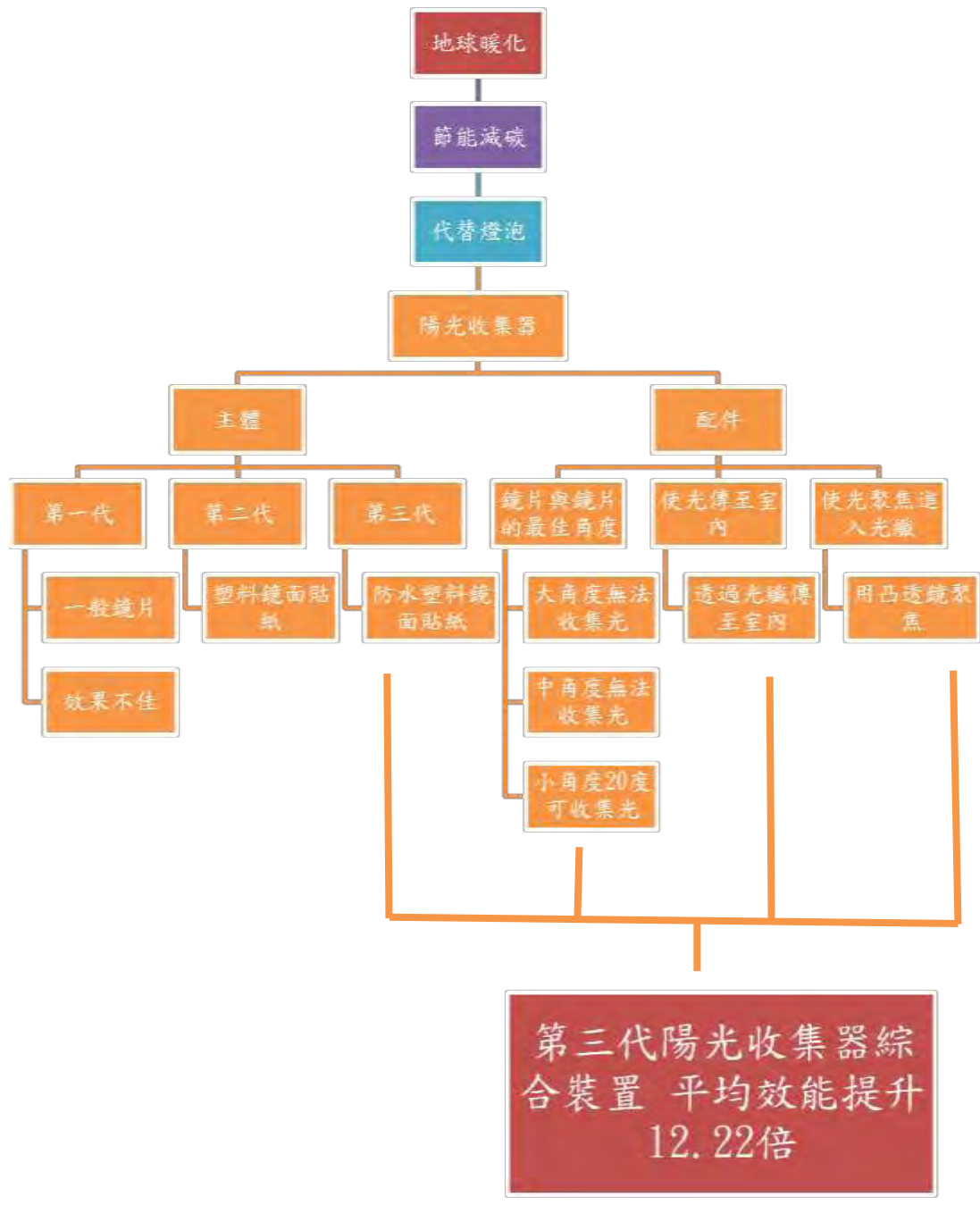


圖2 實驗研究流程圖

## 參、 研究設備及器材

以下是製作的材料，大多數的東西都是由生活周遭取得，有些則是老師的教具、實驗室用具。

		
<p style="text-align: center;">圖3-1 雷射筆</p>	<p style="text-align: center;">圖3-2 環保黏土</p>	<p style="text-align: center;">圖 3-3 光纖</p>
<p>來源：市面上購買</p> <p>用途：在探討最佳角度時，用來模擬太陽光的反射路徑</p>	<p>來源：市面上購買</p> <p>用途：可重複使用於固定物件，實驗鏡面與鏡面之間的角度時用來固定片</p>	<p>來源：老師提供</p> <p>用途：最有效的引光器材</p> 
		
<p style="text-align: center;">圖3-4 玻璃</p>	<p style="text-align: center;">圖3-5 塑料鏡面貼紙</p>	<p style="text-align: center;">圖3-6 照度計</p>
<p>來源：市面上購買</p> <p>用途：觀察光的反射路徑、玻璃鏡片最佳夾角大小，測出鏡面與鏡面間的最佳角度。</p> <p>備註：第一代陽光收集器材。</p>	<p>來源：市面上購買</p> <p>用途：正面有薄膜，可保護鏡面不被刮傷；背後有膠，可直接，黏貼方便製作。</p> <p>備註：第二代陽光收集器材。</p>	<p>來源：老師提供</p> <p>用途：測量收集到的光度多寡，在測試陽光收集器是否有收集到光時，就是藉由數據來辨別收集器是否有用。</p>



圖3-7 凸透鏡

來源：老師提供

用途：使光線匯聚成一點，將光纖放置在焦點上，收集所有光原。



圖3-8 塑料鏡面貼紙

來源：市面上購買

用途：和第二代材料是一樣的，但是它有塑膠板使他更為牢固。

備註：第三代陽光收集器材料



圖3-9 木材

來源：市面上購買

用途：製作陽光收集器底座。因為有搖晃的風險，重新做了一個新的腳架

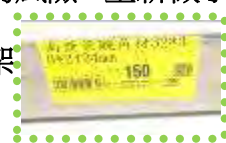


圖3 研究設備及器材的來源及用途

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究收集光線和聚集光線的方法

#### (一)探討光收集器玻璃鏡片與玻璃鏡片間的最佳角度

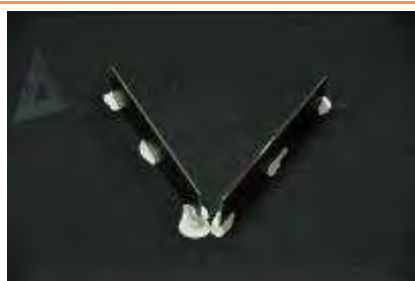


圖4-1

用黏土固定兩片玻璃鏡片，觀察光線反射路徑的實驗。



圖4-2

用三角板確認左側的玻璃鏡片與地面互相垂直減少光線向外散失的可能性。



圖4-3

用三角板確認右側玻璃鏡片與地面互相垂直減少光線向外散失的可能性。

圖4 測量最佳角度，提高陽光收集器收集陽光的效率

利用環保黏土架設玻璃鏡片，用三角板確定玻璃鏡片與地面相互垂直，這麼做是為了測試兩面玻璃鏡片之間最佳角度的夾角，以利將光線收集起來。



圖5-1

兩面玻璃鏡片間夾角大角度時(約 80 度)，光線會反射回去，無法引導光線從鏡面的底部收集。

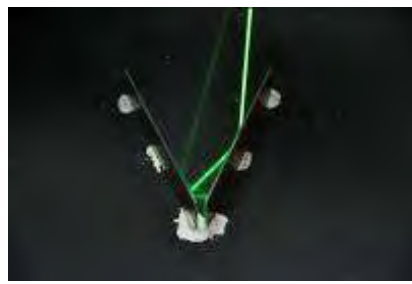


圖5-2

兩面玻璃鏡片間夾角中角度時(約 50 度)，光線反射回去，無法從鏡面的底部收集。

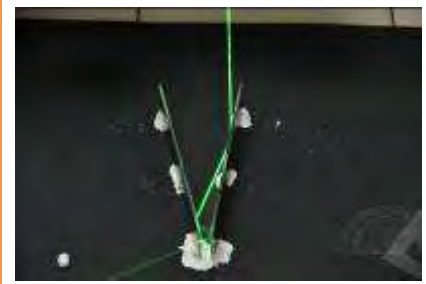


圖5-3

兩面玻璃鏡片間夾角小角度時(15~25 度)光線成功的從底部收集。

圖 5 模擬光線反射路線

從大角度(約 80 度)開始實驗，接著是中角度(約 50 度)，最後是小角度(15~25 度)。雷射筆是用來模擬陽光直射時，光的行進路線是否能夠反射至出口。圖 5-1 和圖 5-2 大角度(約 80 度)及中角度(約 50 度)皆無法收集，如圖 7 之原理所示；只有圖 5-3 的小角度(15~25 度)時能成功進入洞口收集。



圖 6-1

光從右側進入夾角的小角度，證實不論哪邊來的光線皆能反射至出口收集。

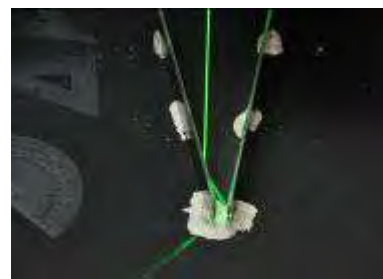


圖 6-2

光從左側進入夾角的小角度，證實不論哪邊來的光線皆能反射至出口收集。

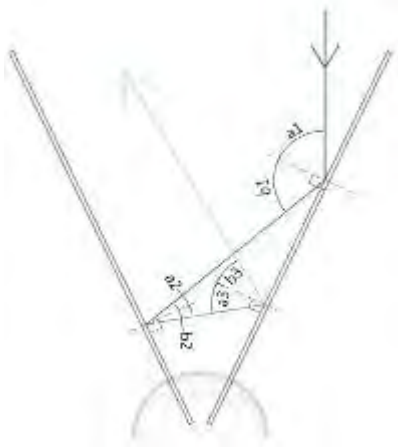


圖 6-3

利用三角板來測量出使光線反射出口的最佳角度為 20 度，做出陽光收集器。

圖 6 模擬光線在玻璃鏡片中行徑路線，兩玻璃鏡片間夾角約 15~25 度時才能使光成功至出口被收集，符合陽光收集器的需要。





測量玻璃鏡片夾角可以得之 20 度可以順利的將光反射到出口，為最佳角度，由數據可知製作陽光收集器的角度最好為 20 度，比較容易收集更多陽光。其實在 20 度以下的角度都是可以來進行實驗的，但礙於實驗的成本還有進行研究的時間，最後決定利用 20 度來進行後一連串的實驗。

圖 7 大角度的反射情況

## 二、設計陽光進入光纖的裝置

### (一)觀察並測量凸透鏡的焦距



圖 8-1

調整凸透鏡的角度，使太陽的平行光垂直入射玻璃鏡片並找出焦點



圖 8-2

以直尺難以測量焦距，故使用圓規測量焦距為 4 公分

圖 8 觀察並調整凸透鏡角度，並測量焦距

(二)將凸透鏡固定在架子上

		
<p>圖 9-1 光纖和杯架組合起來的俯視圖</p>	<p>圖 9-2 光纖和杯架合起來的側視圖，光纖與杯口的距離是 4 公分(圖 17-2 得知)</p>	<p>圖 9-3 將凸透鏡、光纖和杯架組合完整圖</p>
<p>圖 9 凸透鏡連接光纖並固定在裝置上</p>		

三、設計並尋找製作陽光收集器的素材

(一)設計並實驗初代陽光收集器

1. 設計第一代陽光收集器

		
<p>圖 10-1 裁出多個頂角為 20 度的直角三角形(由圖 6 得來的 20 度)大小和玻璃鏡片相同</p>	<p>圖 10-2 直角三角形拼成一個扇形，做為第一代陽光收集器的模型</p>	<p>圖 10-3 用雙面膠將玻璃鏡片黏貼在收集器的模型上，做出第一代陽光收集器</p>
		

<p>圖 10-1</p> <p>將玻璃鏡片黏貼在陽光收集器的模型</p>	<p>圖 10-2</p> <p>將一整片模型貼上玻璃鏡片後，將其組裝起來</p>	<p>圖 10-3</p> <p>第一代陽光收集器完成品(因分三組製作，最後將三個模型黏在一起)</p>
<p>圖10 第一代陽光收集器的製作過程</p>		

將八個三角形拼成扇形，以作為第一代陽光收集器的雛型。用雙面膠將反射光的媒介「玻璃鏡片」，貼到模型上。最後，將模型組裝起來，變成兩個「口」字型的樣子，就完成第一代陽光收集器了

## 2. 實驗第一代陽光收集器

	
<p>圖 11-1 陽光直接照射(無陽光收集器)：</p> <p>24500 Lux 〈對照組〉</p>	<p>圖 11-2 使用陽光收集器後：</p> <p>19900 Lux 〈實驗組〉</p>
<p>圖 11 利用照度計測量陽光直接照射及使用第一代陽光收集器之光度比較</p>	

這次的實驗發現不用第一代陽光收集器，直接使陽光照射照度計所測得的數據會比用收集器的效果更好，證明用鏡子來當作材料效果不佳，還有反效果，實在出乎意料之外，但秉持著科學家的精神，所以本組決定另找材料代替玻璃鏡片！

## (二) 改善陽光收集器(二代及三代)

## 1. 第二代陽光收集器

(1) 另尋材料(塑料玻璃鏡片貼紙取代玻璃)正當大家絞盡腦汁遲遲想不出適合第二代陽光收集器的材料，但卻在日常的聊天中，發現到有一種東西叫「塑料玻璃鏡片貼紙」不但價格便宜、容易切割，而且反射效果一點也不輸玻璃!於是決定透過網路購買並著手製作(由圖 12-1、圖 12-2)。



圖 12-1 鏡面塑料貼紙



圖 12-2 鏡面塑料貼紙

圖 12 塑料鏡面貼紙上面有一層膜，使用時再撕下來，因此不必擔心刮傷而導致反射效果不佳。且塑料鏡面貼紙背後有膠，可以不使用雙面膠，更快速的黏貼，方便製作。

表 2 比較鏡面塑料貼紙的優缺點

第二代 塑料鏡面貼紙 優點	第二代 塑料鏡面貼紙 缺點
1.價格便宜 2.容易切割 3.反射效果佳 4.容易取得 5.背後有膠，不必使用雙面膠	1.容易折損 2.不能防水  其餘幾乎無缺點



(2)第二代陽光收集器完成樣貌



圖 13-1

第二代陽光收集器俯視圖

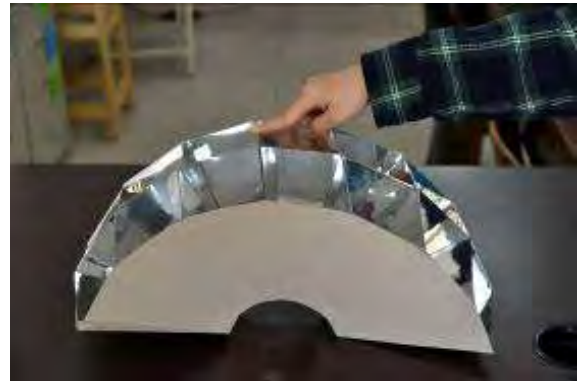


圖 13-2

第二代陽光收集器側視圖

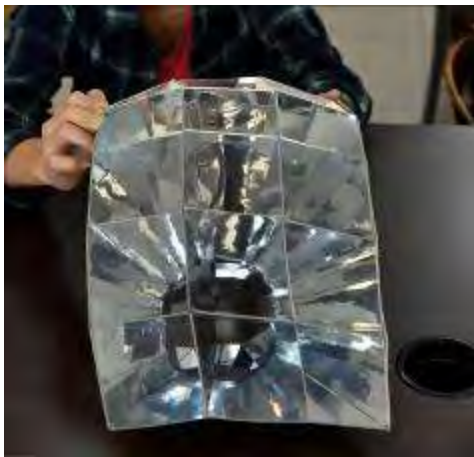


圖 13-3

第二代陽光收集器另一方向的側視圖



圖 13-4

右圖為第二代陽光收集器綜合裝置組裝到椅腳底座上，並經由凸透鏡到光纖的完成圖

圖 13 第二代陽光收集器完成圖



圖 14-1  
第二代陽光收集器綜合裝  
置的側視圖



圖 14-2  
第二代陽光收集器綜合裝  
置另一方向的整體的側視  
圖



圖 14-3  
第二代陽光收集器綜合裝置的俯  
視圖

圖 14 第二代陽光收集器綜合裝置整體完成圖

## (2) 第二代陽光收集器實驗



圖 15-1 陽光直接照射(無陽光收集器)：  
56400 Lux 〈對照組〉



圖 15-2 使用陽光收集器後：  
198900 Lux 〈實驗組〉

圖 15 利用照度計測量陽光直接照射及使用第二代陽光收集器，收集到的光度比較

從數據(圖 15)可以很明顯的看到，若使用第二代陽光收集器，則入射到光纖的陽光強度增加了 3.5 倍!!表示這個收集器發揮了極大的功效，使本組向成功更進一步，也表示「塑料鏡面貼紙」對陽光收集器來說是一個很好的材料。



圖 16-1 陽光直接照射光纖：  
只有微量光線滲出〈對照組〉



圖 16-2 使用第二代陽光收集器後：  
光線有顯著增加〈實驗組〉

圖 16 陽光直接照射光纖及使用第二代陽光收集器的比較

陽光收集器經由光纖傳送光到室內的圖片，更明顯的看到是否有陽光收集器所收集到的陽光收集量差異是很大(圖 16)。

## 2. 第三代陽光收集器

### (1) 另尋材料(能防水的塑料鏡面貼紙)

製作好第二代陽光收集器後，想到在室外隨時可能下雨，而本組的第二代陽光收集器並不能防水，一旦下雨，陽光收集器就不能夠再使用，因此就再去找找是否有其他素材是能夠防水的。本組在網路上找到另一種能防水的塑料鏡面貼紙，和第二代的差不多，只是在塑料鏡面貼紙後加上一片壓克力板，既堅固又防水，且反光效能較第二代塑料鏡面貼紙佳。

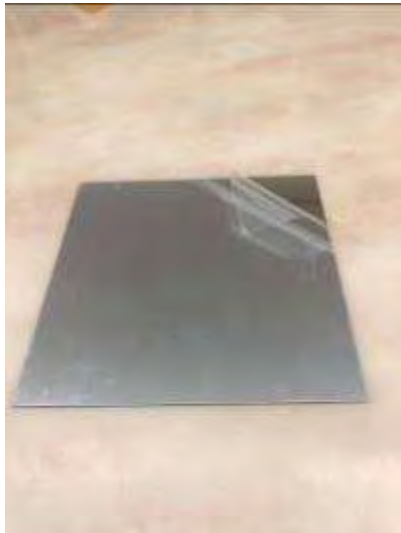


圖 17-1 防水的塑料鏡面貼紙  
(未撕保護膜)



圖 17-2 防水的塑料鏡面貼紙  
(逐步撕開保護膜)

圖 17 防水的塑料鏡面貼紙(第三代陽光收集器材質)

## (2)製作第三代陽光收集器



圖18-1

先將防水的塑料鏡面貼紙裁切出需要的大小、樣式：

上底：2 cm 下底：6 cm

高：15 cm 上底角度：50 度

下底角度：80 度



圖18-2

裁切後的等腰梯型，正面有薄膜，可保護鏡面不被刮傷，也較易撕下；背後有膠，可直接黏貼當雙面膠使用，非常方便且不需浪費雙面膠。



圖18-3

第三代塑料鏡面貼紙與玻璃鏡片反射效果，差異不大。且更具有優勢。



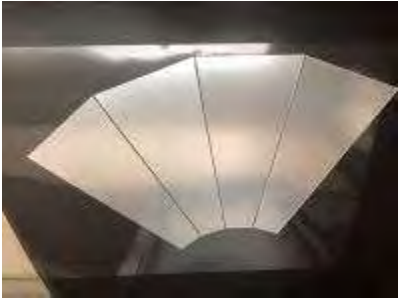


圖18-4

將四片等腰梯型拼成一個扇形，為方便黏貼且使結構更加穩固，而黏貼在投影片上。



圖18-5

組合後，形成的四角椎柱。並重複以上動作，製作出 21 個四角椎柱。

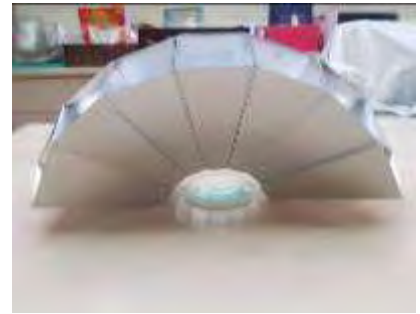


圖18-6

將 21 個四角椎柱拼裝起來就形成了第三代陽光收集器。

圖18 第三代陽光收集器製作過程

### (3) 實驗第三代陽光收集器



圖 19-1 陽光直接照射(不使用陽光收集器)：  
2020 Lux 〈對照組〉



圖 19-2 使用第三代陽光收集器後(不使用光  
纖及凸透鏡)：8150 Lux 〈實驗組〉

圖 19 陽光直接照射第三代陽光收集器的陽光量比較，相差約 4 倍



圖 20-1  
陰影(樹蔭下)處背景值為 5500 Lux。



圖 20-2  
使用**第三代陽光收集器**收集將光引導至樹蔭下的光度為 42800 Lux。

圖 20 將陽光引入暗處，光增加了 7.78 倍

實驗發現，實際牽引到陰影處後的亮度對於室內的亮度是足夠的。**第三代陽光收集器**比**第二代陽光收集器**效果優良，且具有**防水功能**，實用性大大提升。接下來須對這個陽光收集器的效能有更多準確的數據，以便以後的修正、應用。

#### 四、 實驗不同狀況下，入射到光纖的陽光強度比較：

(一)本實驗比較 陽光收集器 和 陽光收集器 + 凸透鏡 + 光纖 (綜合裝置) 比較在不同時段，收集陽光效果。(數據的結果與討論位於 p.25 ~ p.26)

1. **陽光直接照射**照度計(背景值) 與 **僅用陽光收集器(無凸透鏡、無光纖)** 照射照度計作為**測量值**，比較不同時段測量(早上 8 點到下午 4 點)。
2. **陽光直接照射光纖**傳導至照度計(背景值) 與 **用陽光收集器+光纖 (無凸透鏡)** 照射照度計作為**測量值**，比較不同時段測量(早上 8 點到下午 4 點)。
3. **陽光直接照射光纖**傳導至照度計(背景值) 與**用陽光收集器+凸透鏡+光纖(第三代綜合裝置)**照射照度計作為**測量值**，比較不同時段測量(早上 8 點到下午 4 點)。

表3 不同時間針對不同裝置測量收集陽光亮度及效果比較表

時間	裝置	背景值(Lux)	有裝置 (平均 Lux)	效果(倍率)
早上 8 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	40765	153169.5	3.76
	陽光收集器(經光纖)	2860	3256.4	1.13
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	2860	3500.87	1.22
早上 9 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	54541	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3248	3759.98	1.15
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3248	11470	3.53
早上 10 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	66634	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3644	3868.9	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3644	18494.5	5.08
早上 11 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	71465	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3984	4753.32	1.19
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3984	51235.47	12.86
中午 12 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	78485	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4406	5419.38	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4406	92808.71	21.06
下午 1 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	77174	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4675	5989.64	1.28
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4675	102857.81	22.00
下午 2 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	71241	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4443	5556.85	1.25
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4443	90311.4	20.33
下午 3 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	59635	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4287	5305.11	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4287	79777.4	18.61
下午 4 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	35294	149654.9	4.25
	陽光收集器(經光纖)	3574	4238.72	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3574	18987.64	5.31





### (三)不同光纖長度對第三代陽光收集器之影響

		
<p>圖 21-1 光纖長度3 m時，為34900 Lux</p>	<p>圖 21-2 光纖長度5 m時，為33400 Lux</p>	<p>圖 21-3 光纖長度10 m時，為34700 Lux</p>
<p>圖 21 測量不同光纖長度在傳遞太陽光時的影響</p>		

從上圖(圖 21-1~圖 21-3)中可以發現，光纖長度對於收集陽光的效果沒有很大的影響。

這是在同地，測量不同長度之光纖，目的為了解不同層樓對光度是否有影響。

### 五、 進行申請專利事宜

	
<p>圖22-1 新型說明書</p>	<p>圖22-2 新型申請專利範圍</p>
	
<p>圖22-3 陽光收集器綜合裝置</p>	<p>圖22-4 實際模擬圖</p>
<p>圖22 專利內容</p>	

## 伍、 研究結果與討論

### 一、 研究收集光線和聚集光線的方法

#### (一)研究結果：

本組利用雷射光與兩面玻璃鏡面模擬光線收集路徑，確保陽光能夠被玻璃鏡片收集。

經過測試發現，小角度(15~25度)才能使光順利的反射出去，但光出去的量相對較少，因為光出去的縫隙小；大角度(約80度)無法和小角度一樣順利的被收集，不符合本組的需求。收集光線的角度必須剛好，經測試20度角是最有效收集光線的角度，故使用20度夾角來做收集器，既可以收集到光又有足夠的光度進入光纖中。

#### (二)討論：

發現角度愈小，光射進收集器較易被收集，但光線射入收集器的總量比較少；使用20度夾角，既可以收集到光線，且洞口也不會太小，做出來的陽光收集器也相對較理想。



圖23-1

由圖所示，大角度(約 80 度)光線射入兩面鏡片的總量較多，但無法被收集。



圖23-2

由圖所示，小角度(15~25 度)光線射入兩面鏡片的總量較少，但幾乎可完全被利用。

圖 23 解釋角度不同光線射入的總量與被利用的多寡之關係

## 二、 設計陽光進入光纖的裝置

### (一)研究結果：

將陽光導入光纖，本組設計出凸透鏡組合與陽光收集器來收集光線。

1. 本組將羽球筒結合凸透鏡改良製作出可伸縮的裝置，就能隨時調整凸透鏡的焦距。光經過凸透鏡會匯聚成一點再與光纖連接，凸透鏡有聚集光線的效果，能將收集到的光線導入光纖。
2. 本組利用收集光線的實驗得知：20度夾角為陽光最佳收集的角度。製作第一代陽光收集器。並將凸透鏡和杯架(由下圖24 所示)結合，即可完整的將陽光引入光纖內。



### (二)討論：

#### 1. 光纖選擇：

將光傳至室內素材要符合

- (1) 能量消耗少
- (2). 能彎曲

本組也想過可以利用潛望鏡的原理(圖25)，但必須精密計算角度，會造成建築涉及繁瑣。光纖具有全反射特性，且彎曲，還能埋進柱子裡，節省空間，相對具有高利用價值。缺點是光的進入口和出入口太小，於是本組在光的入口加裝凸透鏡，使光變成一點這樣便能收集。



圖 25 潛望鏡

## 2. 凸透鏡選擇：

太陽光線是平行光，如果要將其收集就須能**聚光**的器材，本組發現凸透鏡又稱**匯聚透鏡**具有聚光效果，因此採用**凸透鏡結合羽球筒**製成杯架收集光線。本組經過挑選後，選擇適合的凸透鏡來匯聚光線，發現**焦距為 4 公分**，效果最為理想也最能節省空間。

## 三、設計並尋找製作陽光收集器的素材

### (一) 研究結果：

本研究利用不同材質設計出陽光收集器，提升收集的陽光量。

#### 1. 以玻璃鏡片(第一代)製作陽光收集器：

最初使用的**玻璃鏡片不易裁切**，價格不便宜、不易取得，易破碎，製造過程繁瑣耗時難度高。製成陽光收集器後，效果不佳，**不適合做陽光收集器的材料**。

#### 2. 以塑料鏡面貼紙(第二代)製作陽光收集器：

本組發現**塑膠鏡面貼紙**，**容易切割、取得方便、價格合理、重量輕**，且反射能力與玻璃鏡片幾乎沒有差異。製成陽光收集器後，收集光線效果比第一代優秀，但失去防水效果。

#### 3. 以防水的塑料鏡面貼紙(第三代)製作陽光收集器：

第三代陽光收集器所使用的**防水塑料鏡面貼紙(與第二代貼紙不同)**，除兼具第二代陽光收集器的優點之外，更具優秀的**防水效果**，使研究更加出色。

表 4 比較第一代至第三代陽光收集器的優缺點比較

	第一代陽光收集器 (採玻璃鏡片製作)	第二代陽光收集器 (採塑料鏡面貼紙製作)	第三代陽光收集器 (採防水塑料鏡面貼紙製作)
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎反光效果最好</li> <li>◎具有防水效果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎價格便宜</li> <li>◎容易切割</li> <li>◎反光效果佳(僅次於鏡片)</li> <li>◎容易取得</li> <li>◎材質輕盈</li> <li>◎材質易組合(有附黏著劑)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎兼具所有第二代優點</li> <li>◎且具有防水效果。</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎重量不輕</li> <li>◎容易損壞</li> <li>◎切割不易</li> <li>◎成本高</li> <li>◎厚度後,阻擋光線收集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎容易損壞</li> <li>◎不能防水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎容易損壞</li> </ul>

(二) 討論：

1. 陽光收集器材質選擇與演進：

陽光收集器材質選擇，本組期望陽光收集器材料有的特色：

- |           |          |
|-----------|----------|
| (1) 反光效能佳 | (2)材料容易取 |
| (3) 製作成本低 | (4)易裁切組合 |

剛好的是，本組在網路上看到的塑料鏡面貼紙符和這些特色甚至更好，例

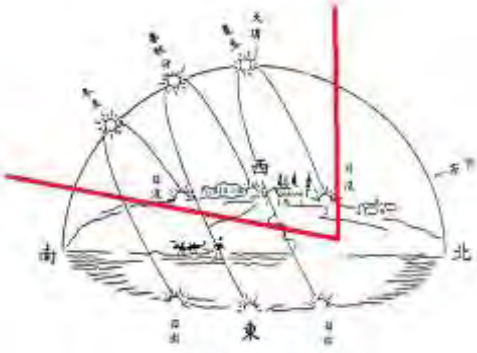

如：

- |                |         |
|----------------|---------|
| (1) 正面有薄膜，防止刮傷 | (2) 重量輕 |
| (3) 背面有膠，可直接黏貼 | (4) 可防水 |



## 2. 陽光收集器外型設計與原理發想

- (1) 研究指出 20 度夾角為最佳收集角度(p.7 圖 6)，故採多個漏斗形相互結合。
- (2) 地球近似球型，且受自身公轉影響。故使用扇形為主要發展形狀。(圖 26)

	
<p>圖 26-1 陽光對於地球照射情形 紅線為本組設計陽光收集器可收集之範圍構想。</p>	<p>圖 26-2 陽光收集器必須為傾斜設計 本組欲設計陽光收集器可收集之範圍構想。(此為示意圖)</p>
<p>圖 26 陽光收集器外型設計與原理發想</p>	

### (3) 實驗後發現：

半圓形設計似乎效果更完整，但受限於技術及腳架問題，本組暫以扇形作為形狀考量。但基於實驗地區略高於北回歸線，所以針對陽光收集器作角度上的調整，以符合效益。(圖 26)

## 四、實驗不同狀況下，收集陽光入射到光纖的效果

### (一) 研究結果

本實驗比較 陽光收集器 和 陽光收集器 + 凸透鏡 + 光纖 (綜合裝置) 比較在不同時段，收集陽光效果。

表5 不同時間針對不同裝置測量收集陽光亮度及效果比較表

時間	裝置	背景值(Lux)	有裝置 (平均 Lux)	效果(倍率)
早上 8 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	40765	153169.5	3.76
	陽光收集器(經光纖)	2860	3256.4	1.13
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	2860	3500.87	1.22
早上 9 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	54541	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3248	3759.98	1.15
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3248	11470	3.53
早上 10 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	66634	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3644	3868.9	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3644	18494.5	5.08
早上 11 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	71465	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3984	4753.32	1.19
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3984	51235.47	12.86
中午 12 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	78485	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4406	5419.38	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4406	92808.71	21.06
下午 1 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	77174	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4675	5989.64	1.28
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4675	102857.81	22.00
下午 2 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	71241	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4443	5556.85	1.25
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4443	90311.4	20.33
下午 3 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	59635	大於偵測極限值 200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4287	5305.11	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	4287	79777.4	18.61
下午 4 點	僅陽光收集器(無經過光纖)	35294	149654.9	4.25
	陽光收集器(經光纖)	3574	4238.72	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(經光纖)	3574	18987.64	5.31

## (二) 討論

- (1) 由表 5 可知，**僅用陽光收集器(無凸透鏡、無光纖)** 照射照度計作為**測量值**，經測試後經常超過偵測極限。**原因是陽光收集器雖能聚光但無法完全被光纖所收集。因此在未來可將光纖入口擴大；或將其應用於收集面上之太陽能板。**
- (2) 由表 5 可知，**用陽光收集器+光纖 (無凸透鏡)** 照射照度計作為**測量值**，與背景值比較後發現收集後增強效率為原本的 1.13~1.28 倍 之間。本裝置目的在於**儀器可不需隨陽光轉動，也能收集大範圍(廣角)的陽光。**
- (3) 由表 5 可知，**用陽光收集器+凸透鏡+光纖(第三代綜合裝置)** 照射照度計作為**測量值**，與背景值比較後發現收集後增強效率為原本的 3.76~22 倍 之間，平均到 12.22 倍。
- (4) CNS 國家規定室內教室必須高於 200 ~ 700 Lux。由表 5 可知，**用陽光收集器+凸透鏡+光纖(第三代綜合裝置)**，可使用的時段**從早上 8 點就可以使用，甚至可以使用至下午 4 點以後。正中午的時間，效果最佳。(由圖 27)**

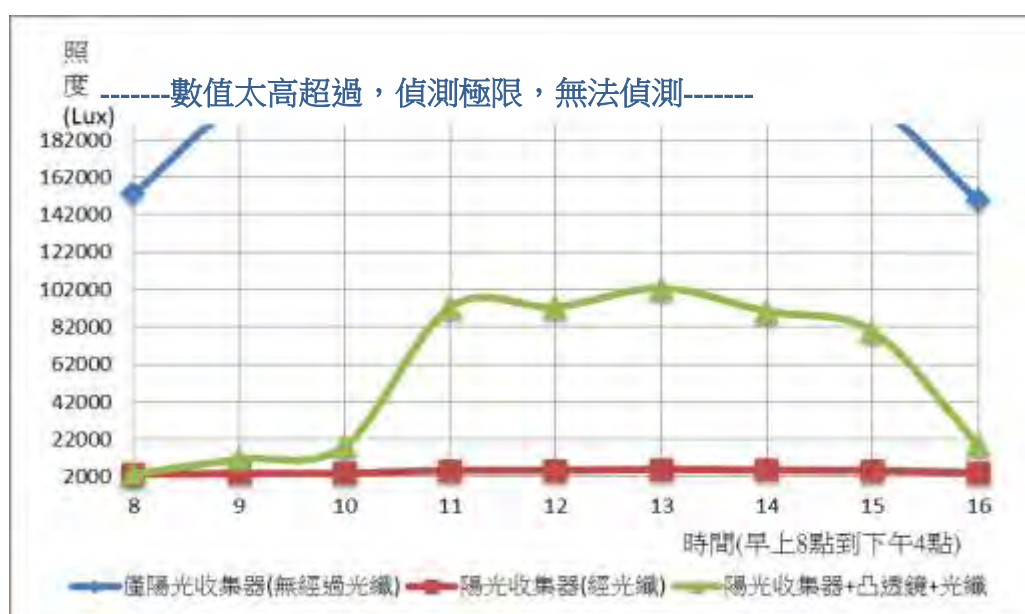


圖 27 不同時間對不同裝置收集照度比較圖：綠色線條為**第三代綜合裝置**，實際使用效果，可發現本裝置均符合 CNS 國家規定室內教室必須高於 200 ~ 700 Lux，此效果良好。

## 陸、 結論

### 一、 研究收集光線和聚集光線的方法

- (一) 本實驗利用兩片平面鏡做出夾角收集光線，並測量不同角度下收集光線的光度。
- (二) 實驗發現：兩鏡面間的角度漸小，較容易收集到光線。但角度過小，收集光線量反而受到限制，故使用20度角為最佳角度，並利用此原則製作陽光收集器的發想。

### 二、 設計陽光進入光纖的裝置

- (一) 本實驗利用凸透鏡將陽光收集器所收集的太陽光匯聚進入光線，故必須先測出凸透鏡的焦距。
- (二) 本組購買直徑 7 cm、9 cm、11 cm 凸透鏡，7 cm 的凸透鏡焦距為最佳值，焦距為 4 cm，故杯架高為 4 cm。

### 三、 設計並尋找製作陽光收集器的素材

第一代陽光收集器利用玻璃鏡面製作。但玻璃鏡片缺點是難以切割，會遮蔽到陽光收集器的出口，第二代改使用塑膠鏡面貼紙代替玻璃鏡片。第三代陽光收集器則是以防水作為主要的訴求(兼具所有第二代優勢)，改用能防水的塑膠鏡面貼紙取代之。

### 四、 實驗不同狀況下，收集陽光入射到光纖的效果

- (一) 僅用陽光收集器(無凸透鏡、無光纖) 照射照度計，經測試後經常超過偵測極限。未來可將光纖入口擴大；或將其應用於收集面上之太陽能板，將能量完整收集。
- (二) 用陽光收集器+光纖 (無凸透鏡) 照射照度計，與背景值比較後發現收集後增強效率為原本的 1.13~1.28 倍 之間。目的為陽光收集器可不需隨陽光轉動，也能收集大範圍(廣角)的陽光。
- (三) 用陽光收集器+凸透鏡+光纖(第三代綜合裝置) 照射照度計，與背景值比較後發現收集後增強效率為原本的 3.76~22 倍 之間，平均到 12.22 倍。
- (四) CNS 國家規定室內教室必須高於 200 ~ 700 Lux。用陽光收集器+凸透鏡+光纖(第

三代綜合裝置)，可用時段從早上 8 點就可以使用，甚至可以使用至下午 4 點以後。正中午的時間，效果最佳。

## 五、 進行申請專利事宜

本組還為「**陽光收集器綜合裝置**」申請了專利，登記證字號為：台代字第09546號。

## 六、 應用與展望

- (一) 本研究之陽光收集器，雖效果非常優良但無法完全聚焦在一點進入光纖而是產生一個範圍，故無法完全將收集之光線完全利用。**因此在未來可將光纖入口擴大；或應用在太陽能板上，將可以縮小太陽能板面積，降低成本、增加產能。**
- (二) 本研究希望能應用在政府行政機關、學術單位等。具有：白天使用的特性，符合本收集器之應用。**在貧窮無法使用太陽能板、卻有廣大陽光效益之地區，本研究能夠有非常大之效益。**
- (三) 本組發現校園中榕樹下，小草非常稀疏。本組認為樹木茂密而遮住太陽，使小草缺乏養分導致日漸稀疏。**因此可利用本研究來照亮草坪，可讓小草生存、行光合作用產生氧氣、增加美觀，符合本組一開始節能減碳的初心。**(圖28)



圖 28-1 榕樹濃密，陽光不容易透過，造成榕樹下寸草不生，只有落葉



圖 28-2 反觀有陽光照射的草坪就十分茂密，是否有照到陽光的草坪差別很大。

圖 28 將陽光收集器第三代綜合裝置應用於此，使草坪不再稀疏

- (四) 本組認為陽光收集器是一種公共藝術，不僅可照明室內，也可將它擺在戶外加上花瓣綴飾，達到美化環境之效果，一舉兩得！(圖29)



圖29 公共藝術結合本研究示意圖

(五) 本組製作迷你小屋模擬實際照光效果，本組將光纖當作天花板的吊燈，可引至二樓、一樓及地下室，光線的亮度均不改變。相信未來室內的應用有具體的方向。

<p>圖 30-1 娃娃屋整體</p>	<p>圖 30-2 娃娃屋內部照明示意圖</p>
<p>圖 30 利用娃娃屋模擬真實房屋的情形</p> <p>本組將光纖當作天花板的吊燈，可引至二樓、一樓及地下室，光線的亮度均不改變。由上圖 30-2 可感受到，室內溫馨感人的效果！相信未來室內的應用有具體的方向。</p>	

(六) 本裝置進入室內後，由於光線是點光源，故在光纖出口處加裝壓克力半球珠，並使光纖點光源在壓克力半球珠之球心。使光線能沿半徑方向發散出來，以增加照光面積。(圖31)



圖31 點光源加裝壓克力半球珠後的光線示意圖

## 柒、 參考資料及其他

- 一、 牛頓。光和聲音。牛頓出版股份有限公司（主編）（民 104）。小牛頓科學王（光與聲音）。中國大陸：四川少年兒童出版社。
- 二、 生活裡的科學 光的反射。大愛電視(民 105 年 2 月 18 日)。生活裡的科學—光的折射【部落格影音資料】。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=DLnXTzXVtgI>
- 三、 自然與生活科技 光、影像與顏色。翰林書店（主編）（民 107）。自然與生活科技（3 冊）。台南市：翰林書局企業有限公司。
- 四、 低碳生活部落格 台達電子文教基金會編輯部（民 96 年 4 月 30 日）。借天光來照明【部落格影音資料】。取自 [https://lowestc.blogspot.com/2007/04/blog-post\\_30.html](https://lowestc.blogspot.com/2007/04/blog-post_30.html)
- 五、 光纖的演進 宏翔科技有限公司。光纖的演進【部落格影音資料】。取自 <http://www.atsun.com.tw/fiber.htm>
- 六、 水與流體飽和孔隙介質界面上非鏡面反射聲場的實驗研究 諸國楨、朱喜福、郭宏智(民 90)。水與流體飽和孔隙介質界面上非鏡面反射聲場的實驗研究。地球物理學報，44(1)，83-92。
- 七、 地球物理學報 TIR 透鏡應用於汽車晝行燈的配光設計 劉源昌、賴永進、謝育展（民 104）。TIR 透鏡應用於汽車晝行燈的配光設計。中州學報，29，51-65。

## 【評語】 032907

1. 改良陽光收集器，聚焦在光的收集與運用，並在不同的時間點針對不同裝置進行亮度以及效果比較，作品具創意（還申請了專利），議題適切且重要。
2. 研究過程完整。以不斷的實驗測試與改良，找到陽光收集器的最佳條件。具有研究精神。實驗架構和數據呈現相當完整且具邏輯性。
3. 以（防水塑料）鏡面貼紙製作陽光收集器，光線經由凸透鏡匯聚進入光纖中，可提供室內或陰暗處照明，具應用潛力。
4. 雖然光纖所測得流明值符合 CNS 國家規定之室內教室標準 (200~700 Lux)，但光纖口徑輸出大小及光照範圍有限，可思索往大範圍室內照明精進。



## 壹、研究動機

國小時常在報紙上看到有關『**全球暖化**』的新聞，為什麼會有暖化的現象等等。現今，地球的平均溫度逐年提高，海平面上升。如今地球面臨全球暖化危機，主要原因歸根於人類大量開發、使用能源，排放溫室氣體。

本組決定使用**最乾淨的太陽能**作為本研究主題。在地下室、昏暗的走廊...等，消耗能源令人咋舌。本組決定利用太陽光來**替代電燈**。如此一來，能節省白天電能使用量，以達到節能減碳的效果。部分古蹟中有「**天井**」的構造，使陽光**直接照入**室內即可照明，能減少能源的消耗，本組期望能善用天井的特性，改良出將**光線導入室內之裝置**！

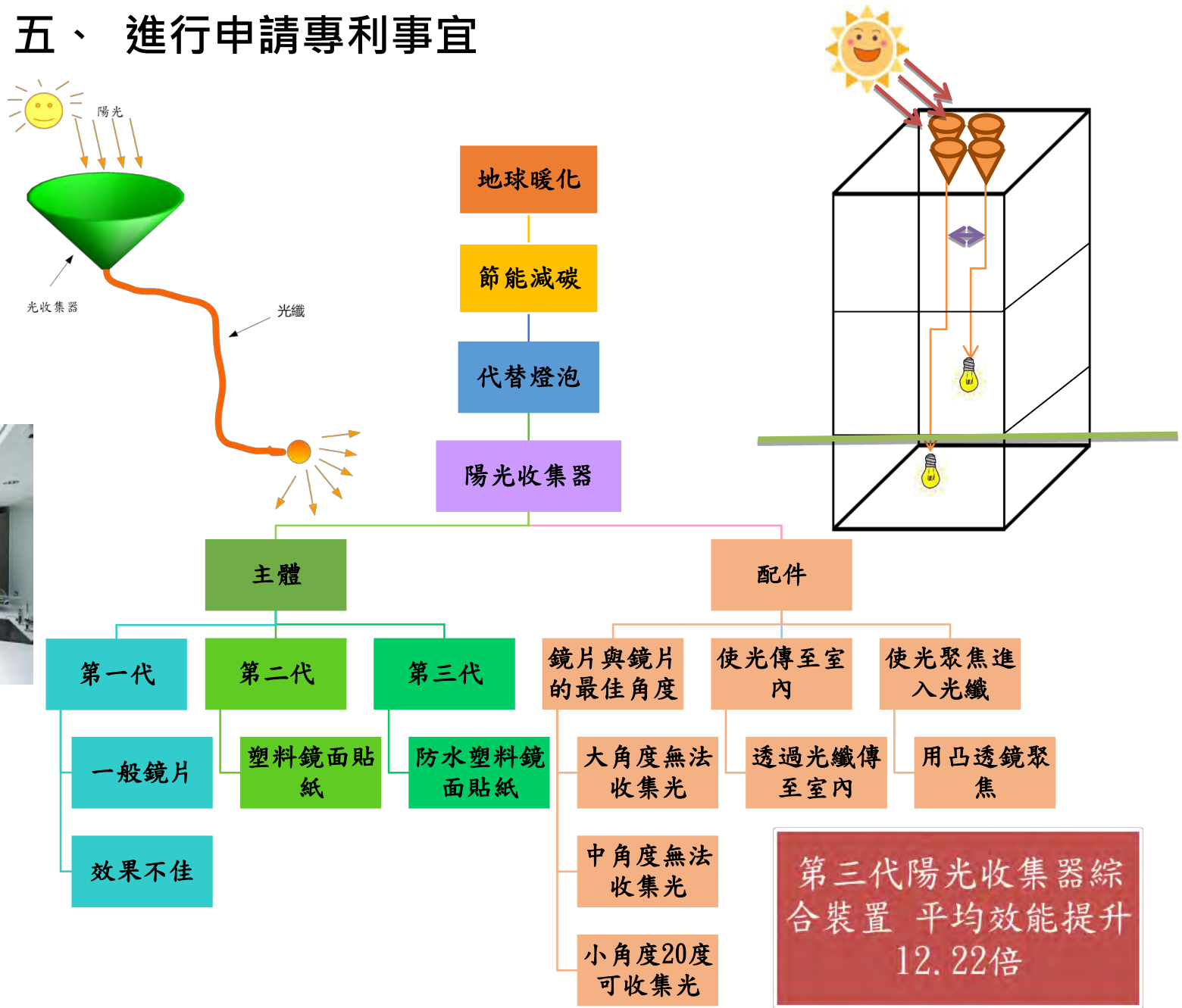


表1 天井與陽光收集器各項比較

	天井	陽光收集器綜合裝置
陽光的來源	陽光直接照射	經由光纖
陽光的導向	建築物的中庭	到室內任一角落
陽光的亮度	一般陽光	一般陽光的1.3倍

## 貳、研究目的

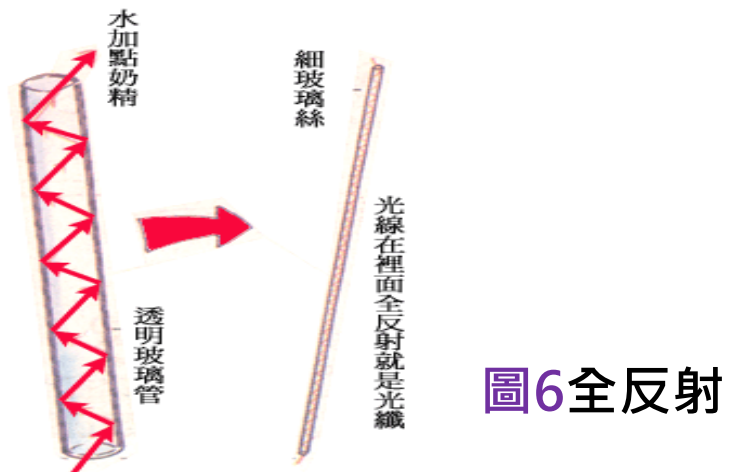
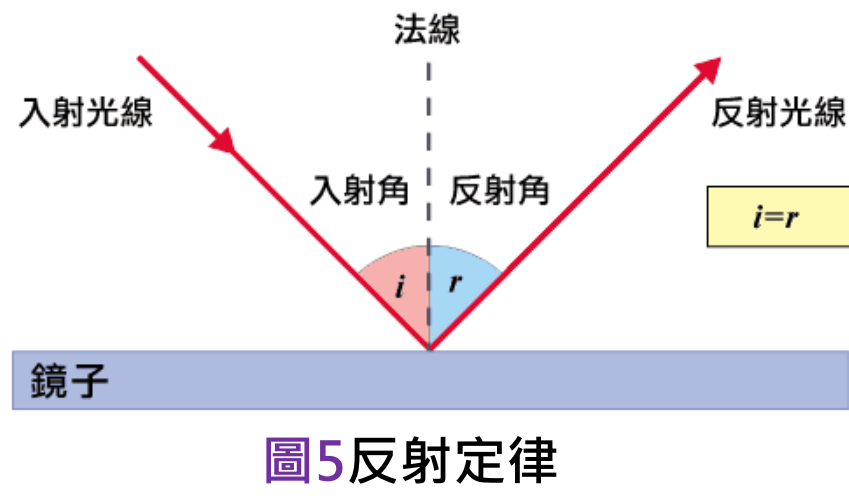
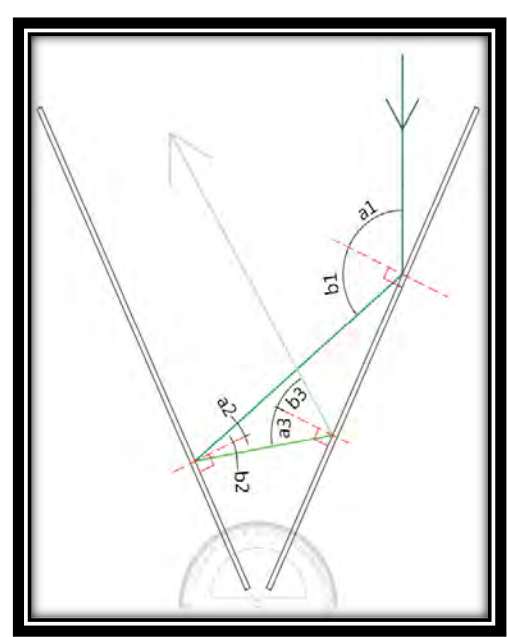
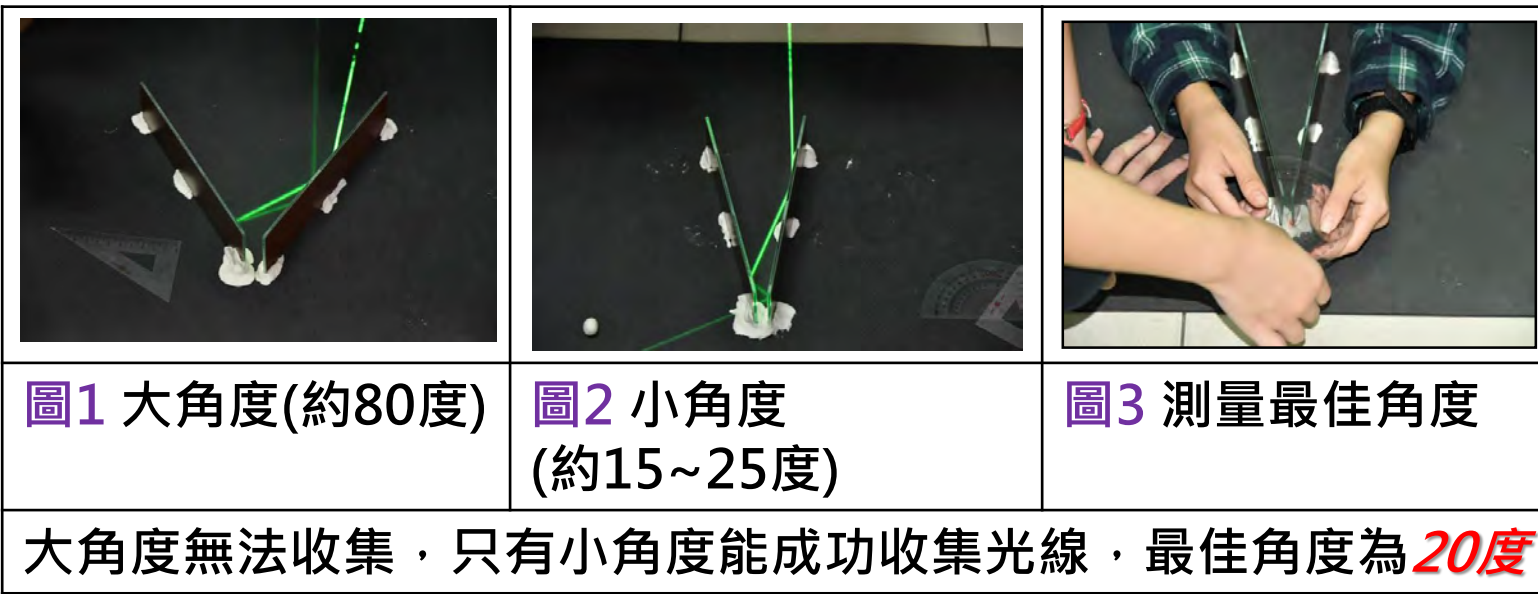
- 一、研究收集光線和聚集光線的方法
- 二、設計陽光進入光纖的裝置
- 三、設計並尋找製作陽光收集器的素材
- 四、實驗不同狀況下，收集陽光入射到光纖的效果
- 五、進行申請專利事宜



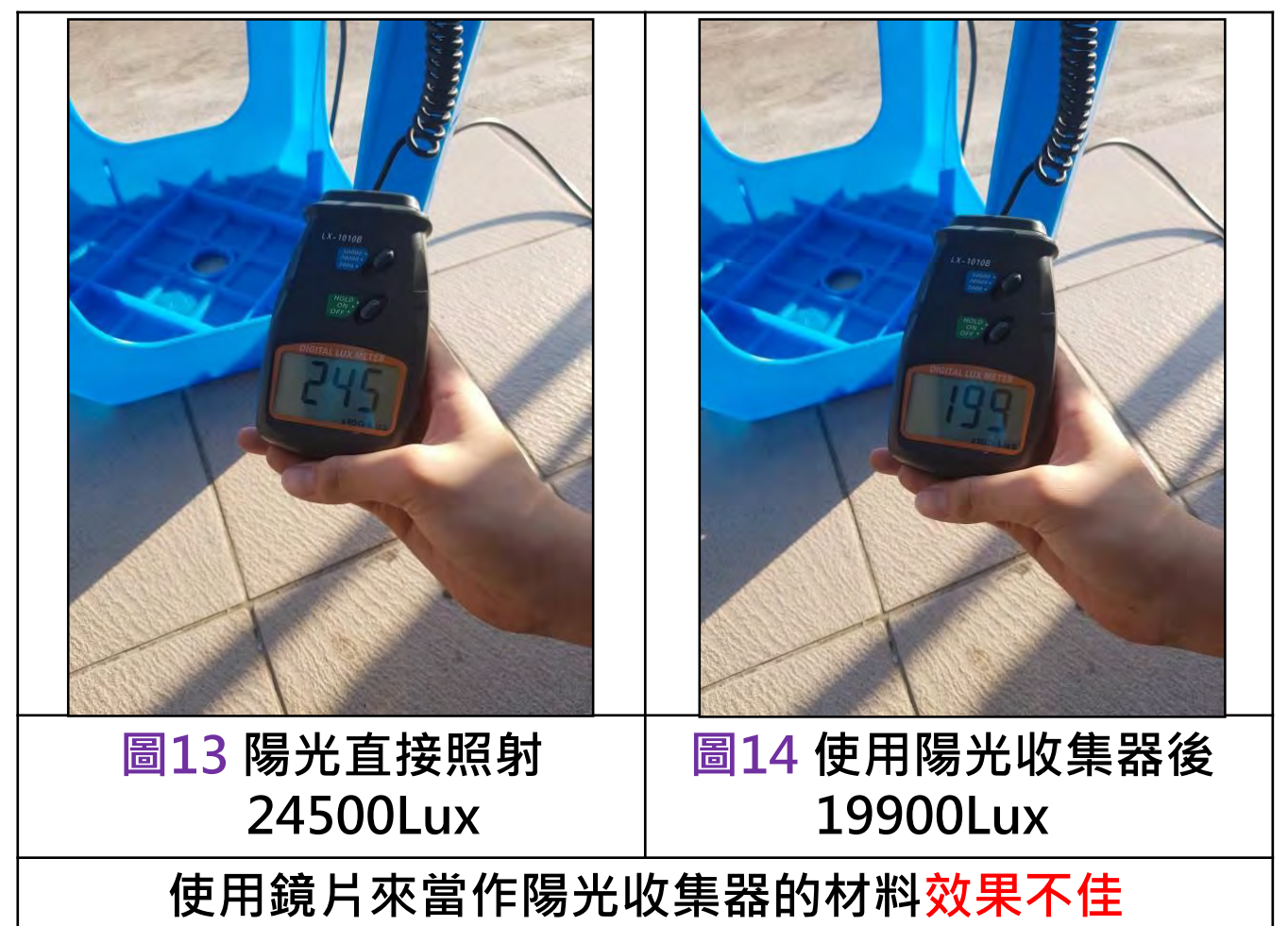
## 參、研究過程或方法

### 一、研究收集光線和聚集光線的方法

#### (一)探討光收集器玻璃鏡片與玻璃鏡片間的最佳角度

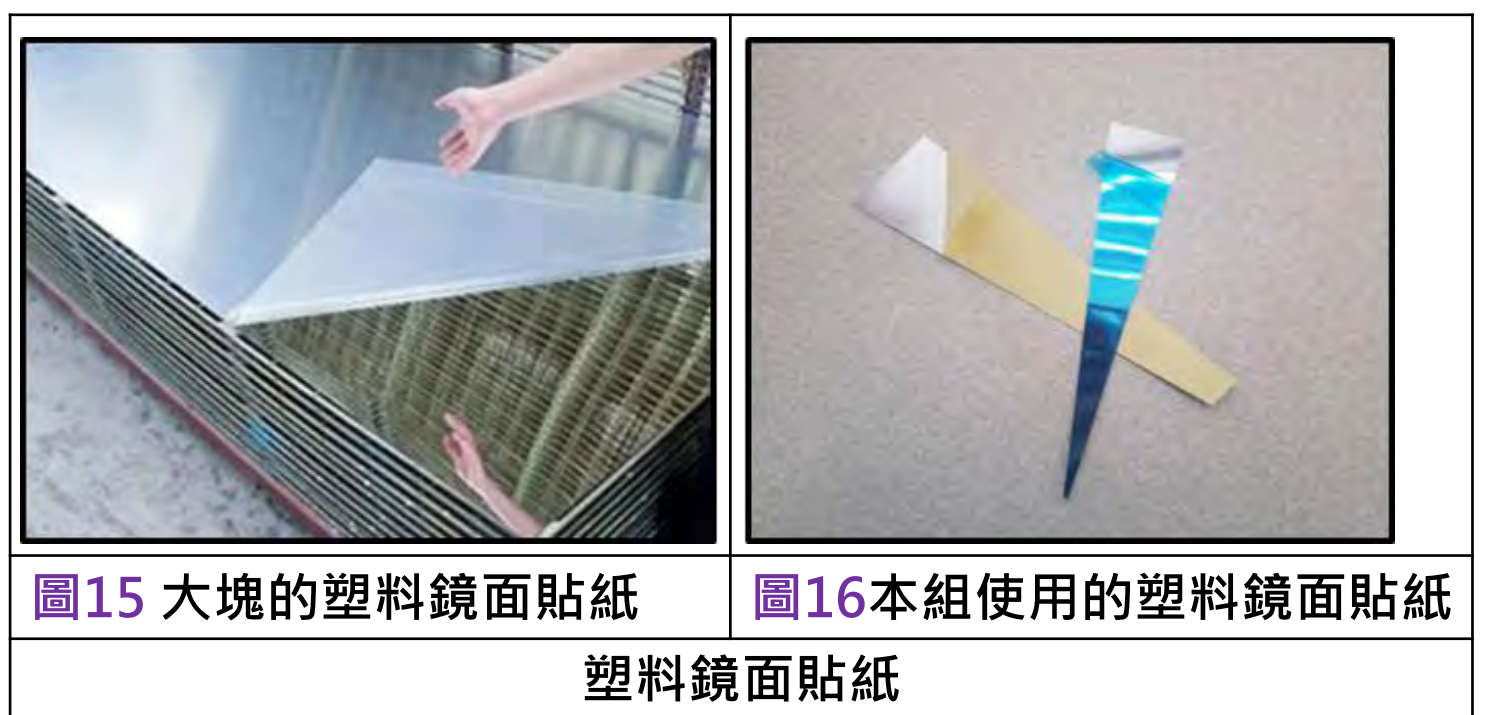
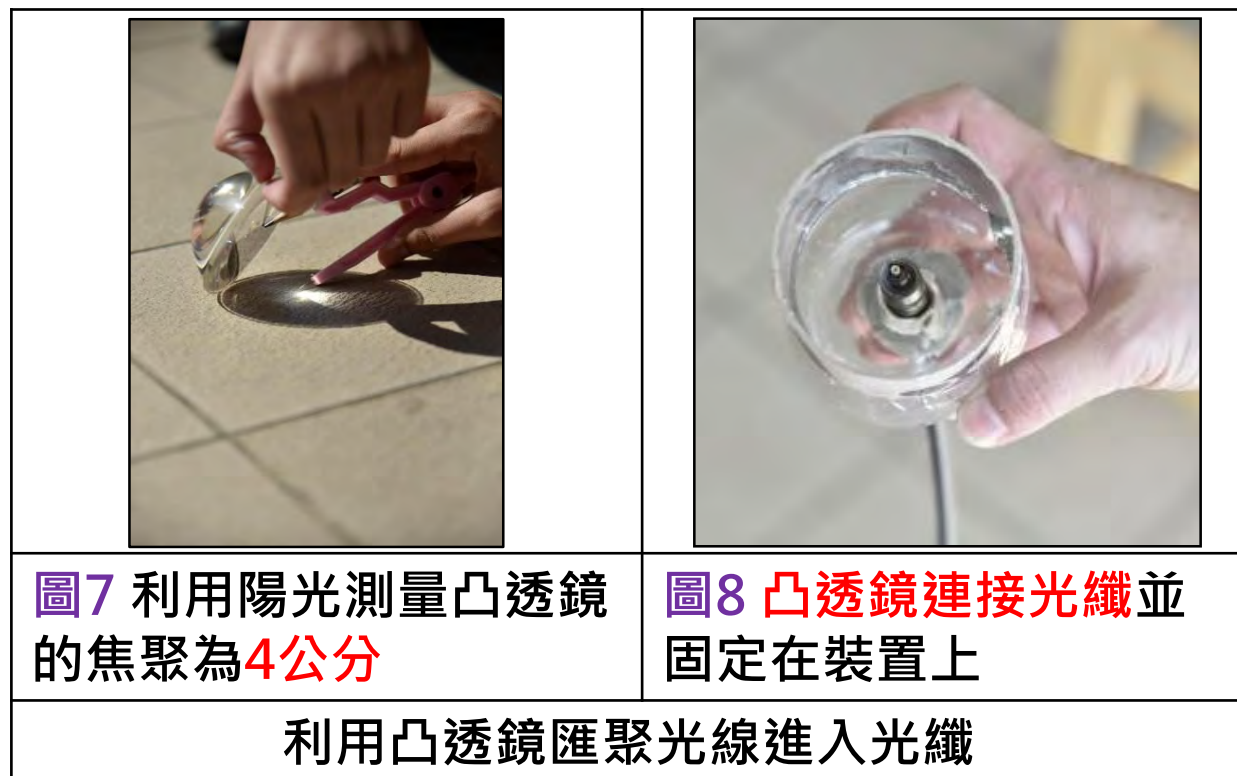


### 2.實驗第一代陽光收集器



這次的實驗發現**不使用陽光收集器**，直接使陽光直射照度計所測得的數據會比用陽光收集器的效果更佳。證明用鏡片當作陽光收集器的材料**效果不佳**，甚至造成反效果，實在出乎意料之外。但秉持著科學家的精神，所以本組決定**另尋材料**代替鏡片！

### 二、設計陽光進入光纖的裝置



正當大家絞盡腦汁時，發現到日常生活聊天中，有一種東西叫做「**塑料鏡面貼紙**」，不但**價錢便宜**、**容易切割**，而且**反射效果不輸鏡片**！於是決議透過網路購買並製作。塑料鏡面貼紙前面有一層薄膜，使用時直接撕取，因此不怕因刮傷而導致反光效果不佳。背後有膠，可不需使用雙面膠，能**直接黏貼**。

### 三、設計並尋找製作陽光收集器的素材

#### (一)設計並實驗初代陽光收集器

##### 1. 設計第一代陽光收集器

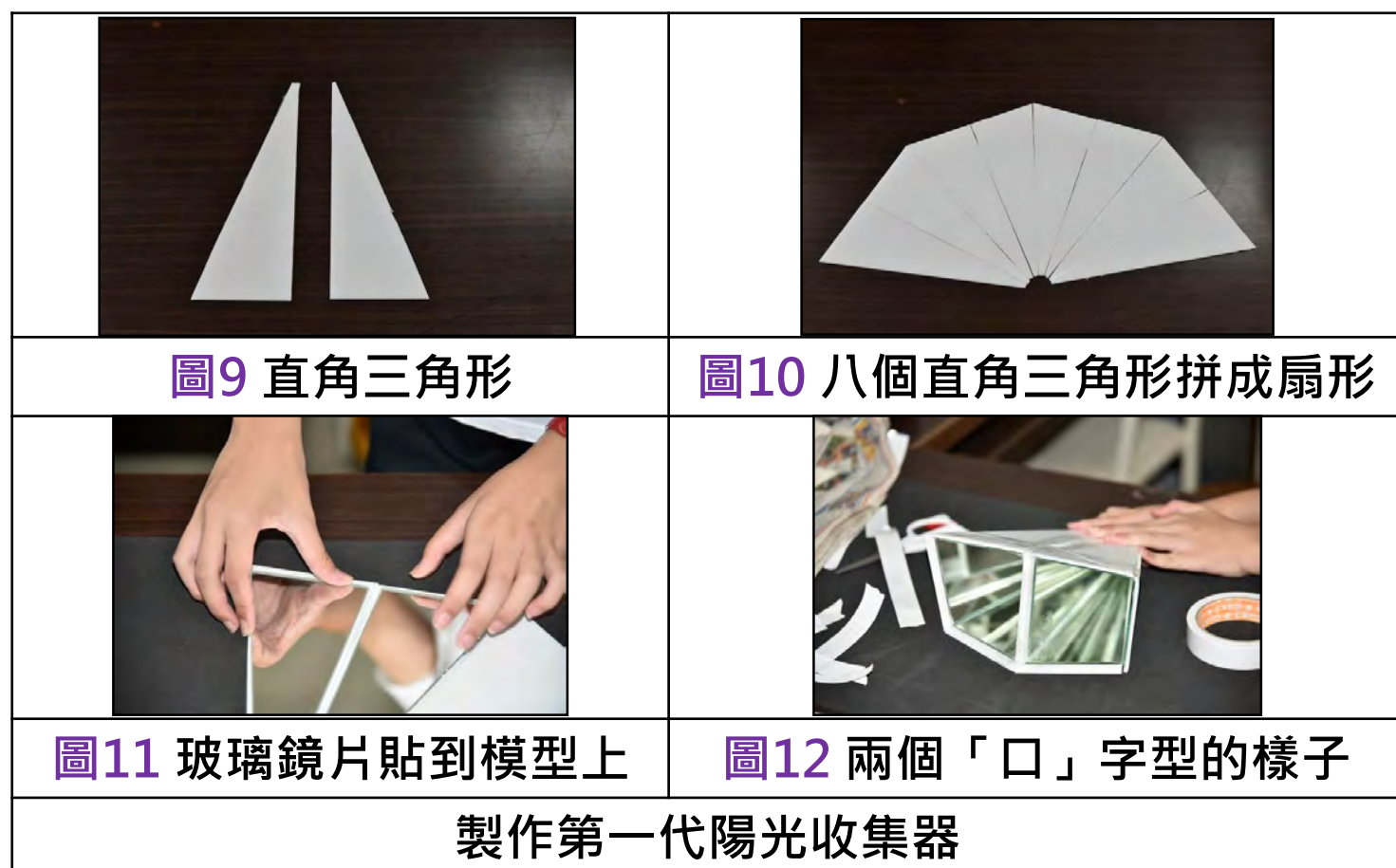


表2 比較鏡面塑料貼紙的優缺點

第二代 塑料鏡面貼紙 優點	第二代 塑料鏡面貼紙 缺點
1.價格便宜 2.容易切割 3.反射效果佳 4.容易取得 5.背後有膠，不需用雙面膠	1.容易折損 2.不能防水  其餘幾乎無缺點

## (二) 改善陽光收集器(第二代及第三代)

### 1. 第二代陽光收集器

#### (1) 製作第二代陽光收集器



圖17 將塑料鏡片貼紙黏貼到厚紙板上後，組裝第二代陽光收集器的模型。第二代陽光收集器製作步驟與第一代雷同

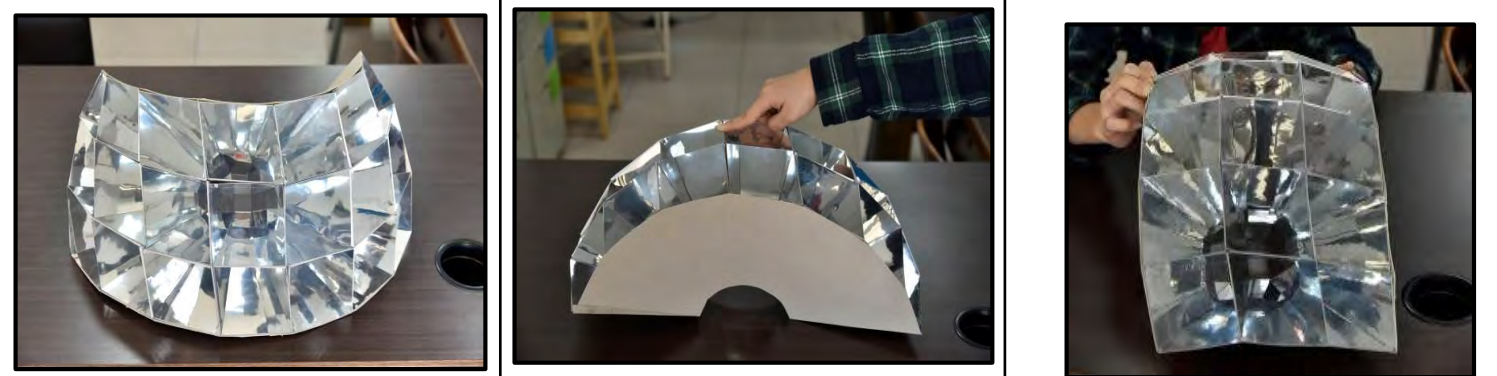


圖18 俯視圖

圖19 側視圖

圖20 側視圖

陽光收集器完成圖



圖21 側視圖

圖23 側視圖

圖23 俯視圖

第二代陽光收集器組裝到腳架上，並經由凸透鏡匯聚光線到光纖的完成圖

#### (2) 第二代陽光收集器實驗



圖24 陽光直接照射：  
56400 Lux

圖25 使用陽光收集器後：  
19890 Lux

這兩張圖是陽光收集器經由光纖傳遞光到室內的圖片，很明顯的看到是否有陽光收集器所收集到的陽光收集量差異很大



圖26 陽光直接照射光纖；  
只有微量光線滲出

圖27 陽光經由裝置進入光纖；  
有大量光線滲出

陽光直接照射光纖及使用第二代陽光收集器的比較

### 2. 第三代陽光收集器

#### (1) 另尋材料(能防水的塑料鏡面貼紙)

室外隨時有可能下雨，但第二代陽光收集器無法防水。因此本組又尋找了能防水的塑料鏡面貼紙製作第三代陽光收集器

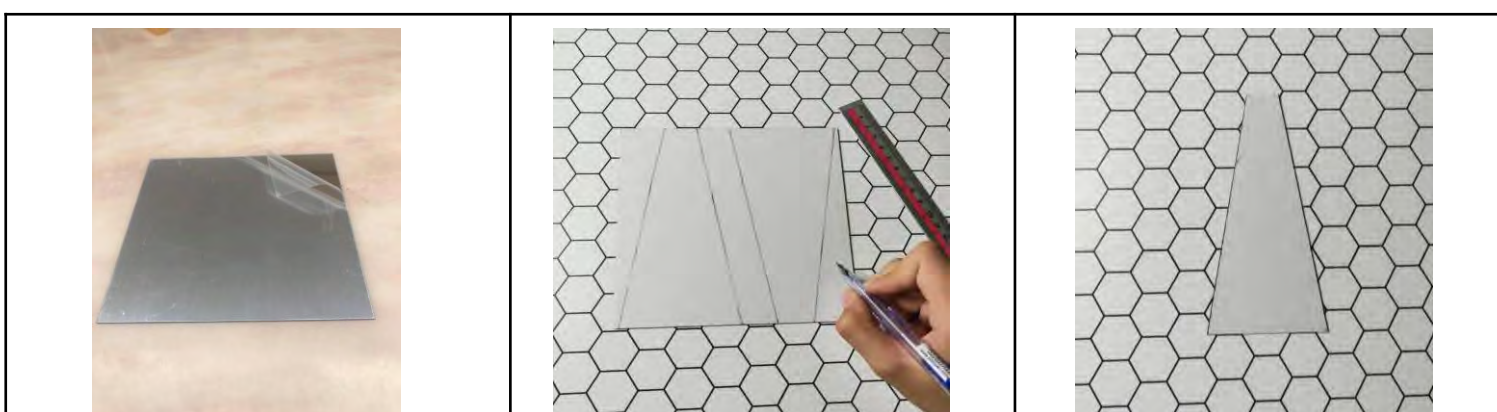


圖28 防水的塑料鏡面貼紙

圖29 上底：2 cm  
下底：6 cm  
高：15 cm  
上底角度：50 度  
下底角度：80 度

圖30 裁切後的等腰梯型



圖31 將防水的塑料鏡面貼紙黏貼到投影片上

圖32 進行組裝第三代陽光收集器的模型

圖33 將21個四角椎柱拼裝起來形成了第三代陽光收集器

製作第三代陽光收集器

### (3) 實驗第三代陽光收集器



圖34 陽光直接照射(不使用陽光收集器)：  
20200 Lux

圖35 使用陽光收集器後(不使用光纖及凸透鏡)：  
81500 Lux

圖36 陰影處(樹蔭下)背景值為：  
5500 Lux

圖37 陽光引至樹蔭下的光度為：  
42800 Lux

陽光直接照射第三代陽光收集器的陽光量比較，相差約4倍

將陽光引入暗處比較，光增加了7.78倍

本實驗發現，實際牽引至陰影處後的亮度對於室內的亮度是足夠的。第三代陽光收集器比第二代陽光收集器效果更加優良，且具有防水功能，實用性大大提升。

### 四、實驗不同狀況下，入射到光纖的陽光強度比較：

#### (一) 本實驗比較 陽光收集器 和 陽光收集器 + 凸透鏡 + 光纖 (綜合裝置) 比較在不同時段，收集陽光效果

時間	裝置	背景值(Lux)	有裝置(平均 Lux)	效果(倍率)
早上8點	僅陽光收集器(無經過光纖)	40765	153169.5	3.76
	陽光收集器(經光纖)	2860	3256.4	1.13
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	2860	3500.87	1.22
早上9點	僅陽光收集器	54541	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3248	3759.98	1.15
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	3248	11470	3.53
早上10點	僅陽光收集器	66634	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3644	3868.9	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	3644	18494.5	5.08
早上11點	僅陽光收集器	71465	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	3984	4753.32	1.19
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	3984	51235.47	12.86
中午12點	僅陽光收集器	78485	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4406	5419.38	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	4406	92808.71	21.06
下午1點	僅陽光收集器	77174	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4675	5989.64	1.28
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	4675	102857.81	22.00
下午2點	僅陽光收集器	71241	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4443	5556.85	1.25
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	4443	90311.4	20.33
下午3點	僅陽光收集器	59635	大於偵測極限值200000	無法得知
	陽光收集器(經光纖)	4287	5305.11	1.23
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	4287	79777.4	18.61
下午4點	僅陽光收集器	35294	149654.9	4.25
	陽光收集器(經光纖)	3574	4238.72	1.18
	陽光收集器+凸透鏡(綜合組)	3574	18987.64	5.31

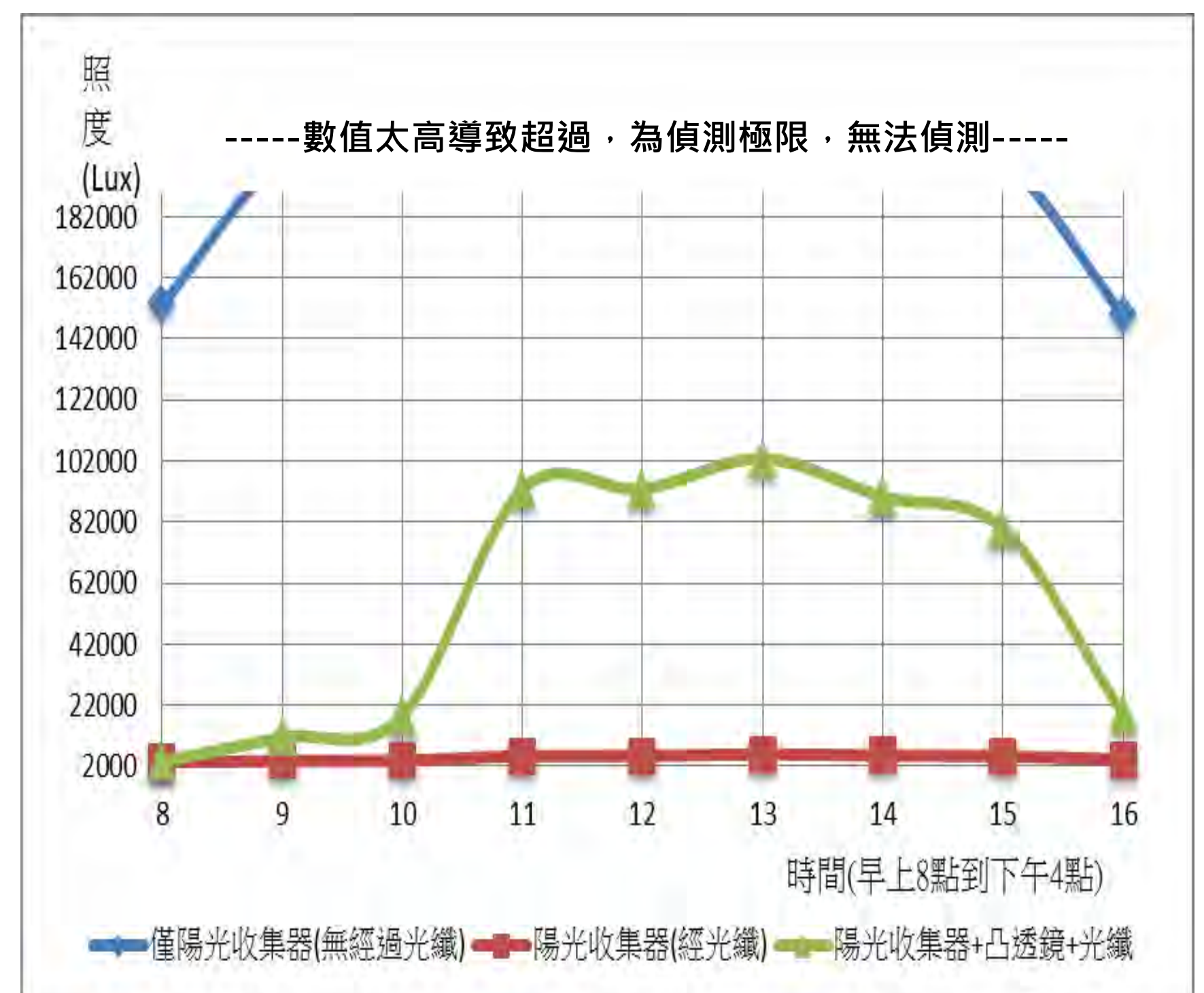


圖38 不同裝置的照度-時間變化比較圖

綠色線條為第三代陽光收集器綜合裝置，實際測試效果後，發現本裝置均符合CNS國家規定室內教室必須高於200~750 Lux，代表此裝置效果良好。

#### (二) 不同光纖長度對第三代陽光收集器之影響



光纖長度為3 m時  
34900 Lux

光纖長度為5 m時  
33400 Lux

光纖長度為10 m  
時34700 Lux

這是在同地，測量不同長度之光纖。目的為了解不同層樓對不同光纖長度傳遞太陽光時能量損耗是否有影響。實驗後指出：光纖長度對於收集陽光效果沒有很大影響。

## 五、進行申請專利事宜



## 肆、研究結果與討論

### 一、研究收集光線和聚集光線的方法

#### (一)研究結果：

本組利用雷射光與兩片玻璃鏡片模擬光線路徑，確保陽光能順利反射至洞口以利收集。

經過實驗發現，小角度(15~25度)能順利將光收集，但因光夾角縫隙小，因此出去的量相對較少。而大角度(約80度)無法順利被收集，並不符合本組的需求。收集光線的角度必須剛好，經測試20度角是最有效收集光線的角度(20度夾角以內皆可被收集)，故用20度來做出陽光收集器，既能收集到光又有足夠的光度進入光纖中。

#### (二)討論：

發現角度愈小，光線較易射入陽光收集器被收集，但光線射入收集器的總量比較少；使用20度夾角，既可以收集到光線，且洞口也不會太小，做出來的陽光收集器也相對較理想。

### 二、設計陽光進入光纖的裝置

#### (一)研究結果：

本組設計出凸透鏡與陽光收集器來收集光線，並將收集到的光線導入光纖

1. 本組將羽球筒結合凸透鏡改良製作出可伸縮的裝置，就能隨時調整凸透鏡的焦距。光經過凸透鏡會匯聚成一點再經由光纖傳遞，凸透鏡有聚光線的效果，能將收集到的光線導入光纖。
2. 本組利用收集光線的實驗得知：20度夾角為收集陽光的最佳角度。製作第一代陽光收集器時，將凸透鏡和杯架結合，即可將陽光引入光纖內。

#### (二)討論：

##### 1.光纖選擇：

將光傳至室內素材要符合

- (1)能量消耗少 (2)能彎曲

本組也想過可以利用潛望鏡的原理，但必須精密計算角度，會造成建築設計繁瑣。光纖具有全反射特性，能彎曲，還能埋進柱子裡，節省空間，相對具有高利用價值。缺點是光的進入口和出口太小，於是本組在光的入口加裝凸透鏡，使光變成一點這樣便能收集。

##### 2.凸透鏡選擇：

太陽光線是平行光，要將其收集須能聚光的器材，本組發現凸透鏡具有聚光效果，因此採用凸透鏡結合羽球筒製成杯架，收集光線。經挑選後，選擇7cm凸透鏡來匯聚光線，發現其焦距為4公分，效果最為理想。

### 三、設計並尋找製作陽光收集器的素材

#### (一)研究結果：

本研究利用不同材質設計陽光收集器，提升收集的陽光量

- 1.以玻璃鏡片製作第一代陽光收集器：最初使用的玻璃鏡片不易裁切、價格昂貴、不易取得、易碎。製成後，效果不佳，不適合做陽光收集器。
- 2.以塑料鏡面貼紙製作第二代陽光收集器：本組發現塑膠鏡面貼紙容易切割、取得方便、價格便宜、重量輕，且與玻璃鏡片的反射效果相似。製成後，效果比第一代優秀，但無防水效果。
- 3.以防水的塑料鏡面貼紙製作第三代陽光收集器：兼具第二代陽光收集器的優點外，更具防水效果，使研究更加出色。

#### (二)討論：

##### 1. 陽光收集器材質選擇與演進：

本組期望陽光收集器材料應有的特色

- (1) 反光效能佳 (2) 材料容易取得

- (3) 製作成本低 (4) 易裁切組合

在網路上看到防水的塑料鏡面貼紙符合這些特色：

- (1) 正面有薄膜，防止刮傷 (2) 重量輕

- (3) 背面有膠，可直接黏貼 (4) 可防水

### 2.陽光收集器外型設計與原理發想：

- (1)實驗指出20度夾角為最佳收集角度。
- (2)地球近似球型，且受自身公轉影響。故使用扇形為主要發展形狀。
- (3)實驗後發現：半球形設計效果似乎更完整，但受限於技術及腳架問題，本組暫以扇形作為形狀考量。但基於實驗地區略高於北回歸線，所以針對陽光收集器角度上的調整，以符合效益。

	第一代陽光收集器 (玻璃鏡片)	第二代陽光收集器 (塑料鏡面貼紙)	第三代陽光收集器 (防水塑料鏡面貼紙)
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎反光效果最好</li> <li>◎具有防水效果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎價格便宜</li> <li>◎容易切割</li> <li>◎反光效果佳 (僅次於鏡片)</li> <li>◎容易取得</li> <li>◎材質輕盈</li> <li>◎材質易組合 (有附黏著劑)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎價格便宜</li> <li>◎容易切割</li> <li>◎反光效果佳 (僅次於鏡片)</li> <li>◎容易取得</li> <li>◎材質輕盈</li> <li>◎材質易組合</li> <li>◎且具有防水效果。</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎重量不輕</li> <li>◎容易損壞</li> <li>◎切割不易</li> <li>◎成本高</li> <li>◎厚度後，阻擋光線收集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎容易損壞</li> <li>◎不能防水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎容易損壞</li> </ul>

## 伍、結論

### 一、研究收集光線和聚集光線的方法

兩鏡面間的角度漸小，較容易收集到光線。但角度過小，收集光線量反而受到限制，故使用20度角為最佳角度。

### 二、設計陽光進入光纖的裝置

7cm凸透鏡為最佳焦距，焦距為4cm，故杯架高為4cm。

### 三、設計並尋找製作陽光收集器的素材

第一代陽光收集器利用玻璃鏡面製作。玻璃鏡片缺點是難以切割，且遮蔽到陽光收集器出口。第二代改用塑料鏡面貼紙代替玻璃鏡片。第三代陽光收集器則以防水作為主要的訴求。

### 四、實驗不同狀況下，收集陽光入射到光纖的效果

- (一)用陽光收集器+光纖(無凸透鏡)照射照度計，發現收集後增強效率為原本的1.13~1.28倍之間。目的為陽光收集器可不需隨陽光轉動，也能收集大範圍(廣角)的陽光。
- (二)第三代綜合裝置照射照度計，比較後發現一天平均收集效率為12.22倍。
- (三)CNS國家規定200~750 Lux。時段從早上8點至下午4點。

## 五、進行申請專利事宜

「陽光收集器綜合裝置」申請專利，字號：台代字第09546號。

## 六、應用與展望

- (一)陽光收集器是裝置藝術，除照明室內，也達到美化環境效果。
- (二)本組發現校園中榕樹下(圖39)幾乎沒有小草。本組認為樹木過度茂密而遮擋住太陽光，使小草無法行光合作用而導致稀疏。因此可利用本裝置來照亮草坪，讓小草生長得更茂密；經放置一段時間後，可發現小草逐漸茂密生長。
- (三)本裝置進入室內後，由於光線是點光源，故在光纖出口處加裝壓克力半球珠(圖40)，並使光纖點光源在壓克力半球珠之球心。使光線能沿半徑方向發散，增加照光面積。
- (四)陽光收集器放置於太陽能板上方，因可增加收集陽光的照度，故可增加太陽能板的使用電功率。(圖41及圖42)。

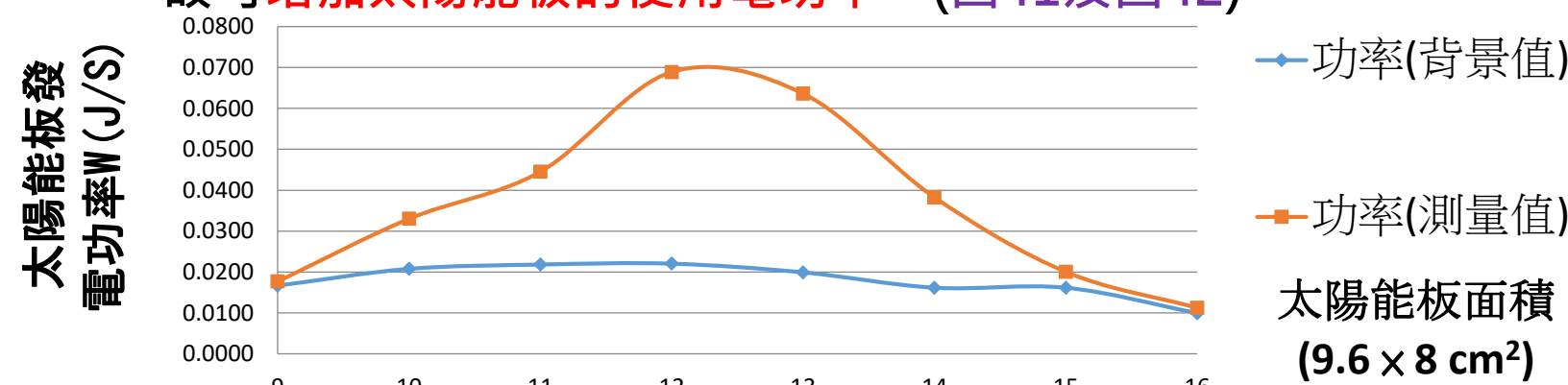


圖41 為太陽能板在不同條件下的電功率和時間變化關係圖

藍色曲線為陽光直接照射太陽能板數值的變化，橘色曲線為陽光經陽光收集器後，再照設太陽能板的電功率-時間變化圖



圖39榕樹下先後比較 圖40半球珠示意圖 圖42太陽能板實驗情形

## 陸、參考資料

- 一、牛頓。光和聲音。牛頓出版股份有限公司(主編)(民104)。小牛頓科學王(光與聲音)。中國大陸：四川少年兒童出版社。
- 二、生活裡的科學 光的反射。大愛電視(民105年2月18日)。生活裡的科學-光的折射【部落格影音資料】。  
<https://www.youtube.com/watch?v=DLnXTzXVtqI>
- 三、自然與生活科技 光、影像與顏色。翰林書店(主編)民(107)。自然與生活科技(3冊)。台南市：翰林書局
- 四、光纖的演進。宏翔科技有限公司。光纖的演進【部落格影音資料】。取自<http://www.atsun.com.tw/fiber.htm>。