

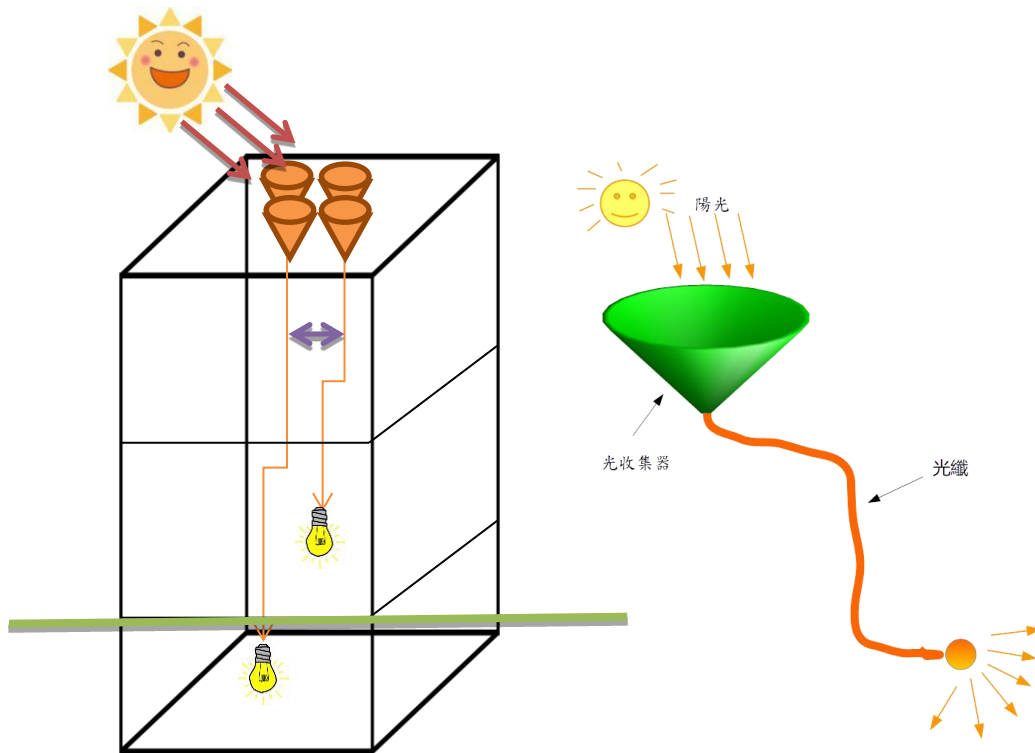
彰化縣 107 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選 作品說明書

作品編號：22013

組別：
 國小組 數學類
 國中組 自然與生活科技類
 人文社會類

作品名稱：陽光燈泡

～設計陽光收集器



目錄

第一階段、研究訓練階段	01
一、近二年學校獨立研究課程之規劃	01
二、學校如何提供該生獨立研究訓練	01
第二階段、獨立研究階段	03
一、研究動機	03
二、擬定正式計畫及、研究問題及工作進度表	03
三、彙整相關文獻	06
四、資料分析	08
五、研究結果及討論	17
六、評鑑與檢討	18
七、參考資料	20

第一階段:研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

獨立研究訓練，本為校方安排給資優班的課程，剛開始以帶領學生進行科展研究為目的，由教師指導學生從課本延伸，並從中找尋研究題材，以及設計相關實驗主題，這些都必須花好幾個月的時間投入，除了正式課程檢視研究進度外，學生通常得利用假日時間返校進行小組研究。

隨著彰化縣辦理獨立研究競賽，強調之間學習的連貫性，延伸所學以擬定想探究的主題，擴大範圍至多元面向，是以除數學、自然與生活科技外，更有人文科學，均為其範疇。這充份給予想進行研究的學生一個好機會，無論是具有語文學術優異傾向、數學學術優異傾向抑或是兼具兩者的學生，找尋更適合他們展現的舞台。

學校曾延請彰師大特教系教授蒞臨校內進行獨立研究的講座，勉勵學生各個均可嘗試參與研究，並於輔導室、設備組，及相關領域召集人處備有近年彰化縣獨立研究得獎成果冊供師生借閱，於學校首頁設立有關獨立研究文件專區，提供獨立研究方式及相關訊息查詢。學校熱心的老師亦會主動詢問，激勵學生組隊參與並掌握其進度，使學生能把握寒、暑假期間，投入研究。今年校內更預先進行校內初選，以增進參賽的質與量。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

(一)安排不同主題課程及研習，訓練學生探索問題、資料收集、本應用分析、歸納整理、表達能力，培養主題研究的興趣。

(二)校開設社團課，藉由接觸不同的學習內容，拓展學生獨立研究的視野。

- (三)學校首頁闢有獨立研究文件專案專區，提供獨立研究方法及相關訊息下載。
- (四)資源提供：學校整合科展與近年獨立研究歷屆範本（成果冊、光碟）提供借閱，並在網站上建立關於科學教育及獨立研究專區，提供其它研究資訊（包含研究方法、如何擬定主題及研究計畫、得獎作品等）。
- (五)研習規畫：實施多場不同主題的課程研習，培養學生探索問題、資料蒐集、應用分析、歸納整理以及表達的能力，並應用在獨立研究上。
- (六)設備器材：於週六、日或課餘期間，均開放電腦教室、E化教室等電腦設備供學生使用，研究所需的實驗器材均一應俱全，讓學生在完善的環境下，專心從事研究。

第二階段:獨立研究階段

一、研究動機

從小時候起老師就告訴我們什麼是『全球暖化』，為什麼會有暖化的現象等等。那時我們並不是很明白，而且也沒意識到它的重要性。現今，科學家研究數據證明以及大篇幅的資訊報導，紀錄著逐年平均溫度、海平面上升……等地球危機，讓我們更加體會到它的重要性。

如今地球面臨著全球暖化的危機，主因是人類大量的使用能源，排放二氧化碳(CO₂)及破壞臭氧層之故。因此本組決定研究使用太陽能來當此次的研究主題。利用陽光來代替電燈在日常生活中扮演的重要角色，如此便可節省白天電能之使用量，以達到節能減碳的效果。

二、擬定正式計畫及研究問題及工作進度表

(一) 擬定正式計畫

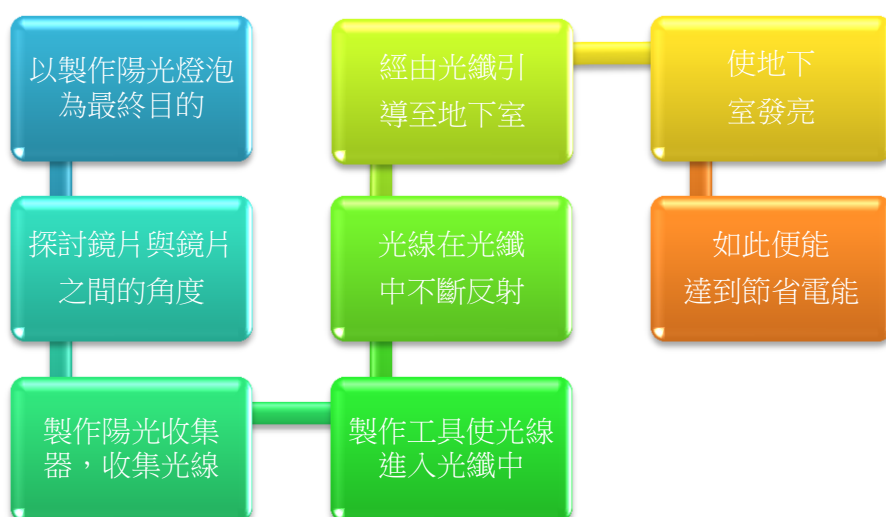



圖 1 實驗與設計流程圖

		
<p>圖 2-1 繪製光透過陽光收集器經由光纖導入室內的整體構想圖</p>	<p>圖 2-2 本組進行討論，想出『光』如何進入室內的最佳的方法</p>	<p>圖 2-3 發表個人的意見並進行討論</p>
<p>圖 2 透過本組討論提出更多想法並整合</p>		

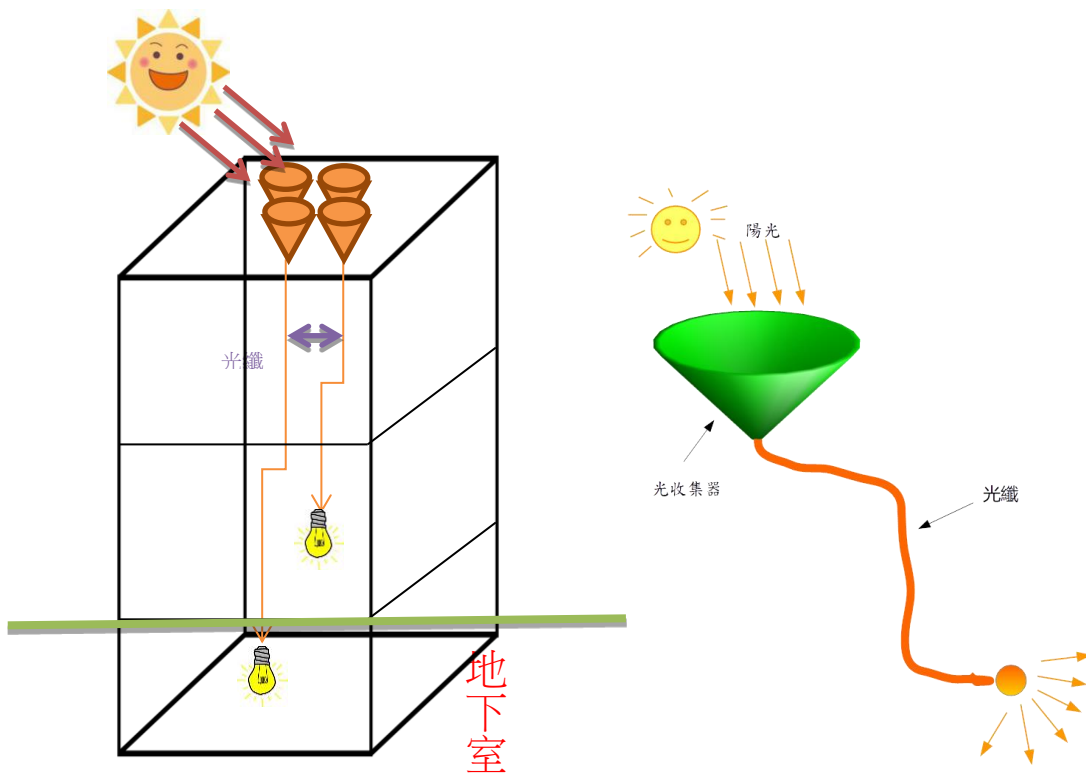


圖 3-1、圖 3-2 構想陽光燈泡示意圖

(二) 研究問題

1. 研究收集光線？如何聚集光線？
2. 光如何傳到室內？
3. 尋找製作陽光收集器的素材
 - (1) 反光效能佳
 - (2) 製作成本低
 - (3) 材料容易取得
 - (4) 可簡易裁切組合
4. 設計陽光收集器經由凸透鏡進入光纖的裝置
5. 製作出陽光燈泡

(三) 工作進度表

▼表 1 工作進度表

時間 工作	9/20 ~9/25	9/26 ~10/1	10/2 ~10/4	10/5 ~10/20	10/21 ~11/11	11/11~ 10/30	10/31~ 11/20
蒐集相關資訊							
彙整相關文獻							
擬定研究計畫							
實驗記錄							
實驗資料統整							
撰寫研究報告							
定稿繳交報告							
累積進度百分比	5%	20%	30%	50%	70%	85%	100%

三、彙整相關文獻

(一) 入射角等於反射角

當光射到一個介面時，其入射光線與反射光線成相同角度。光入射到不同介質的界面上會發生折射。而反射時會同時出現”**反射線跟入射線和法線在同一平面內**”、”**反射線和入射線分居法線兩側，並且與界面法線的夾角相等**”、”**反射角等於入射角**”。〈諸國楨、朱喜福、郭宏智，2001;科學漫畫〉

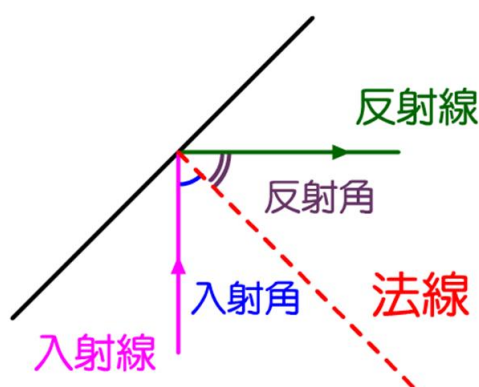


圖 4 光線反射路徑

(二) 全反射

簡單的光纖是由**光密介質**作中心，**光疏介質**作外層組成的導管，介質的原料通常是**玻璃**或**膠**。用光束照射光纖的一端，它便會在光纖中傳播，當遇到中心和外層的介面時，它會發生**全內反射**，**折返中心部份**。雖然光以直線進行，但**即使光纖彎曲**，**光線也會繼續沿光纖的方向傳播**。光纖的應用範圍很廣，除了作通訊用途外，還可以用來製造**內窺鏡**等**醫療器材**、**光纖感應器**或**光纖裝飾**等。

全內反射 (**全反射**) 是一種光學現象。當光線經過**兩個不同折射率的介質**時，部份的光線會於介質的界面被折射，其餘的則被反射。但是，當**入射角比臨界角大**時 (光線遠離法線)，光線會停止進入另一介面，反之會全部向內面反射。

這只會發生在當光線從光密介質（較高折射率的介質）進入到光疏介質（較低折射率的介質），入射角大於臨界角時。因為沒有折射（折射光線消失）而都是反射，稱之為全內反射。例如當光線從玻璃進入空氣時會發生，但當光線從空氣進入玻璃則不會。最常見的從水面中往上看水面的景象就是全反射的結果。



圖 5 全反射實例圖






圖 6 全反射實例圖

翻攝自「生活裡的科學」〈2011〉光的反射



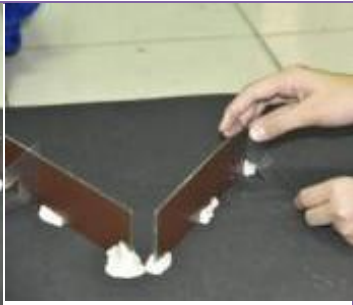
四、資料分析

(一) 材料的來源

名稱	來源	用途
	老師提供	<p>光在光纖內行進方向</p> 
↑ 圖 7 光纖		是我們找出最好引光進室內的器材，幾乎沒有損耗。
	老師提供	測量收集到多少光？
↑ 圖 9 照度計		
	市面上購買	實驗光的反射路徑，觀察鏡片夾角大小。
↑ 圖 10 鏡片		
	市面上購買	可重複使用於固定物件。
↑ 圖 11 環保黏土		

	市面上 購買	模擬光線前進
↑ 圖 12 雷射筆		
	老師提供	增加陽光收集的效率
↑ 圖 13 凸透鏡		

(二)探討光收集器之最佳角度

		
圖 14-1 用黏土組合 並固定兩片鏡片	圖 14-2 用三角板確 認鏡片與地面互相 垂直	圖 14-3 用三角板確 認鏡片與地面互相 垂直
圖 14 測量最佳的角度，才有辦法做收集器來收集最多的陽光		

先從**大角度**開始實驗，接著是**中角度**，最後則是**小角度**。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。由圖 15-1 和圖 15-2 **大角度**及**中角度**皆反射回去，如圖 16；只有圖 15-3 成功反射出去。由此可知。只有**小角度**才可以使光反射出去。

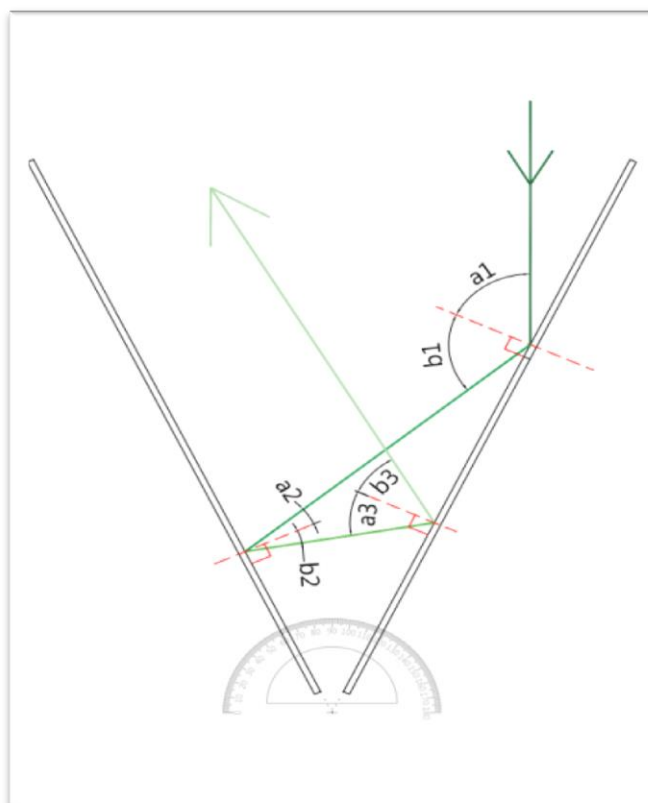
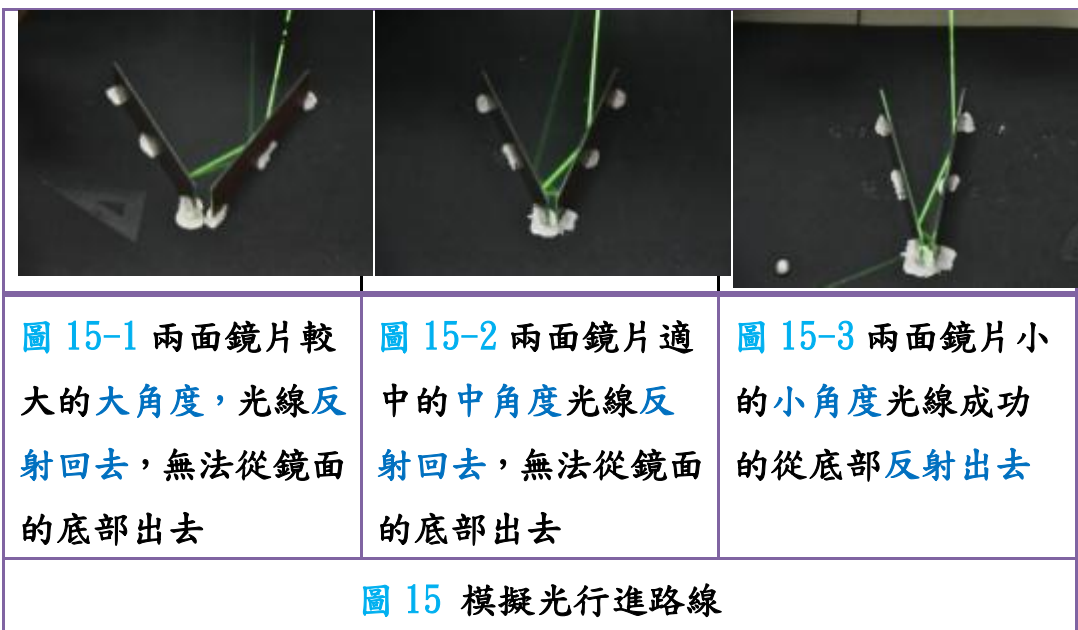



圖 16 角度反射出去的示意圖

測量鏡片夾角可以得之 **20 度** 可以順利的將光反射到出口，因此為**最佳角度**，由此數據可以知道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。

		
圖 17-1 光從右側進入夾角的小角度	圖 17-2 光從左側進入夾角的小角度	圖 17-3 測量最佳角度為 20 度
圖 17 模擬光線在鏡片中行徑路線，並證明只有小角度才能使光成功反射出去，符合陽光收集器的需要		

(三)製作陽光收集

		
圖 18-1 裁出多個直角三角形頂角為 20 度 (是由 17-3 得來)	圖 18-2 直角三角形拼成一個扇形，做為收集器的模型	圖 18-3 將鏡片黏貼在收集器的模型上
		
圖 18-4 將鏡片黏貼在收集器的模型上	圖 18-5 組裝陽光收集器	圖 18-6 陽光收集器完成品
圖 18 第一代陽光收集器製作過程		

在製作時，我們分成三組以加快製作時間，每一組的組裝方式不一，最後只有一組的組裝方式最能使鏡子吻合並可以順利的反射陽光至另一端。



圖 19-1 大略將光纖
連接陽光收集器

圖 19-2 調整角度收
集陽光

圖 19-3 收集陽光使
地面產生亮點

圖 19 到戶外操作確定陽光收集器可以順利收集陽光



圖 20-1 觀察並調整
適當的凸透鏡焦距

圖 20-2 觀察並調整
適當的凸透鏡焦距

圖 20-3 以圓規測量
焦距與透鏡距離，
結果為 4 公分

圖 20 觀察並調整適當觀察並以圓規測量焦距與透鏡距離



圖 21-1 固定凸透鏡在收集器的架子上達到聚光的效果

圖 21-2 固定凸透鏡在收集器的架子上

圖 21 固定凸透鏡在收集器的架子上



圖 22-1 光纖和杯子組合起來的上視圖

圖 22-2 光纖和杯子組合起來的側視圖，光纖與杯口的距離是 4 公分(由 20-3 得來)

圖 22-3 光纖和杯子組合起來並放上架子的完整圖

圖 22 凸透鏡連接光纖，並固定在裝置上

這次的實驗發現不用收集器，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，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鏡片。



圖 25 陽光收集器完成圖

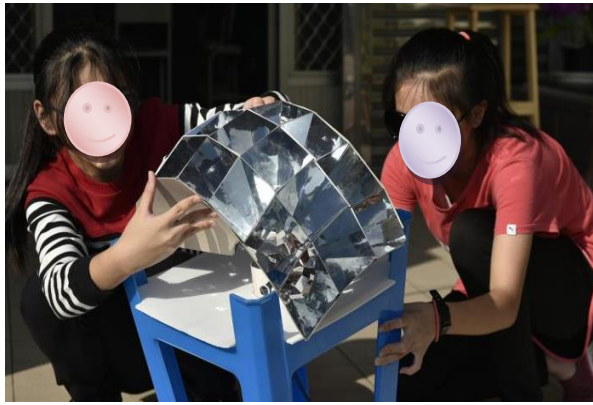


圖 26 陽光收集器測試過程



圖 27-1 陽光收集器
側視圖

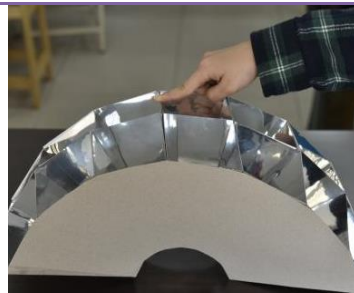


圖 27-2 陽光收集器
正視圖



圖 27-3 陽光收集器
上視圖

圖 27 第二代陽光收集器完成圖



圖 28-1 陽光直接照射：
56400LUX 〈對照組〉



圖 28-2 使用陽光收集器後：
198900LUX

圖 28 加上陽光收集器光度多寡的比較

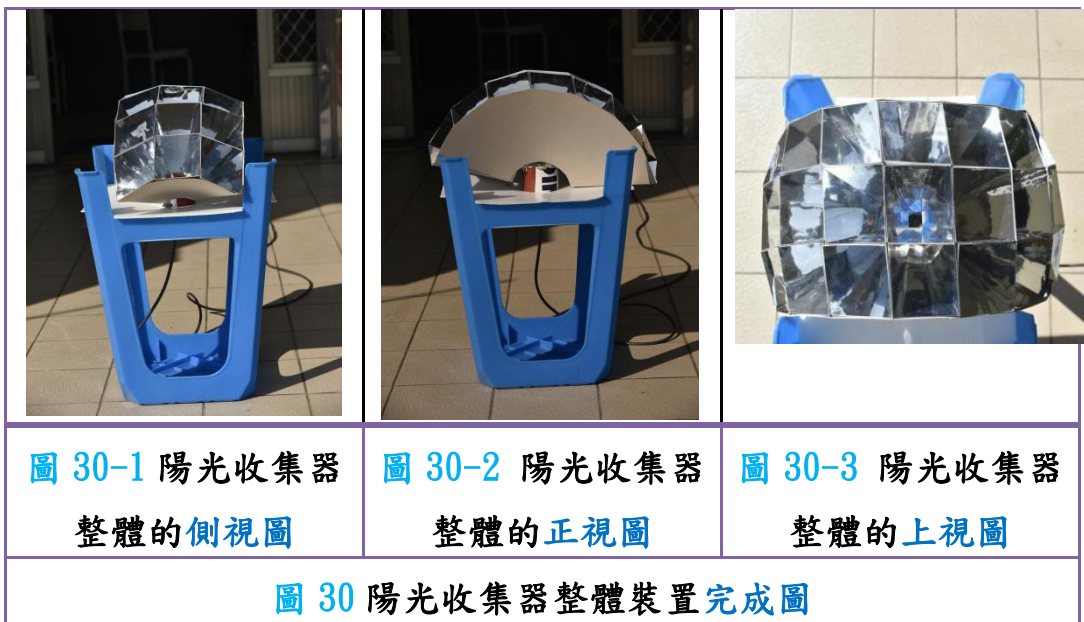


圖 29-1 陽光直接照射光纖：
只有微量光線滲出 〈對照組〉



圖 29-2 使用陽光收集器後：
光線明顯增加許多

圖 29 是否有陽光收集器的比較



五、研究結果及討論

(一)鏡片與鏡片間的角度

經過測試發現，小角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；相對的大角度無法和小角度一樣順利的反射出去，但出去的量較多，不過只能特定時間，不符合本組的需求。光出去的孔洞必須剛好，經由測試 20 度是可以反射至光纖中並進入室內，故使用剛剛好的 20 度來做收集器既可以收集到光又有足夠的亮度進入光纖中。

(二)適合陽光收集器的素材

一開始使用的鏡片不易裁切，因而效果不佳，且價格不便宜還不易取得，取得後還要請師傅切割，實在不適合做陽光收集器的材料；後來所找的塑膠鏡面貼紙相對更好，十分容易切割，取得方便，價格合理，而且反射效能不輸鏡片，裝到陽光收集器上效能比鏡片還要好很多，是很好的陽光收集器素材。

(三) 陽光收集器經由凸透鏡進入光纖的裝置

本組將寶特瓶與膠帶的內圈結合，製作出可以伸縮的裝置，這麼做是為了能隨時調整凸透鏡的焦距，以節省時間。下方再與光纖連接，使其有聚集光線的效果。

(四) 陽光收集器整體構造

最後成品的主體是由椅子為支架，上面放陽光收集器，連接到固定在椅子上的凸透鏡，再連接到光纖，最後再由光纖的另一端(也就是室內)會出現陽光使室內發亮，(從原本的 56400LUX 到 198900LUX 增加了約 3.5 倍)，本組也就成功的將光引進室內。

六、評鑑與檢討：

(一) 對擬定正式計畫及研究問題的新發現

發現角度愈小光投射進收集器較不易反射回去，使光線出去的洞口也變的較小，故使用 20 度，既可以收集到光而且洞口也不會太小，做出來的陽光收集器也相對較理想。

(二) 對各實驗器材的進化史

實驗項目	改進項目
陽光收集器	一開始大家都同意使用鏡片來製作，製作後來測量光的強度，發現和本組想的不太一樣。後來在網路上看到鏡面貼紙，就猜想應該會有更好的效果，而且材質容易裁切，可以讓製作過程更順利，因此重新製做了一個用鏡面貼紙當素材的收集器，完成後，證實質地較輕巧且光收集效果更佳，鏡面貼紙比起鏡子當材料的收集器有更好的成效。
凸透鏡	陽光收集器收集到的陽光固然很多，但為了增加光的亮度，所以我們又加裝了凸透鏡。經由測試，測量出焦距，為了能隨時細微的調整焦距，我們特別設計了裝置，使凸透鏡能上下移動微調適當距離。

(三) 對各實驗的結果及分析：

1. 一開始使用鏡片無法順利的收集光，因光無法像水一樣從高處往低處流，所以研究出最佳的角度才可以順利的收集至光纖中。經過研究發現，鏡面與鏡面的角度愈小，收集到的光較不易反射回去，但光線要出去的出口也相對較小，故使用可以收集到，且洞口也不會太小的 20 度來做出理想陽光收集器。

2. 當時認為使用鏡片作為陽光收集器的主要材料是再好不過的，但是萬萬沒想到鏡片的缺點是難以切割，使它每一片都不盡相同，所以改使用塑膠鏡面貼紙。

(四) 研究困難與勇於突破

1. 時間常會無法互相配合：

因為本組都利用星期六下午的時段來進行研究，故偶有請假缺席之情況發生，所以研究小組會利用通訊軟體或是電子信件來增加討論機會。

2. 鏡子收集器失敗：

一開始用鏡子製作陽光收集器，因鏡子容易破碎組裝不易，而且無法自己切割，所以實驗變因太大無法自己掌控，導致實驗失敗，組員有點失落。

後來經過老師的提點，上網找其他可用的材質測試，最後改用鏡面貼紙製作陽光收集器，馬上解決精準裁切之變因，精準裁切出頂角為 20 度的等腰三角形，進行組裝後，效果尤佳振奮人心，且製作成本低，更加符合環保愛地球的初心。

七、參考資料

小牛頓 (4)。光和聲音。出版:牛頓出版股份有限公司

生活裡的科學 (2013) 光的反射:

<https://www.youtube.com/watch?v=zgR0ZsInjjw>

自然與生活科技(國中二上課本)—第四章:光、影像與顏色 出版:翰林出版事業股份有限公司

低碳生活部落格—借天光來照明

http://lowestc.blogspot.tw/2007/04/blog-post_30.html

宏翔科技有限公司—光纖的演進

<http://www.atsun.com.tw/fiber.htm>

科學漫畫—為什麼鏡子能反射影像、雷射是什麼、光纖的秘密、出版:時信出版(香港)有限公司/方盛發行

維基百科 自由的百科全書—光導纖維

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%85%89%E5%B0%8E%E7%BA%96%E7%B6%AD#.E5.85.A8.E5.8F.8D.E5.B0.84>

諸國楨、朱喜福、郭宏智 (2001)。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。

劉源昌、賴永進、謝育展 (2015)。TIR 透鏡應用於汽車晝行燈的配光設計。中州學報, (29), 51-65。