

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030805

陽光的熱電變裝秀

學校名稱：基隆市立建德國民中學

作者： 國二 陳之怡 國二 劉子怡 國二 蔡絜明	指導老師： 蔡坤龍 丁一萍
---	-----------------------------

關鍵詞：追日、鏡面、轉動載臺

摘要

臺灣地處亞熱帶，適合利用太陽能。太陽能的應用分為將光能轉為熱能與電能兩大類。前者在八上自然與生活科技課本，3-2面鏡成像單元中，提到太陽能集熱器是「利用平行主軸的太陽光，經凹面鏡反射後聚於焦點」，於是我們試著設計並製作一個焦距為10cm、口徑40cm的拋物面鏡太陽爐，作聚光煮物。後者利用太陽能板發電，將電能儲存12V電瓶，適合戶外手機充電、照明、轉成AC110V家庭用電等多功能之用。為了提升陽光轉換熱電的效率，構思了一套追日電路系統。且由課本中學得槓桿和齒輪省力機械原理，設計了木製的轉動載臺。藉由兩組光敏電阻分別去偵測太陽光的水平(方位角)及垂直(仰角)強度，馬達驅動轉動載臺，達到讓太陽爐及太陽能板正對太陽的任務。

壹、研究動機

在8年級上學期，老師講到3-2面鏡成像，單元中有關拋物面聚焦的實驗，有介紹太陽爐。當時天真的我們，毫不知太陽能夠煮東西，以為如果太陽能煮熟食物，那在室外籃球場的人們不就被煮熟了嗎？原來其實只要陽光聚焦的好，在焦點的位置溫度都可以超過攝氏100°C，老師就分享了一次他做科展的經驗，我們都感到很有興趣，也想一起加入作環保，利用太陽來煮物和發電！！

貳、研究目的

全球能源儲量有限，更重要的是，它會對生態環境造成嚴重破壞。利用太陽的熱量來烹煮食物，不但清潔乾淨，沒有能量轉換損失問題，效能高而且有趣，不煮物可用來發電。因此我們想製作一個能追日的太陽爐與太陽能板兩用的組合裝置。

研究一：設計和製作一個焦距10cm、口徑40cm，拋物鏡面壓克力太陽爐，並測試聚焦性質及煮物的可行性。

研究二：設計符合裝置的追日系統電路機制。

研究三：追蹤太陽轉動載臺之研製。

研究四：太陽能板發電之性質測試與生活應用。

參、研究設備及器材



烤箱



赤外線燈



太陽功率計



太陽能板



烙鐵



光敏電阻



感測電路板



減速馬達



電鑽



線鋸機



熱熔槍



溫度計



500W 鹵素燈



數位溫度計



充電控制器



LED 燈

鏡面壓克力板(2mm)、定位鐵架、線鋸機、溫度計、碼錶、護目鏡、烤箱、銅片、螢光漆、木合板、三用電表、光敏電阻、齒輪、感測電路板、減速馬達、熱熔槍、電鑽、烙鐵、太陽功率計、太陽能板。

肆、研究過程或方法

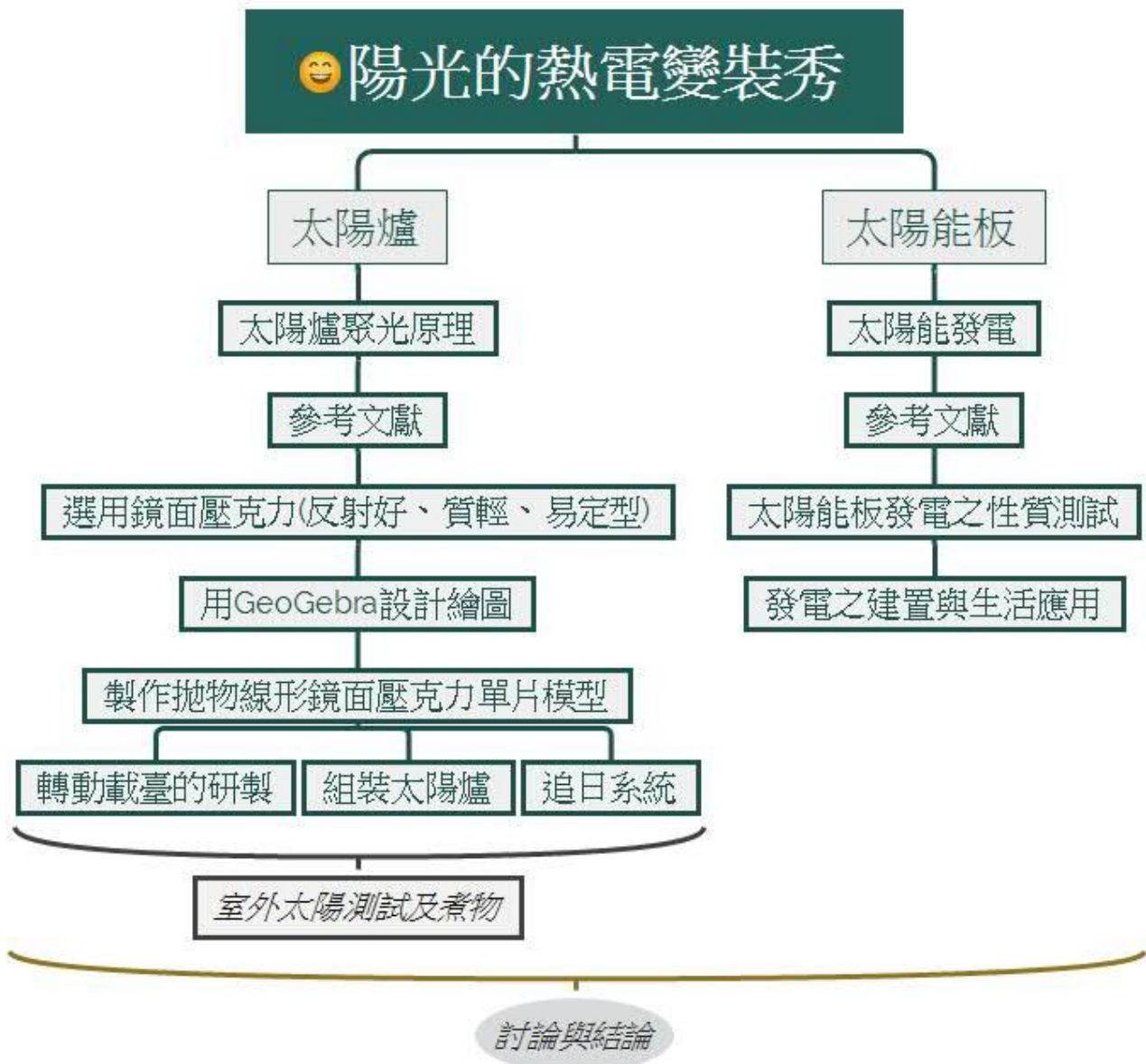


圖 1 追日太陽爐與太陽能板兩用裝置的設計製作架構圖

一、研究一：設計和製作一個焦距 10cm、口徑 40cm，拋物鏡面壓克力太陽爐。並測試聚焦性質及煮物的可行性。

(一)研究拋物線的性質和電腦繪圖

- 1、查資料得知，拋物線的方程式為 $y = \frac{1}{4} \frac{1}{a} x^2$ ，焦點的座標(0, a)，其焦距 $f = a$ 。
- 2、利用數學繪圖軟體 GeoGebra，繪出一個焦距為 10cm 的拋物線， $y = \frac{1}{4} \frac{1}{10} x^2$ 曲線的一邊(如圖 2)。

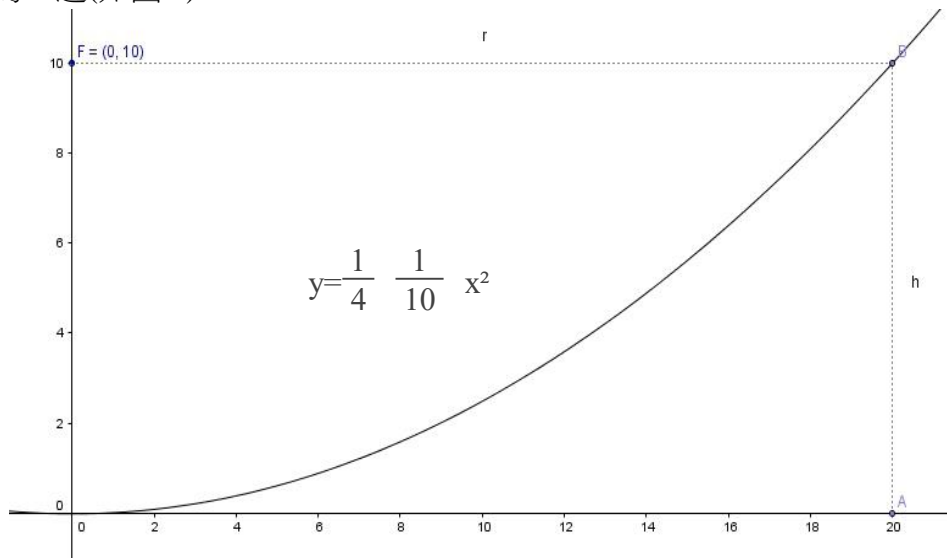


圖 2 焦距為 10cm 的拋物線: $y = \frac{1}{4} \frac{1}{10} x^2$

(二)拋物面鏡太陽爐單片模型的電腦繪製

- 1、查資料得知，微小弧長為：

$$di = \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2} = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx$$

$$\text{又 } \frac{dy}{dx} = \frac{x}{20}$$

$$\text{是故積分爲 } \int_a^\beta \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx = \int_a^\beta \sqrt{1 + \frac{x^2}{400}} dx$$

- 2、拋物面鏡太陽爐之設計，將以 18 片組合。將拋物線方程式 $y = \frac{1}{4} \frac{1}{10} x^2$ ，分別以 $x=6、8、10、12、14、16、18、20\text{cm}$ 為半徑，圓周長的十八分之一的弧長，即為水平切面的長度；將拋物線被 $x=6、8、10、12、14、16、18、20$ 分成的八段弧積分，其值即為單片模型的垂直 Y 的座標($x=2、4$ ，弦長幾乎等於弧長)。
- 3、利用數學軟體 GeoGebra，把函數 $g(x)=Y = \int_a^\beta \sqrt{1 + \frac{x^2}{400}} dx$ ，依 x 範圍代入，即可得八段弧的長。
- 4、利用以上所得數據，先將點作出，再將各點以線段連接的方式，即可繪得「單片模型」。

(三)壓克力板拋物線形單片模型的製作

- 1、製模--將寬 2mm 焦距為 10cm 的拋物線圖，貼於木板上，用線鋸機沿拋物線切除(如圖 3)。
- 2、將裁切的鏡面壓克力板「單片模型」，依弧度壓入模子(如圖 4)。
- 3、放入 115°C 的烤箱六分半鐘，讓壓克力板軟化，再取出冷卻 10 分鐘定型，即可得「拋物線形單片模型」。

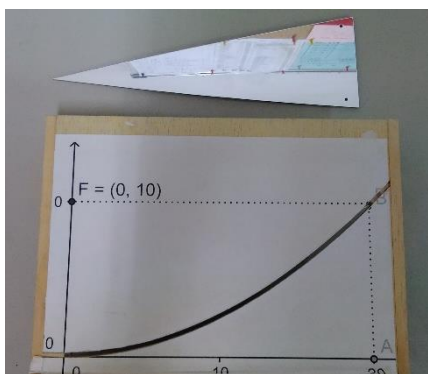


圖3

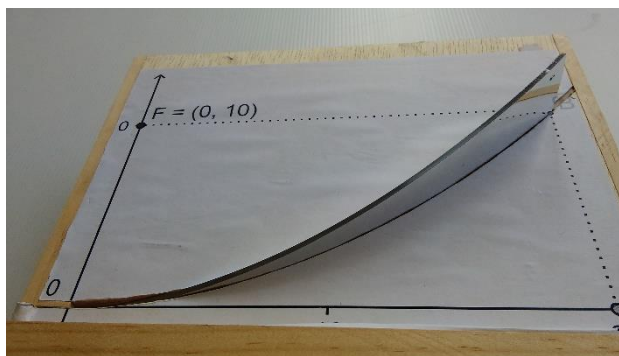


圖4

(四)壓克力板拋物線形單片模型的焦點測試

- 1、由 GeoGebra 繪出拋物線 $y = \frac{1}{4} - \frac{1}{10} x^2$ ，且口徑為 40cm，格線為 1cm(如圖 5)。
- 2、將兩拋物線形單片模型，依弧度放於拋物線上，並用紙黏土固定好(如圖 6)。
- 3、入射兩平行主軸的雷射光，記錄其反射後與y軸的交點位置，間距每次加大2cm，重複8次。

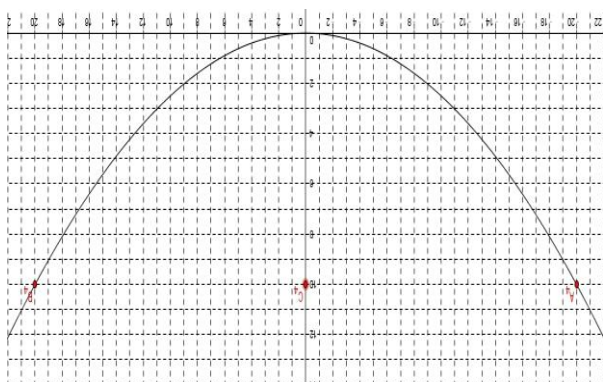


圖 5

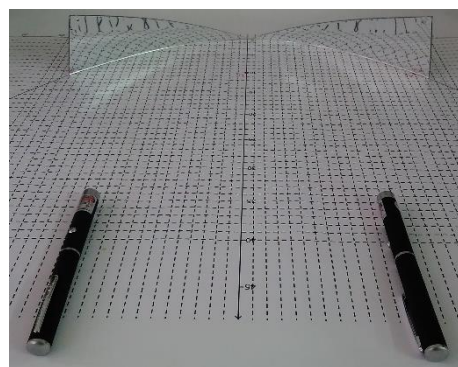


圖 6

(五)壓克力板拋物線形單片模型的組合

- 1、將 18 片「壓克力板拋物線形單片模型」，開口端先以銅片、螺絲連結。
- 2、底端用熱融膠黏著，即完成鏡面太陽爐。

(六)以赤外線燈(500w)對太陽爐作焦點溫度的測試

- 1、取三支溫度計，分別置於太陽爐的焦點上(T₂點)、焦點左方 5cm (T₁點)、焦點右方 5cm (T₃點)等
- 2、調整赤外線燈與爐心的距離為 100 cm。開始赤外線燈對準爐心入射。
- 3、觀察溫度計的變化，並每隔 5 分鐘，記錄 1 次溫度。觀察 60 分鐘，三支溫度計的溫度變化。

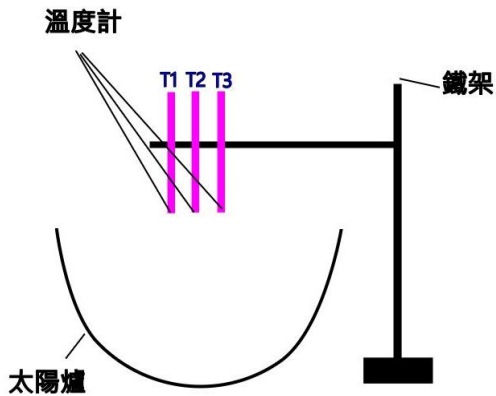


圖 7 焦點及附近溫度的測試示意圖



圖 8 焦點及附近溫度測試實物裝置

二、研究二：設計符合太陽爐的追日系統電路機制

這個系統是由前段的光敏電阻、中段的感測電路板及後段的減速馬達，來完成驅動轉動載臺。



A、光敏電阻



B、感測電路板



C、減速馬達

圖9 追日系統的主要元件

光敏電阻是用來感測太陽光強度的元件。追日系統的電路運作原理，是由兩組光敏電阻分別去偵測太陽光的水平(東西)及垂直(南北)強度，經由類比轉數位轉換，將光敏電阻的電壓值轉成數位化的數值，再由感測電路板的比較器，進行大小比較，比較器的功能是當 V+ 的電壓大於 V- 的電壓時，輸出就是正的電源電壓(+6V)；如果 V+ 的電壓小於 V- 的電壓時，輸出就是負的電源電壓(-6V)。馬達會依輸入電流方向的不同，在水平面正轉(向東)或逆轉(向西)，直到 V+ 的電壓等於 V- 的電壓時，才會停止。垂直(南北)與水平(東西)的運作原理皆相同，只是追光方向不同而已。藉由馬達驅動轉動載臺在水平轉動(方位角)與垂直轉動(仰角)，達到讓太陽爐及太陽能板正對太陽的任務。

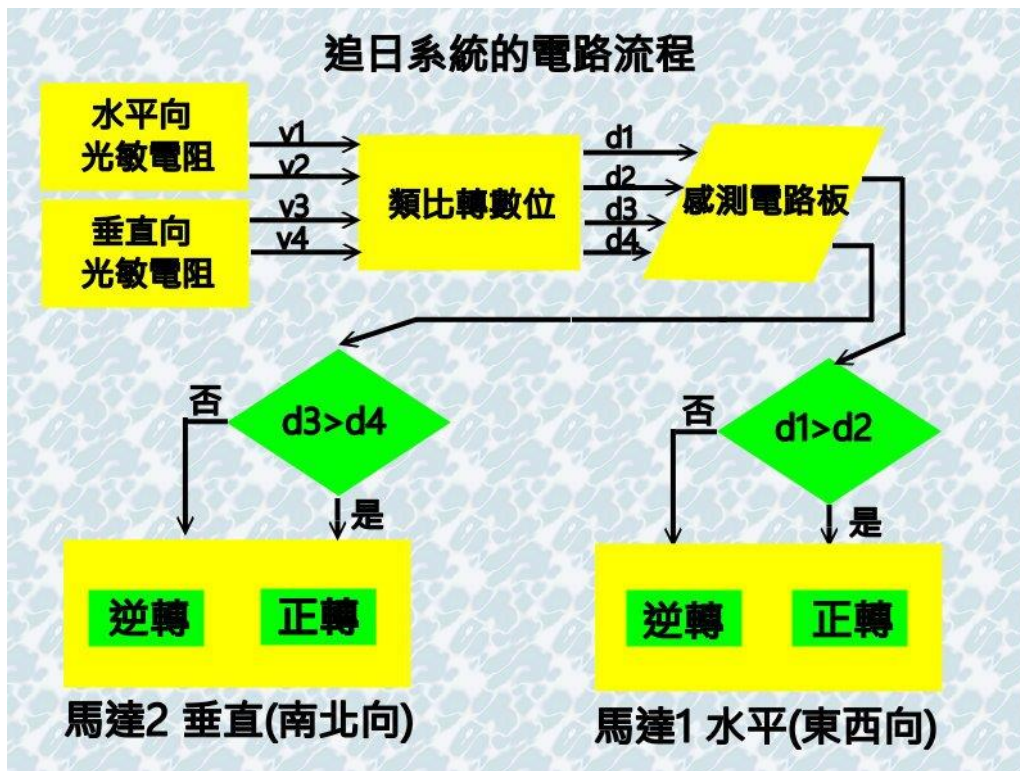


圖10 電路結構圖

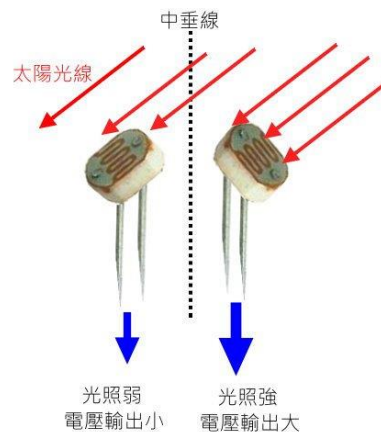


圖11 光照光敏電阻產生電壓大小示意圖

三、研究三：追蹤太陽轉動載臺之研製

追蹤太陽轉動載臺大小，主要是配合太陽爐及太陽能板的大小，並能隨太陽的方位及高度而轉動。分傳動部份、支架部份、組裝膠合。考慮製作容易，採用木頭施作。傳動部份因太陽一天移動的速度不大，使用齒輪、槓桿皆採省力的機械原理，達成驅動的任务。

(一)傳動部份

1、傳動齒輪

- (1)、利用齒輪模板產生器程式(Gear template generator program)設計齒輪。
- (2)、模擬水平傳動齒輪(10 齒、直徑 7cm)帶動水平轉動齒盤(60 齒、直徑 35cm)的轉動情形。調整參數至轉動順暢。

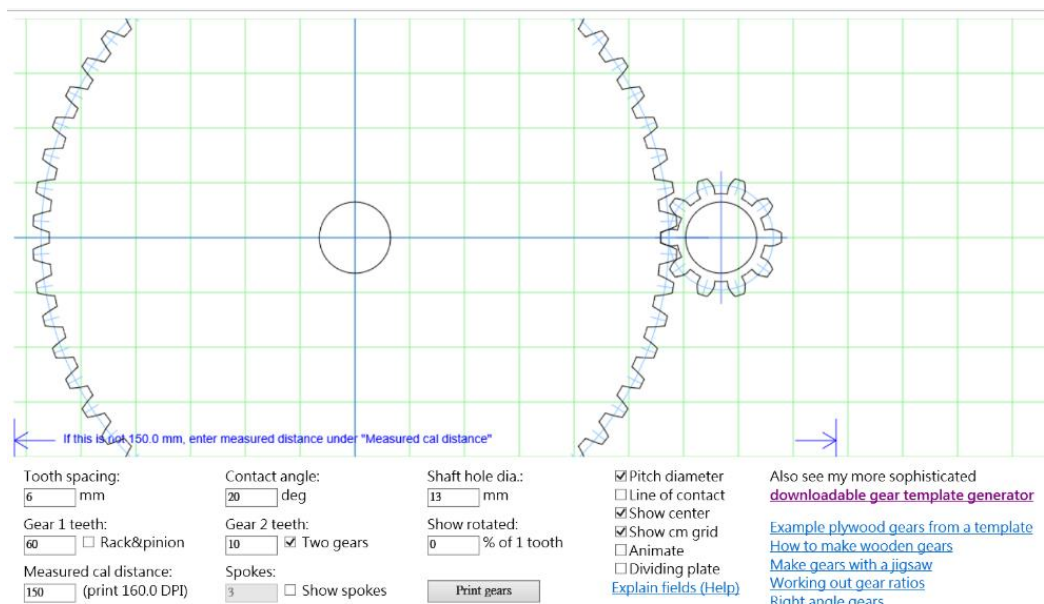


圖 12 齒輪模板產生器程式(Gear template generator program)，可模擬水平傳動齒輪(10 齒、直徑 7cm)，水平轉動齒盤(60 齒、直徑 35cm)是否轉動順暢。

- (3)、分別以 1:1 的比例列印出齒輪模板。
- (4)、將齒輪模板用膠水貼於 12mm 的木合板。並用線鋸機鋸切成形。

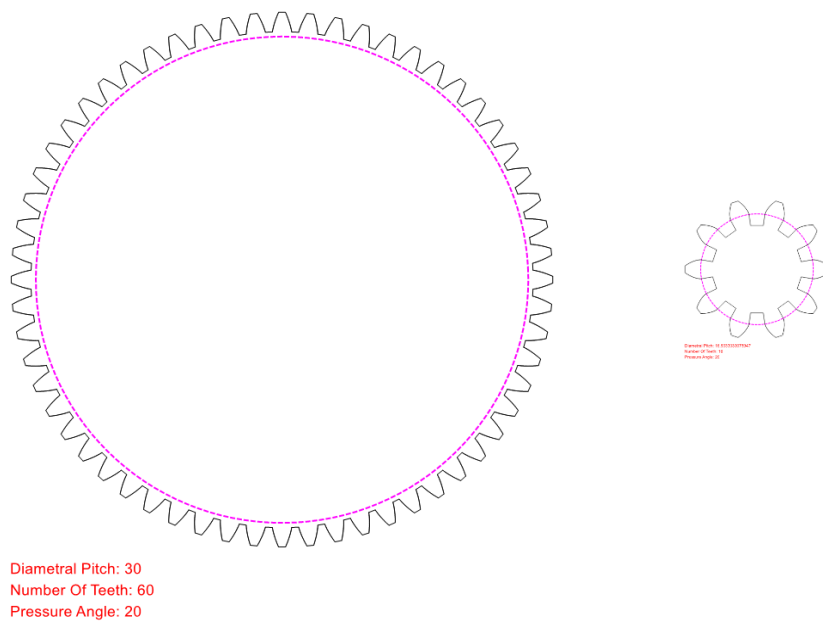


圖 13 以 1:1 的比例由印表機列印出齒輪模板。

2、傳動齒條

- (1)、用繪圖軟體 GeoGebra，繪出一鋸齒條，用於推動太陽爐的垂直方向。

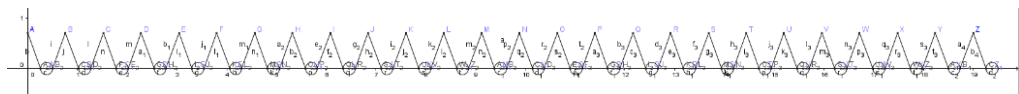


圖 14 由印表機以 1:1 的比例，列印出齒條模板。

- (2)、分別以 1:1 的比例列印出齒條模板。
- (3)、將齒條模板用膠水貼於 12mm 的木合板。並用線鋸機鋸切成形。

(二) 支架部份

- 1、以簡單質輕能支撐太陽爐及太陽能板為考量。設計U型的支撐架固定於水平轉動齒盤上，支撐架負責垂直(仰角)的轉動，水平轉動齒盤則負責水平(方位角)的轉動。
- 2、台灣一年中，夏至正午時分，太陽仰角最高（北回歸線以北地區）；冬至正午時分，太陽仰角最低。設計垂直的轉動部份，將參考太陽的仰角。

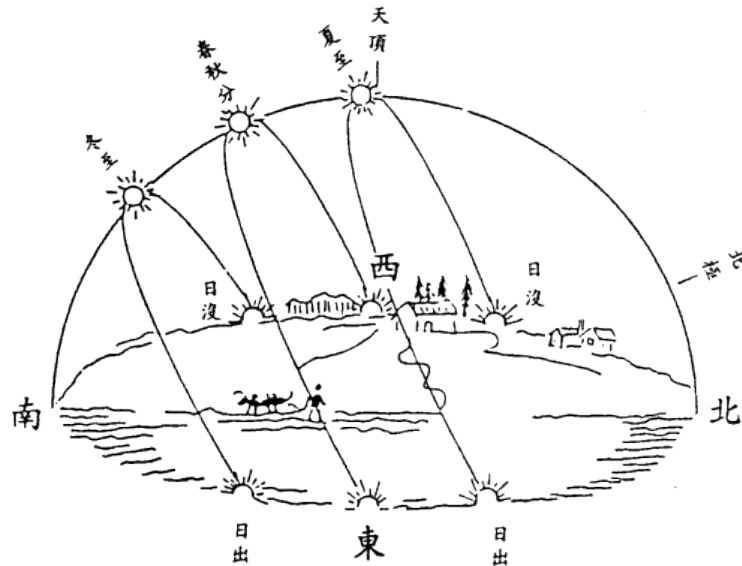


圖 15 臺灣四季太陽仰角與方位圖(中央氣象局曆象資料)

(三) 組裝、膠合與電源

將傳動部份和支架部份組合後，再安裝追日系統電路，最後再把太陽爐體部份固定在轉動載臺上，並選用合適的電源。即完成整追日太陽爐的設計製作。

(四) 陽光下爆米花的測試

- 1、取市售調製爆米花約 15 克放入鋁杯中，並以鋁箔紙封住杯口。調整鋁杯中心的高度距太陽爐底部約為 10 公分(如圖 16)。
- 2、取二個數位溫度計，將一個數位溫度計感應器黏貼在鋁杯的下端，另一個數位溫度計感應器插入鋁箔，置於杯內上緣處，並用紙膠帶固定。每 2 分鐘，記錄數位溫度計溫度。
- 3、約 30 分鐘後取下來，觀察結果並實際品嚐。



圖 16 烤爆米花裝置圖

四、研究四：太陽能板發電之性質測試與生活應用



圖17 太陽能板

Solar Module	
Spec	ICO-SPC-20W
Serial NO.	
Date	
Irradiance And Cell Temperature	1000W/m ² AM1.5 25°
P _{max}	20W
V _{pm}	17.9V
I _{pm}	1.14A
V _{oc}	22.4V
I _{sc}	1.23A
CE	Made in China

圖18 太陽能板規格

(一)照光功率與太陽能板輸出的電流-電壓-功率關係

- 1、將太陽能板串接一個可變電阻、安培計，並聯一個伏特計。調整500W鹵素燈高度，至入射太陽能板表面的照光功率為100W/m²。
- 2、調整可變電阻，並記錄過程中太陽能板輸出電壓-電流。
- 3、調整500W鹵素燈高度至入射光功率為200W/m²、300W/m²。重複步驟2。

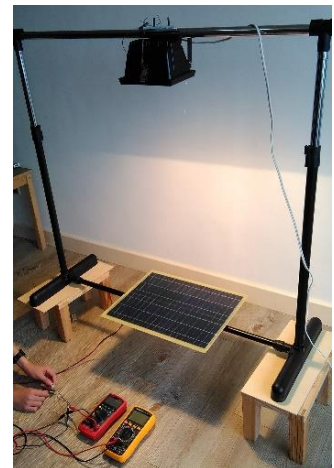


圖 19 照光功率與電流-電壓輸出裝置圖

(二)太陽能板的溫度與輸出電流-電壓-功率關係

- 1、將太陽能板串接一個可變電阻，調整500W鹵素燈高度，至入射光功率為200W/m²。調整可變電阻至輸出電壓為15V。
- 2、將太陽能板放入90°C的烤箱10分鐘後取出。連接可變電阻，記錄降至室溫過程中太陽能板輸出電壓-電流。
- 3、改將太陽能板放入-18°C的冰箱冷凍庫10分鐘後取出。連接可變電阻，記錄升溫過程中太陽能板輸出電壓-電流。

(三)光線入射角度與太陽能板輸出功率關係

- 1、將太陽能板串接一個可變電阻，調整500W鹵素燈高度，至入射功率為100W/m²。調整可變電阻至輸出電壓為15V。
- 2、轉動太陽能板，改變照光入射角度，調整入射角分別為0°、10°、20°.....90°時(如圖20)，記錄太陽能板輸出電壓-電流。
- 3、調整500W鹵素燈高度，至入射光功率為200W/m²。重複步驟2。



圖20

(四)發電系統之建置與生活應用

構想太陽能板產生的電力，先儲存到充電電池，可在沒有陽光時提供備用電力，適合戶外手機充電、照明，也可轉成 AC110V 作為家庭之用。

伍、研究結果

一、研究一：焦距為10cm、口徑40cm，拋物面鏡太陽爐的設計與製作

(一)研究拋物線的性質和電腦繪圖

拋物線繞著對稱軸旋轉一圈即成一拋物面，平行光入射拋物面有聚焦在焦點之光學性質，GeoGebra 平面幾何的圖形均可畫出，且可依 1:1 真實比例輸出列印。

(二)拋物面鏡太陽爐單片模型的電腦繪製

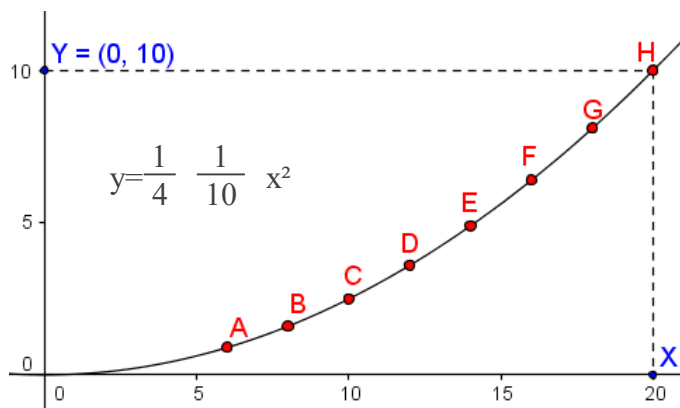


圖 21 各段弧長積分即右圖 22 的 Y 軸值

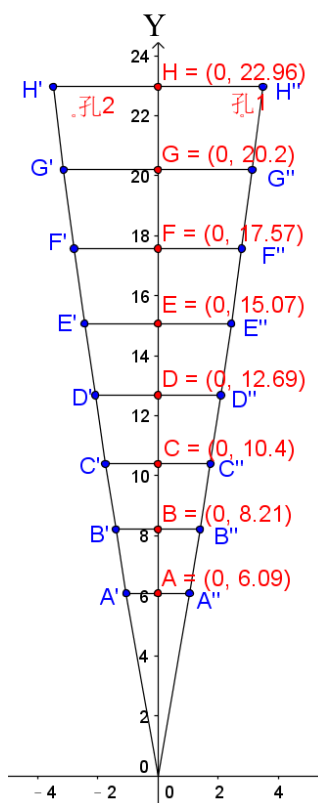


圖 22 「單片模型」設計圖

表 1 各點座標與單片模型各線段長度

拋物線的方程式 $y = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{10} x^2$				
圖 21 各點座標			圖 22 各線段長度	
點	x(cm)	y(cm)	$2 \cdot \pi \cdot r / 18$ (cm)	$Y = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{1 + \frac{x^2}{400}} dx$ (cm)
O	0	0	0	0
A	6.00	0.90	$\overline{A'A''} = 2.09$	$\overline{OA} = 6.09$
B	8.00	1.60	$\overline{B'B''} = 2.79$	$\overline{OB} = 8.21$
C	10.00	2.50	$\overline{C'C''} = 3.49$	$\overline{OC} = 10.40$
D	12.00	3.60	$\overline{D'D''} = 4.19$	$\overline{OD} = 12.96$
E	14.00	4.90	$\overline{E'E''} = 4.89$	$\overline{OE} = 15.07$
F	16.00	6.40	$\overline{F'F''} = 5.59$	$\overline{OF} = 17.57$
G	18.00	8.10	$\overline{G'G''} = 6.28$	$\overline{OG} = 20.20$
H	20.00	10.00	$\overline{H'H''} = 6.98$	$\overline{OH} = 22.96$

(三)壓克力板拋物線形單片模型的製作

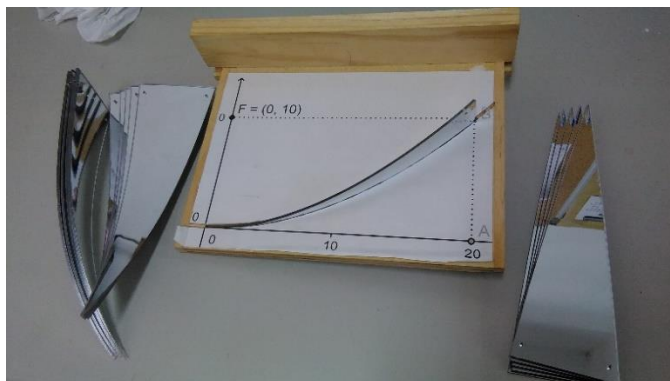


圖 23 壓克力板拋物線形單片模型冷卻後，從模子取出，其曲度圓滑富彈性。

(四)壓克力板拋物線形單片模型的焦點測試

表2 雷射光反射後與y軸的交點位置

左弧		右弧	
x 座標 (cm)	焦點位置 (cm)	x 座標 (cm)	焦點位置 (cm)
2	9.5	-2	8.9
4	9.4	-4	9.5
6	9.8	-6	9.7
8	10.0	-8	9.9
10	10.0	-10	10.0
12	10.1	-12	10.5
14	10.1	-14	10.9
16	10.2	-16	11.0
18	10.4	-18	11.1

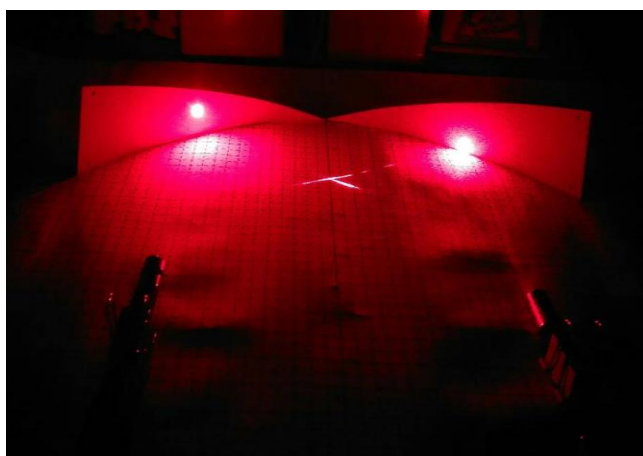


圖24 雷射光反射後在y軸聚焦情形

(五)壓克力板拋物線形單片模型的組合



A、開口端先以銅片、螺絲連結



B、18片壓克力板拋物線形模組合



C、底端用熱熔膠黏著



D、完成

圖 25 組裝太陽爐

(六) 以赤外線燈(500w)對太陽爐作焦點溫度的測試

表 3 焦點、焦點左方 5cm、焦點右方 5cm 溫度隨時間的變化

時間(分)	焦點(°C)	焦點左方 5cm(°C)	焦點右方 5cm(°C)
0	23.4	23.6	23.5
5	33.1	23.9	24.5
10	38.6	25.1	26.1
15	41.2	26.2	27.2
20	43.6	26.8	28.1
25	43.5	27.1	28.1
30	43.3	27.5	28.2
35	42.4	27.5	28.2
40	42.0	27.3	28.3
45	42.5	27.8	28.2
50	43.4	27.6	28.1
55	42.7	27.5	28.3
60	43.4	27.6	28.2



圖 26 赤外線燈對太陽爐作焦點溫度測試裝置圖

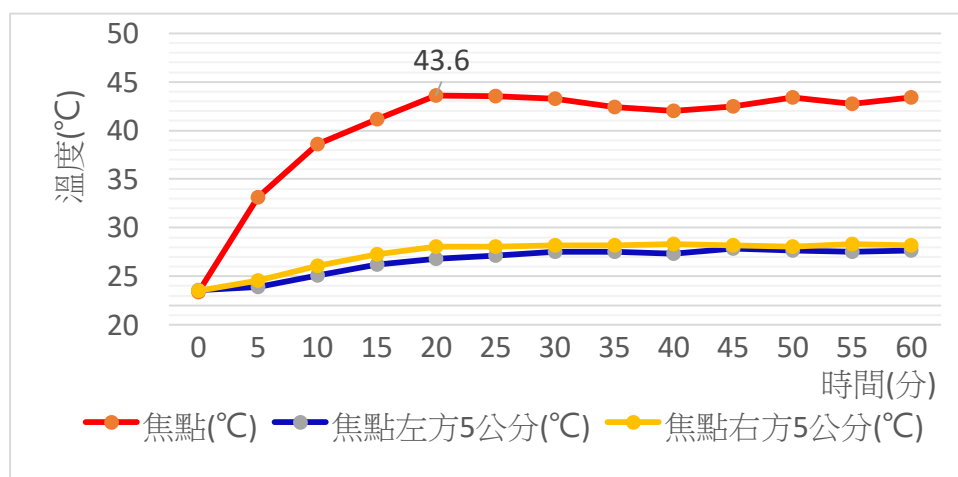


圖 27 焦點、焦點左方 5cm、焦點右方 5cm 的溫度走勢圖



圖 28 室內日光燈下，光線在紙軸上聚焦的情形。雖日光燈下非平行光，但仍可容易看出聚焦的效果。

二、研究二：設計符合裝置的追日系統電路機制

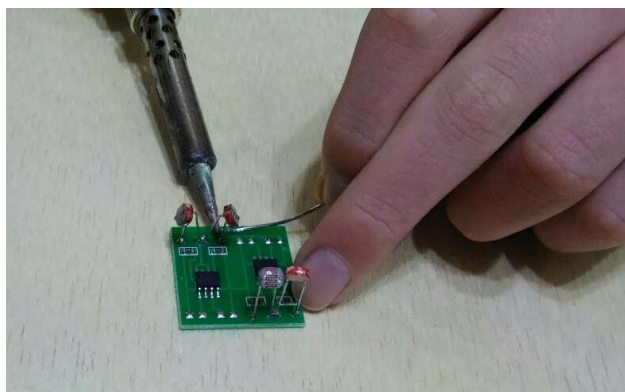
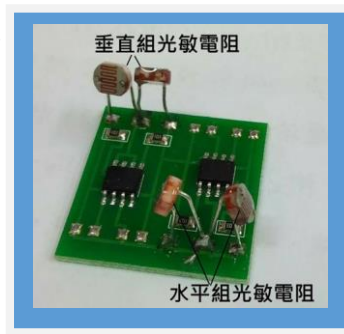
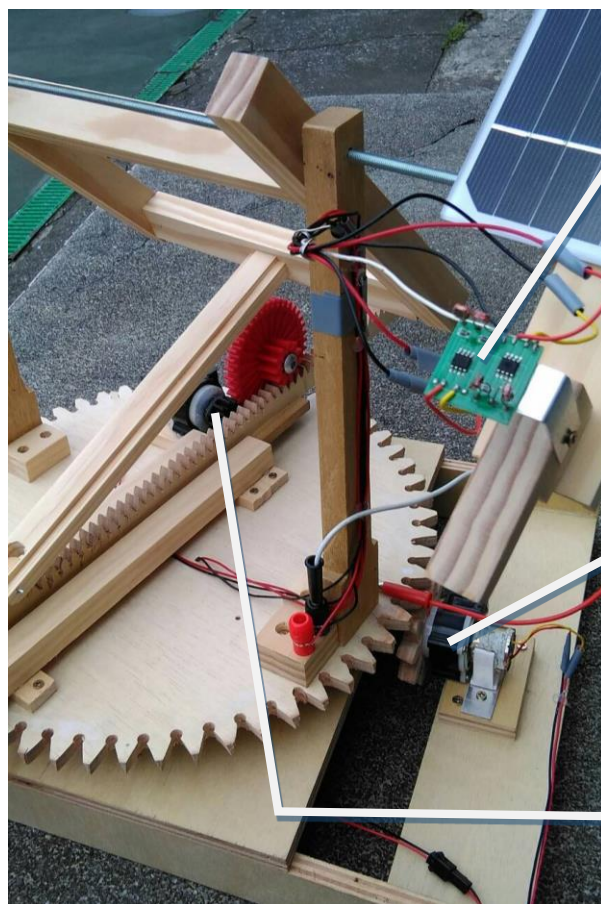


圖 29 將光敏電阻焊接在感測電路板



水平(東西向)馬達

垂直(南北向)馬達

圖 30 追日系統的電路結構實體照片

三、研究三：追蹤太陽轉動載臺之研製

(一) 傳動部份

1、傳動齒輪



A、將齒輪模板用膠水貼於木合板並在兩齒之間沖孔



B、在沖孔處鑽孔，方便鋸切



C、用線鋸機鋸切



D、鋸切完成的轉動齒盤

圖 31 水平轉動齒盤的製作過程



圖 32 水平傳動齒輪

2、傳動齒條

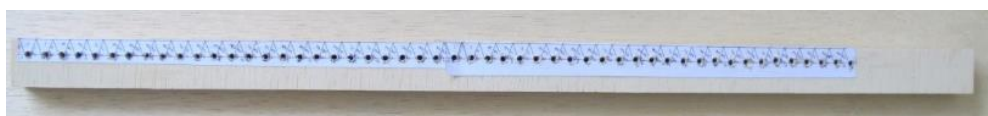


圖 33 用 GeoGebra，繪出齒輪模板，再用膠水貼於 12mm 的木合板



圖 34 線鋸機鋸切完成的傳動齒條

(二) 支架部份

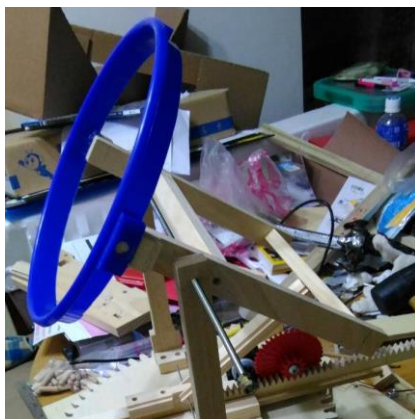


圖35 支架的傳動部份，要負責太陽爐垂直的轉動，較費力。將分別用齒輪、槓桿省力的機械，達成驅動的任务。

(三) 組裝、膠合與電源



底座

圖 36 底座台面用四顆滾珠，可減少轉動摩擦力。中央大線圈為正極，三個小線圈為負極，將電源傳到馬達。



水平轉動齒盤(60 齒、直徑 35cm)

圖 37 水平轉動齒盤中央銅片為正極，外圍圓形銅片為負極，將電源線藉由線圈導引到底座下方，可避免因水平轉動齒盤轉動，造成電源線纏繞。

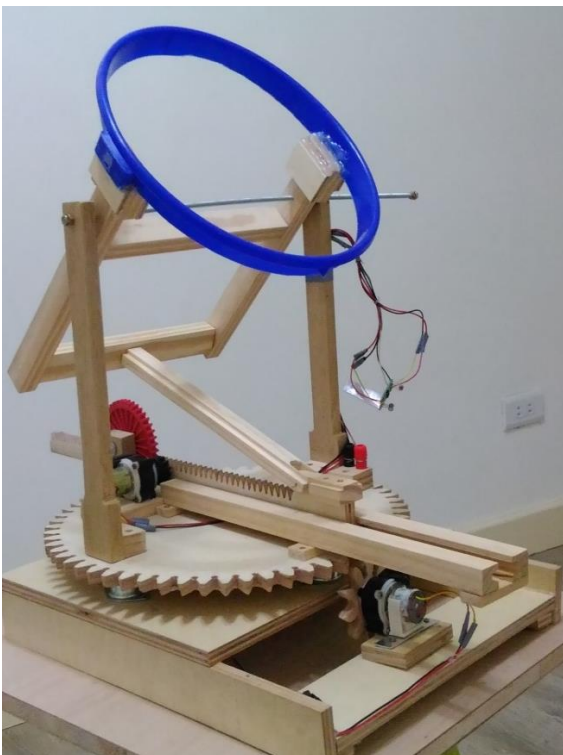


A、上膠

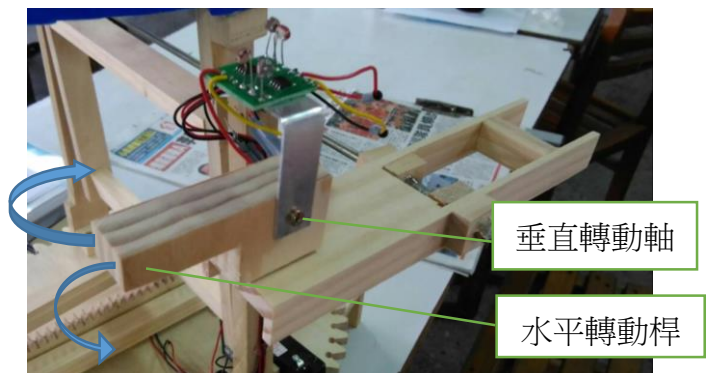


B、垂直轉動支架

圖 38 上膠後加壓，可增加膠合強度，用直角規，可幫助支架組裝方正。使用槓桿、齒輪省力的方式，可讓馬達易於驅動太陽爐在鉛直方向轉動。



A、配線和裝驅動馬達



B、光校正臺

圖 39 追日系統電路設計於左方(東方)，是考量太陽從東方升起，可避免光敏電阻一早，被太陽爐陰影遮住。光校正臺可水平轉動和垂直轉動，用於太陽爐對準太陽的調整和修正。

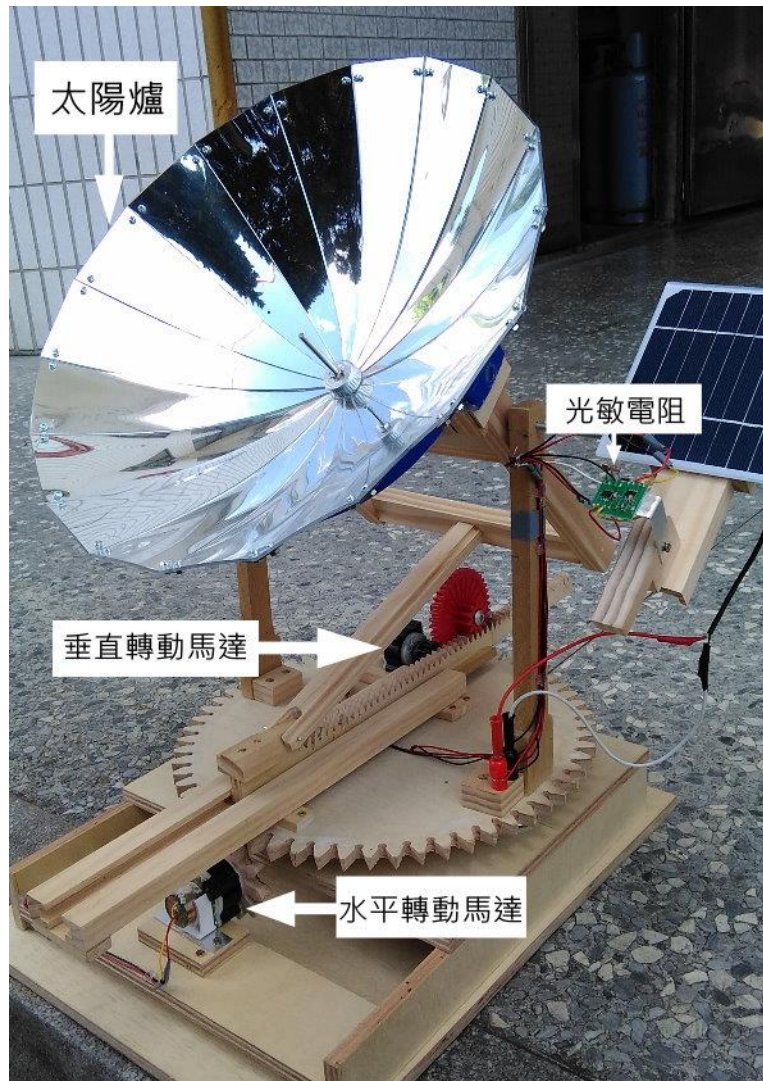


圖 40 追日太陽爐組合完成圖。太陽的位置移動相當緩慢，一般市售轉速太快的趨動馬達並不適用，要選有減速齒輪的直流減速馬達。

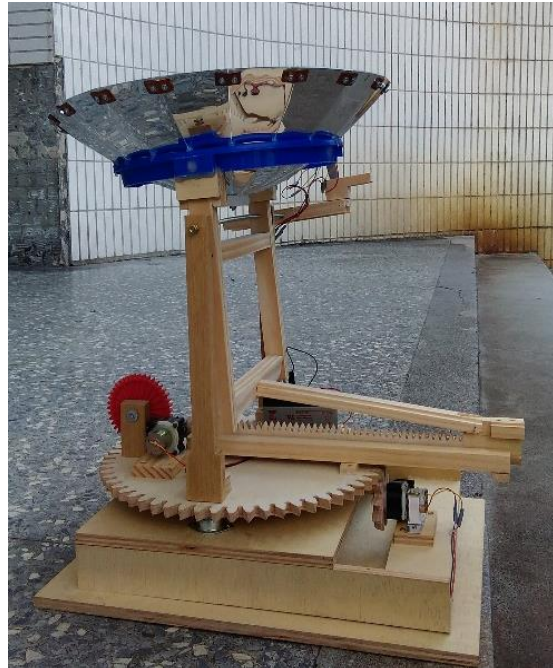
表 4 台北四季仰角與方位角

台 北 (北緯25.03度, 東經121.5度)															
季節	時	6	7	8	9	10	11	中天	12	13	14	15	16	17	18
夏至	仰角	11.3	24.1	37.3	50.7	64.2	77.8	88.5	87.8	74.7	61.1	47.6	34.2	21.1	08.4
	方位	069.1	074.1	078.6	082.9	087.4	094.4	180.0	226.4	267.8	273.7	278.1	282.4	287.0	292.1
春分	仰角	01.9	15.1	28.5	41.3	53.0	61.9	65.0	64.9	60.2	50.4	38.4	25.4	12.1	
	方位	090.7	097.3	104.7	114.2	128.2	150.9	180.0	184.1	215.4	235.6	248.3	257.2	264.3	
冬至	仰角		04.2	15.6	25.9	34.3	39.8	41.5	41.4	38.8	32.6	23.6	13.1	01.7	
	方位		118.3	125.9	135.7	148.3	164.1	180.0	182.1	199.8	214.9	226.8	236.0	243.2	

引用資料來源:中央氣象局曆象資料(單位:度)

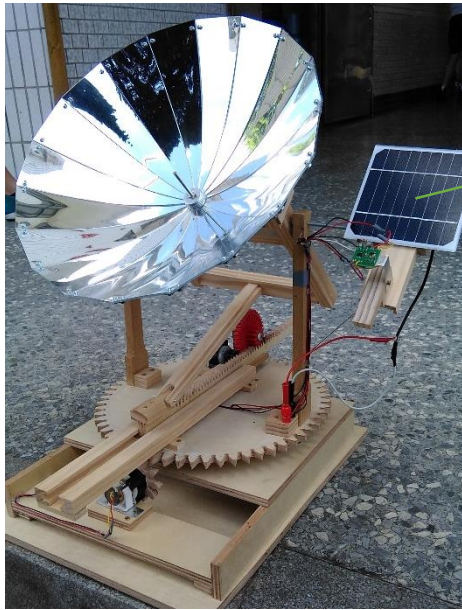


A 仰角最小 5 度



B 仰角最大 95 度

圖 41 我們設計太陽爐的仰角 5°~95°。參考表 4 中央氣象台北地區一年中各季節太陽的仰角，適合全年主要日照時間。



太陽能板(驅動轉動載臺電力用)
 Dimension 135mm*125mm*4.5mm
 Vmp 5V
 Imp 0.55A
 TEST CONDITION:
 AM 1.5 1000W/m² 溫度 25°C
 (廠商所提供的太陽電池的技術資料)

圖 42 在馬達負載的情況下，日照強度約 750W/m²，即可順暢的驅動轉動載臺。太陽爐一天隨太陽轉動所需的電力並不需很多。考慮天候不佳，我們可將太陽能板產生的電能先儲存在電瓶，當日照強度不足 750W/m²時，儲存在電瓶的電能即可適時提供轉動所需。

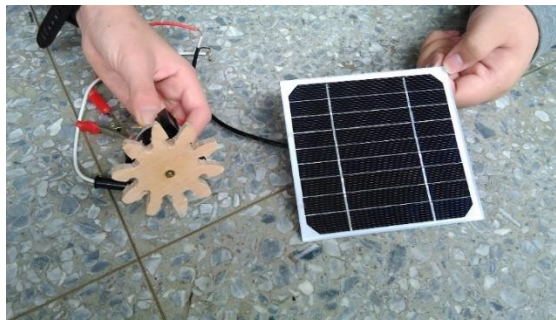


圖 43 在馬達沒有負載的情況下，日照強度約 600W/m²，即可驅動傳動齒輪。

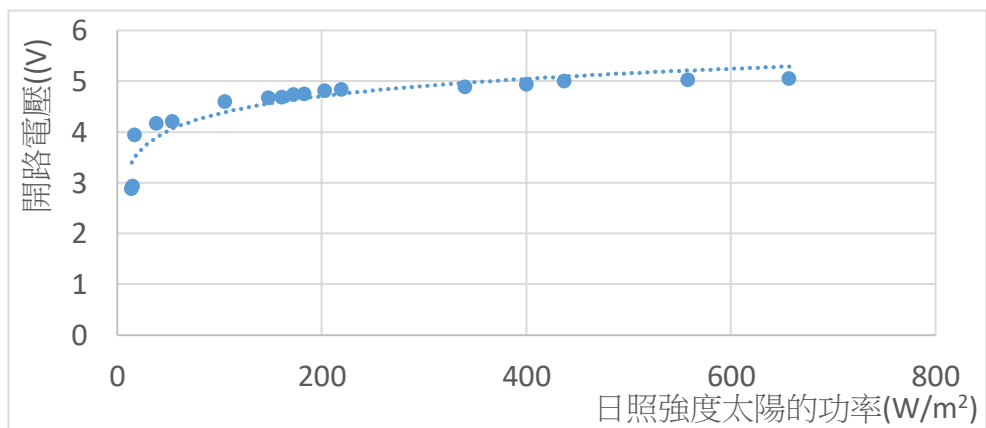


圖 44 太陽垂直照射時日照強度與輸出電壓的關係

(四)陽光下爆米花的測試

表 5 陽光下爆米花測試

時間(分)	鋁杯底部溫度(°C)	杯內上緣溫度(°C)
0	29.7	29.4
2	186.4	47.2
4	203.0	72.0
6	189.2	95.0
8	229.1	108.2
10	211.7	109.6
12	221.6	116.2
14	236.3	123.5
16	224.1	117.0
18	214.1	120.1
20	221.6	121.4
22	235.6	123.8
24	219.1	117.9
26	241.5	125.3
28	231.8	121.3

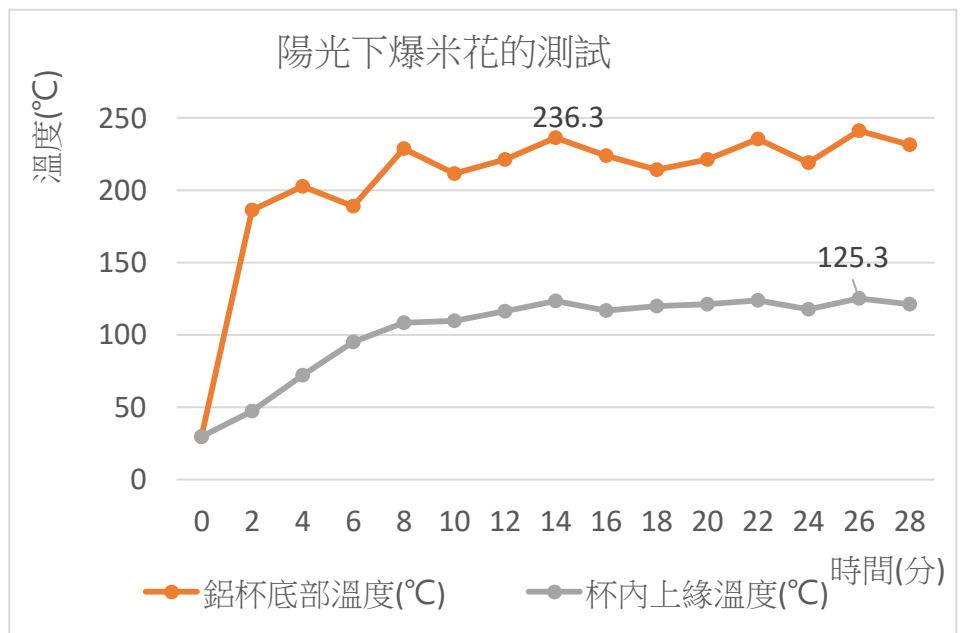


圖 45 鋁杯內溫度在 8 分鐘，可達 100°C 以上，
焦點溫度可達 200°C 以上。

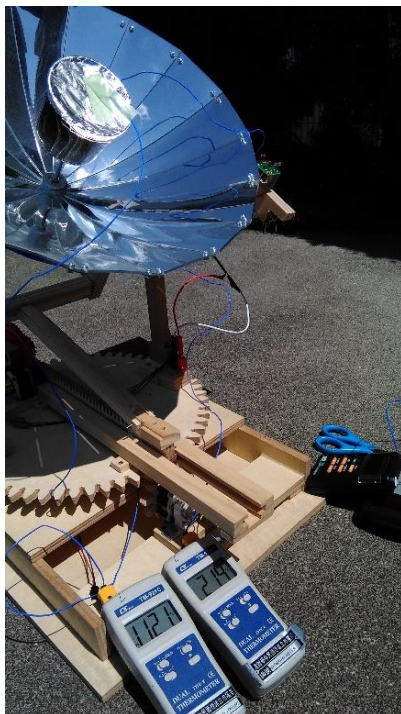


圖 46A 日期:六月一日 AM8:30~9:00
天氣晴 氣溫 27°C~35°C 風大
陽光功率約 800~900 W/m²



圖 46B 鋁杯內溫度達 90°C 時，即可開始
聽到零星玉米爆開的聲音

四、研究四：太陽能板發電之性質測試與生活應用
 (一)照光功率與太陽能板輸出的電流-電壓-功率關係

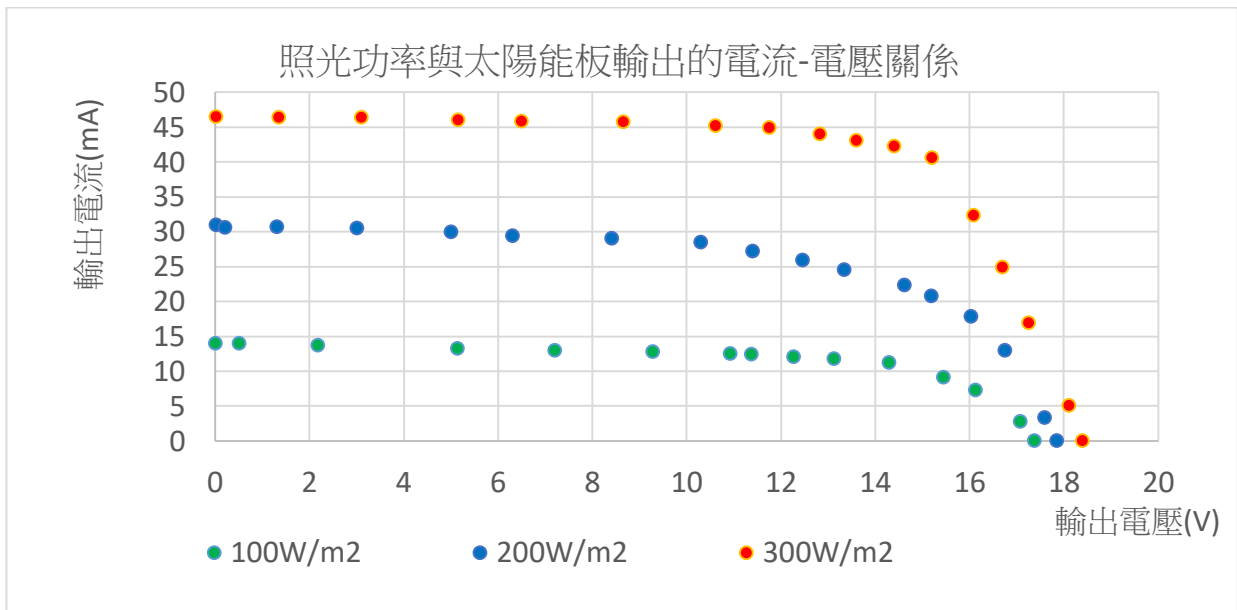


圖47 照光強度變大時，太陽能板輸出電壓上升，但上升幅度不大，而輸出電流則明顯增加。

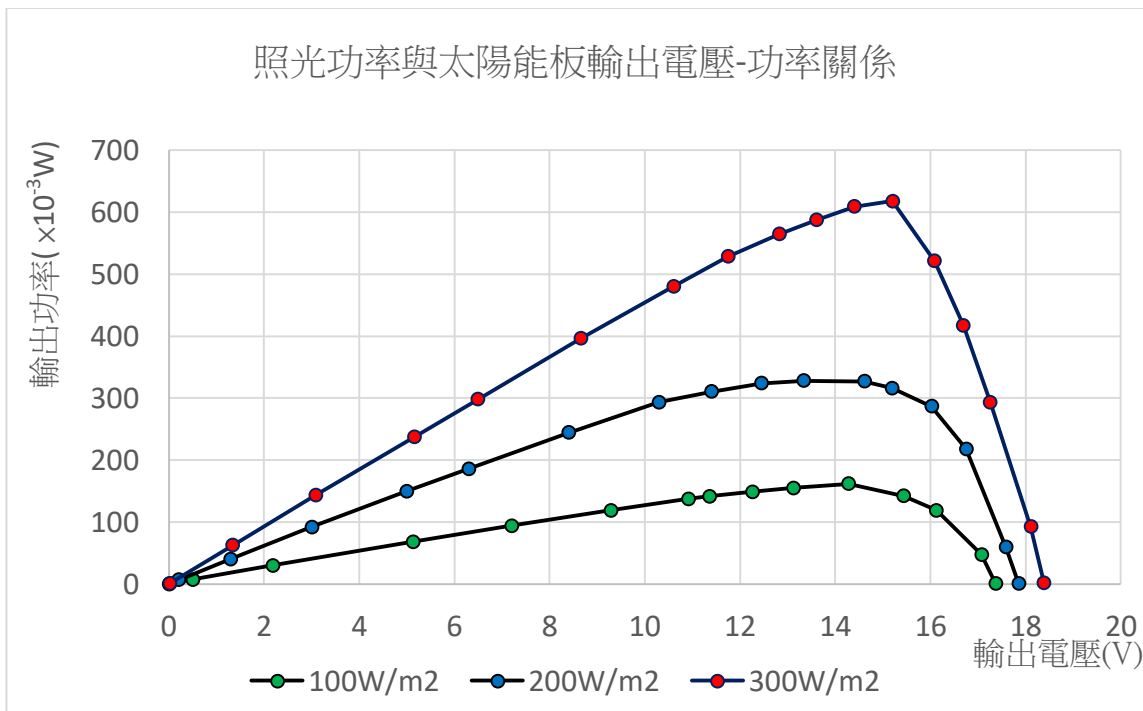


圖48 太陽能板之內阻並不固定，輸出功率在某一條件下才能產生最大功率。

(二) 太陽能板溫度與輸出電流-電壓-功率關係

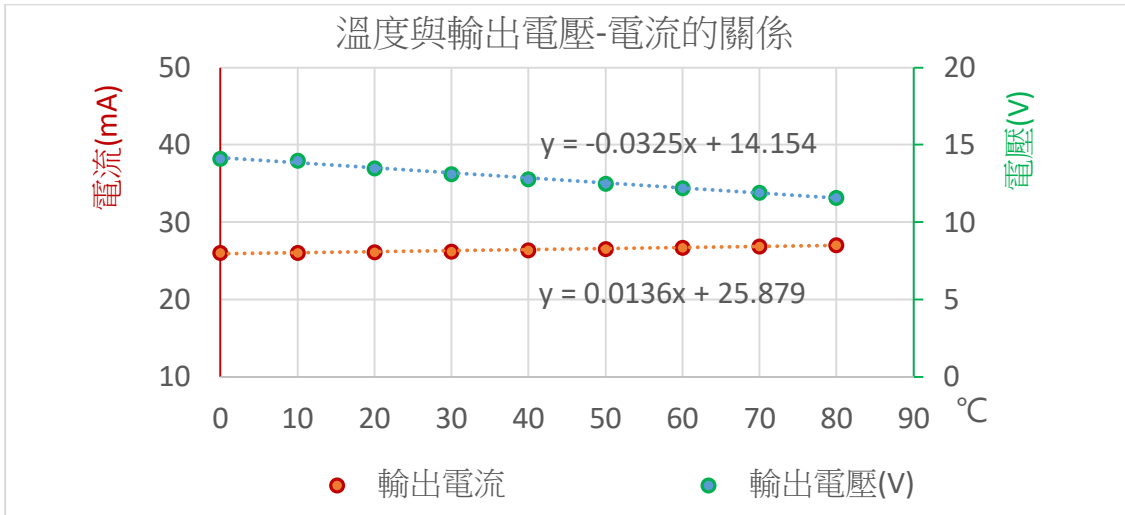


圖49 太陽能板表面溫度上升時，輸出電流會增加，輸出電壓卻降低。

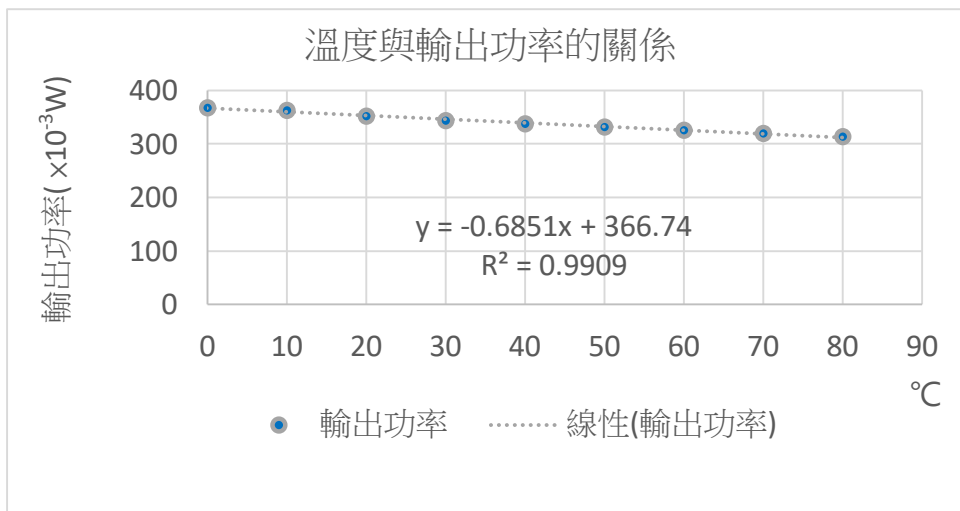


圖50 太陽能板表面溫度上升時，輸出功率會降低。

(三) 光線入射角度與太陽能板輸出功率關係

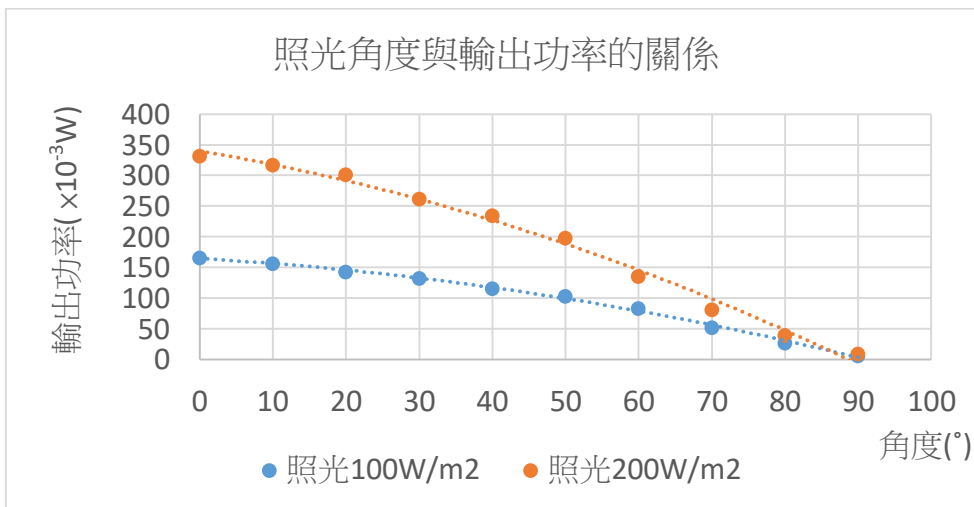


圖51 當入射光角度為40°時，太陽能板輸出功率減少約30%。

(四)發電系統之建置與生活應用

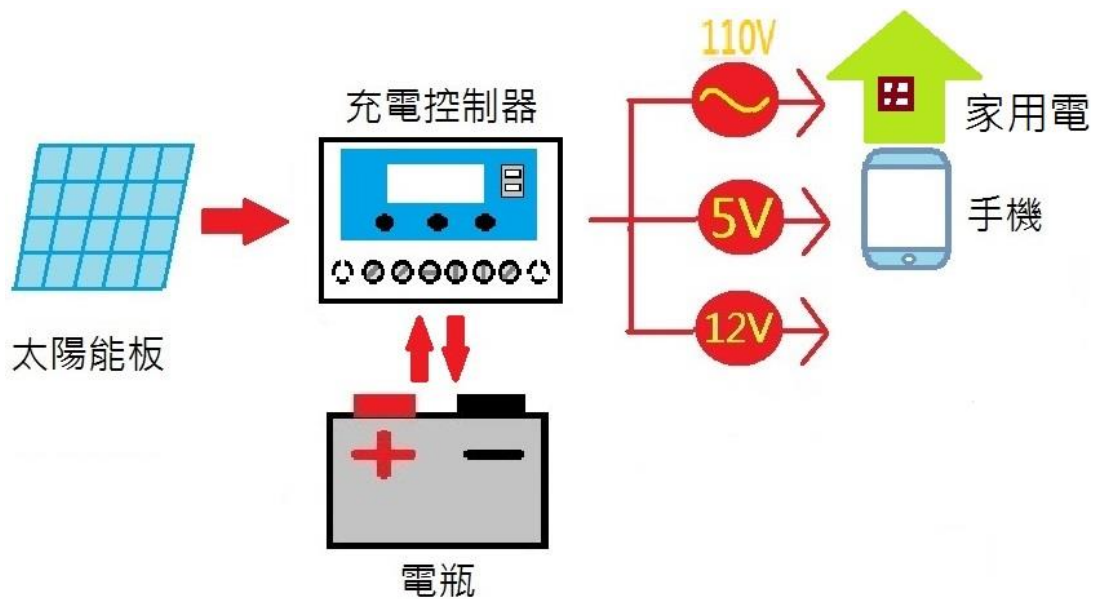


圖 52A 發電系統之建置圖

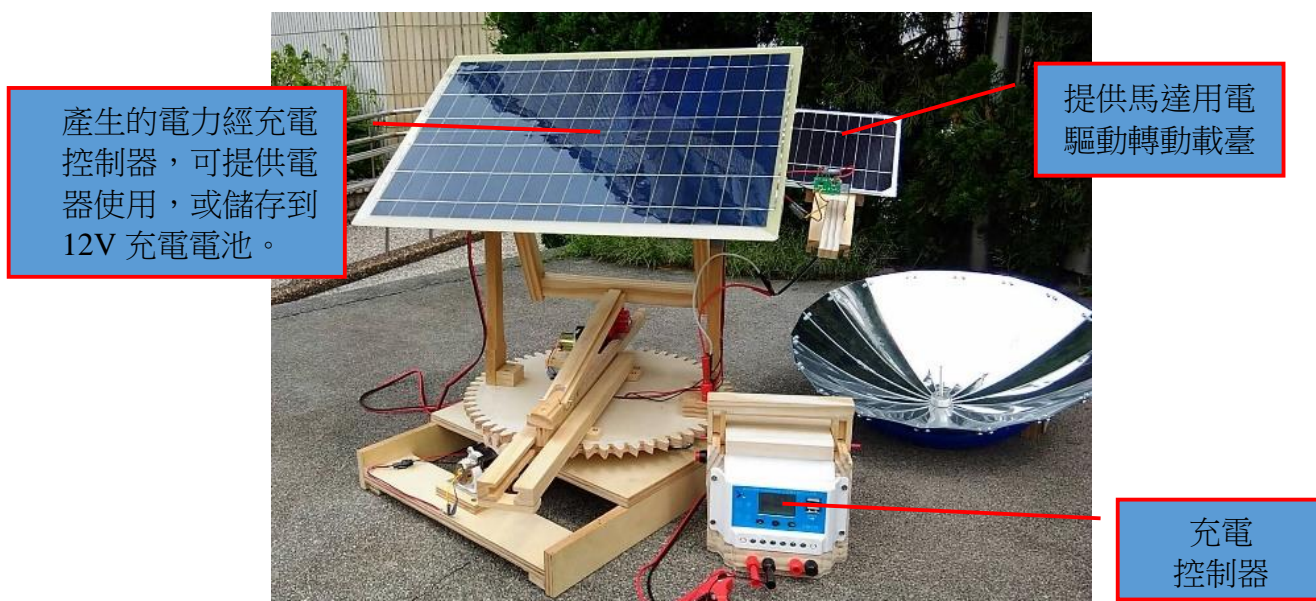


圖 52B 發電系統實際裝置圖

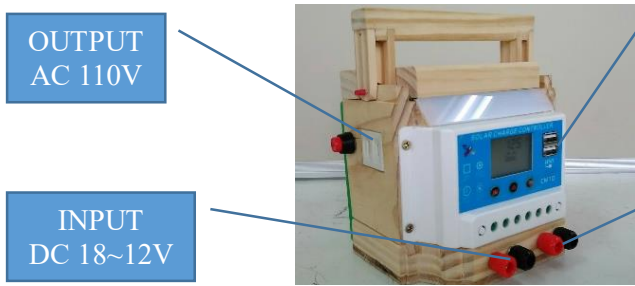


圖 53A 正面與側面

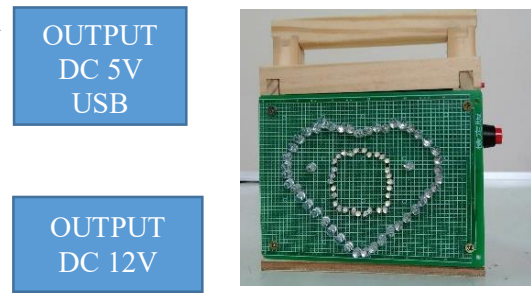


圖 53B 背面

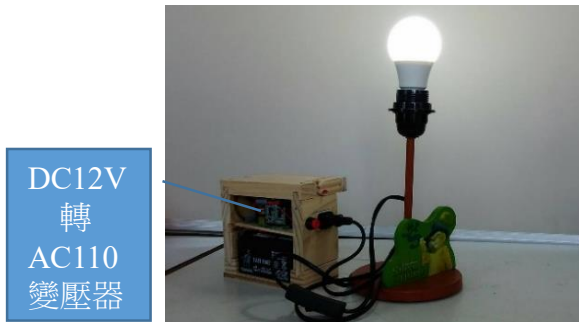


圖 53C 轉成 110V 交流電作為家庭之用 圖 53D 5V USB 電源可用於手機充電或小型風扇
圖 53 發電之生活應用

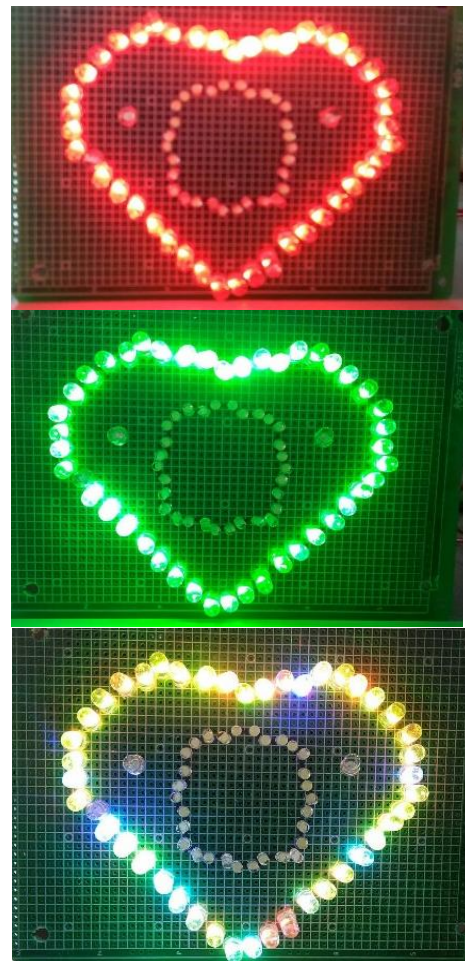


圖 54 背面的七彩 LED 造型可做為手電筒夜間照明或訊號燈使用

陸、討論

一、研究一：焦距為 10cm、口徑 40cm，拋物面鏡太陽爐的設計與製作

(一)拋物面鏡太陽爐單片模型的電腦繪製

在「單片模型」作圖中，我們取 8 個點(8 段弧)作近似，如取更多點理論上將更精確，可減少組裝誤差。

(二)壓克力板拋物線形單片模型的製作

實驗結果發現，烤箱的溫度太低，則壓克力板冷卻後，從模子取出，仍會部份恢復原狀。若高溫度太高，則壓克力板的曲度會較不圓滑，所以烤箱的溫度會對拋物線形單片模型弧度圓滑與否影響很大，也是焦距準確與否的一個重要關鍵。

(三)壓克力板拋物線形單片模型的焦點測試

由表 2 可發現我們自製的拋物線形單片模型，當入射平行主軸的雷射光愈靠近主軸，其焦距愈小；離主軸愈遠的，其焦距則較大，中段最精確。但也驗證了對於拋物曲面，平行主軸的光線，會有聚焦在焦點的性質。

(四)以赤外線燈(500w)對太陽爐作焦點溫度的測試

由圖27可看出焦點溫度，在一開始到20分鐘之間，溫度上升明顯。當20分鐘之後溫度就幾乎沒有變化。表示此時焦點處光聚熱和散熱達平衡，這也讓我們了解，如果日照強度不夠時光靠加長加熱時間，是無法煮熟食物的。

二、研究二：設計符合裝置的追日系統電路機制

(一)追日系統校準

因水平組光敏電阻和垂直組因距離近，於是我們採分別校準方式，即校準水平組先把垂直組光敏電阻斷路，以免校準時 LED 光源移動，垂直組馬達也跟移動，這樣將會增日追日裝置轉動對準太陽的準確性。同理校準垂直組先把水平組光敏電阻斷路。

(二)趨動馬達的選擇

太陽光源在天球位置的移動相當緩慢，所以選用趨動馬達需挑減速 DC 馬達，既可增加扭力，又可增加轉動穩定性。

三、研究三：太陽爐轉動載臺之研製

(一)轉動載臺用木材施作，有方便加工且質輕的優點，底座台面用四顆滾珠，可減少轉動摩擦力，另外應用齒輪、槓桿等機械，皆採省力方式，實驗發現用小功率的的太陽能板就能驅動轉動載臺。

(二)我們設計太陽爐的仰角 $5^{\circ}\sim 95^{\circ}$ 。參考表中央氣象台北地區一年中各季節太陽的仰角，適合全年主要日照時間。

(三)實驗中負載的情況下太陽功率約 750 W/m^2 ，即可順暢的驅動。太陽爐一天隨太陽轉動所需的電力並不需很多。考慮基隆天候不佳，我們可將太陽能板發的電儲存在電瓶，再供應太陽功率不足 750 W/m^2 時的轉動。

四、研究四：太陽能板發電之性質測試與生活應用

- (一)由圖47中可以看出，在光照強度變大時，其輸出電壓會往上升，幅度的變化不大，但其輸出電流卻很明顯的增加了許多，所以其輸出功率會隨之增加。
- (二)經查資料得知，當調整可變電阻太小和太陽能板等效內阻相同時，可以得到最大輸出功率。
- (三)當太陽能板表面溫度上升時，雖然輸出電流會些微增加，但其輸出電壓卻降低了很多，整體而言的輸出功率會略為降低。
- (四)太陽能板，產生的電力會先儲存到電路中的充電電池，可在沒有陽光時提供備用電力，也可轉成 AC110V 作為家庭之用。

柒、結論

本研究主要區分為四個項目，第一是太陽爐體部份，採用2mm鏡面壓克力板製作。第二是追日訊號轉換及控制部份，第三是轉動載臺部份，採用木作。第四是利用太陽能發電。

首先太陽爐的設計考慮能煮物、但體積小，方便攜帶，製作容易。其次組裝載台時把訊號轉換、控制和載台驅動的兩大部份組合再一起。當太陽位置經兩組(東西向及南北向)感測模組，輸出電壓(V+和V-)，進入比較器比較電壓大小，就可將訊號轉換成數位訊號，驅動馬達正反轉，讓太陽爐隨馬達的正反轉，分別在水平(東西)、垂直(南北)旋轉，而帶動整個載台達到讓太陽爐正對太陽。便完成了追日太陽爐的研製。

溫度和太陽能板輸出功率呈線性關係且為負相關， R^2 為0.9909。也就溫度越高，輸出功率呈遞減。太陽能電池之電壓與電流關係為非線性，也就是為了讓太陽能電池能輸出最多能量，使用者必須操作在最大功率點，才能發揮作最大效能。

捌、參考資料及其他

- 一、郭重吉等(2015) 國中自然與生活科技第三冊、台灣、南一書局、p74-84
- 二、林明瑞等(2003) 高級中學物理上冊、台灣、南一書局、P 15-51
- 三、李恭晴等(2000) 高級中學理科數學(上)、台灣、國立編譯館出版、p128-146
- 四、GeoGebra 教學網站 <http://www.GeoGebra.org/cms/>
- 五、探索拋物館 <http://steiner.math.nthu.edu.tw/ne01/tjy/edu-parabola/index.htm>
- 六、大地旅人 Earth Passengers <http://earthpassengers.ngo.tw/5.htm>
- 七、齒輪模板產生器程式 <http://woodgears.ca/gear/index.html>
- 八、The Solar Cooking Archive <http://solarcooking.org/>
- 九、台灣綠色校園伙伴網絡 <http://www.greenschool.moe.edu.tw/tags/7333>
- 十、交通部中央氣象局曆象資料
<http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/astronomy/cdata/season.htm>

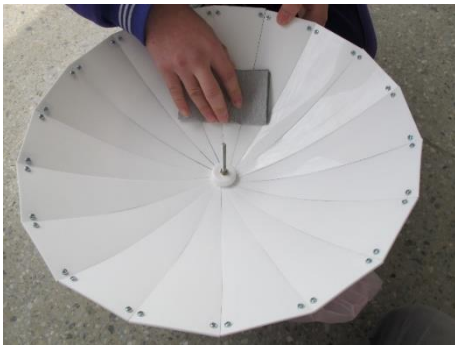
玖、附錄



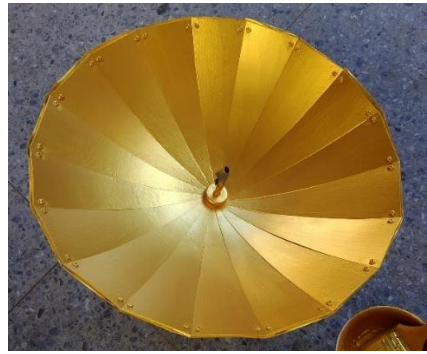
1、開口端先以用銅片、螺絲連結，
底端用熱熔膠黏著。



2、18片壓克力板拋物線形模組合



3、爐內面砂磨



4、塗上金色反光漆

圖 55 第一代太陽爐組裝及上漆



圖 55A 以赤外線燈對準爐心，調整
赤外線燈與爐心的距離為 100 cm

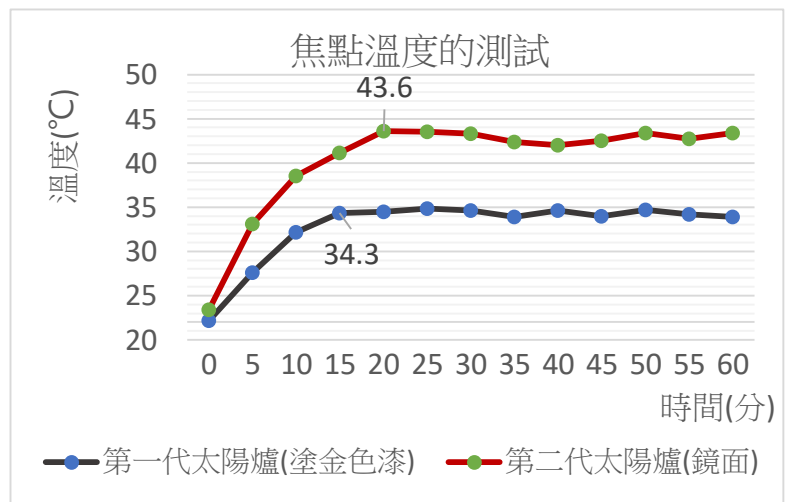


圖 55B 第二代太陽爐(鏡面)，反射效能有明顯提升

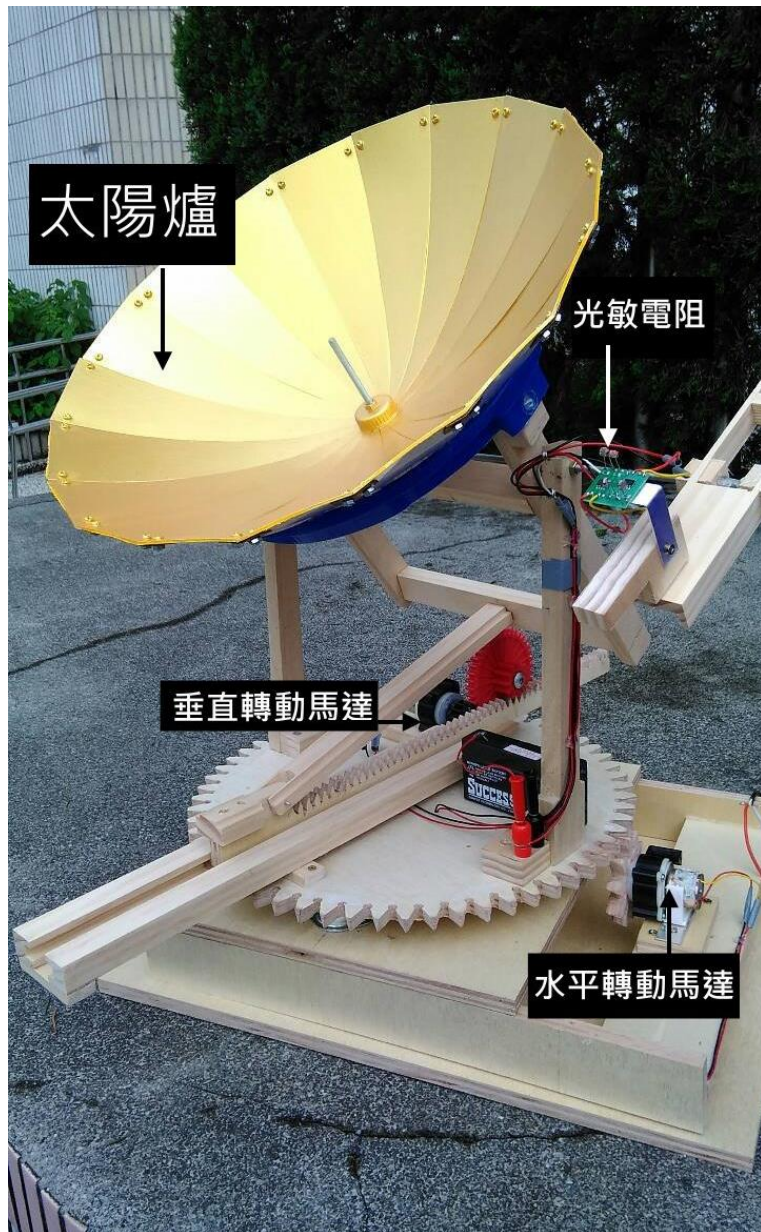


圖 56 第一代追日太陽爐

【評語】 030805

1. 能自行製作追蹤太陽的簡易追日設施。
2. 在木工齒輪上的線鋸機加工操作學習上有其熟練度。
3. 在未來應用上，食物的熱傳及陽光聚焦調整也是重要的控制變因。