

# 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(一)科

032811

日羽聚增-變焦控溫太陽爐研究

學校名稱：嘉義市立民生國民中學

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 作者：<br>國二 余芮瑩<br>國二 高子淇 | 指導老師：<br>莫其霖<br>謝正國 |
|-------------------------|---------------------|

關鍵詞：變焦、控溫、太陽爐

## 摘要

如何協助非洲落後國家發展太陽能，解決日常生活的煮食是當今最熱門的話題。根據生活科技課本所學，太陽能的應用分為太陽能光熱及太陽能光電轉換，為了利用太陽能實踐低碳生活，我們嘗試製作各類聚光太陽爐，並比較其運作差異，了解如何提升太陽爐的效率，進而設計一款有別於市售的變焦控溫複合式太陽爐，大膽的提出改變距離的變焦方式來控制溫度，有效整合菲涅爾透鏡與凹面鏡，達到雙邊同時加熱之聚光太陽爐的設計。另外，搭配360度升降的聚熱旋轉雲台之輔助，讓食材有效均勻受熱，同時考慮天氣不穩的因素，結合太陽能板所提供的電力能源，供給ZVS低壓高頻加熱器，輔助聚光太陽爐的不足，根據不同食材提供多元性的烹調方式，並縮短煮食的時間。

## 壹、研究動機

看新聞得知非洲是全世界最缺電的國度，每天有9億人主要還是靠薪柴與木炭做飯和取暖。如何在基礎設施不足的狀態下，幫助非洲發展太陽能改善當地人的日常飲食是當今最熱門的話題。本研究地點位於北回歸線附近，陽光日照充足，很適合太陽爐的相關應用研究。

在八年級上學期自然課本，4-3「光、影像與顏色」單元中，提到光的反射與鏡面成像，將太陽光通過反射、吸收等方式蒐集太陽輻射能，使之轉化成熱能的拋物面鏡聚焦的實驗，以及5-3「溫度與熱」單元，介紹不同物質的比熱計算及熱力的傳播方式，還有生活科技第3-2，「能源與周遭生活關聯」的單元，提到現代綠色能源科技中，有關太陽爐烹煮的節能生活應用，因此引發我們研究實作的動機。

## 貳、研究目的

我們開始查詢相關的研究，發現在全國中小學科展上，關於太陽爐烹煮方面的研究很多，其中有各式各樣太陽爐的運作方式。我們發現大部分研究顯示，在時間和溫度關係上不易掌握，實際上使用時會因太陽角度偏離，或是雲層干擾的關係，導致煮食不熟或煮食時間過長等問題。如何整合既有太陽爐的研究，並且有效控制溫度並縮短時間便是本研究的核心課題。是故本研究目的如下：

透過實際製作各類太陽爐了解其運作原理。

1. 比較各種太陽爐運作差異，了解如何提升太陽爐效率。
2. 整合太陽爐研究，設計由直流馬達改變焦距，達到控溫的目的。
3. 輔以太陽能板供電與ZVS加熱器，解決天候不穩因素的烹煮問題。

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗準備材料

為了研究可控溫的太陽爐，故先從實際製作各個太陽爐後，了解其中的原理，藉以設計整合一個可以縮短煮食時間的控溫太陽爐。

表1 各階段實驗作品

| 階段項目          | 照片  | 準備材料   |  |   |
|---------------|---|--|--|---|
| 傘型<br>太陽爐     |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 雨傘</li> <li>● 鋁箔紙</li> <li>● 粗鉛線</li> <li>● 束帶</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 細鐵線</li> <li>● 強力雙面膠</li> <li>● 噴膠</li> <li>● 不鏽鋼杯</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水銀溫度計</li> </ul>   |
| 箱型<br>太陽爐     |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 不鏽鋼板</li> <li>● 木箱</li> <li>● 不鏽鋼杯</li> <li>● 電子溫度槍</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 透明壓克力板</li> <li>● 鋁箔紙</li> <li>● 水銀溫度計</li> </ul>   |   |
| 平面鏡型<br>太陽爐   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 鏡子</li> <li>● 桌子</li> <li>● 細鐵絲</li> <li>● 不鏽鋼杯</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 垂掛木條</li> <li>● 粗鉛線</li> <li>● 束帶</li> <li>● 電子溫度計</li> </ul>                                   |   |
| 凹面鏡<br>焦距溫度   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 16吋凹面鏡</li> <li>● 桌子</li> <li>● 雞蛋</li> <li>● 黑色奇異筆</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 不鏽鋼杯</li> <li>● 木條</li> <li>● 磚頭</li> <li>● 電子溫度計</li> </ul>                                    |   |
| 菲涅爾透鏡<br>焦距溫度 |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 菲涅爾透鏡</li> <li>● 木製丁字尺</li> <li>● 電子溫度計</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 牙條</li> <li>● 木條</li> </ul>   |   |
| ZVS高頻<br>加熱器  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ZVS高頻感應加熱器</li> <li>● 電瓶夾</li> <li>● 鱷魚夾</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 抽水馬達開關</li> <li>● 電源供應器</li> <li>● 電瓶電池</li> <li>● 太陽能板</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水銀溫度計</li> <li>● 電子溫度計</li> </ul>  |
| 複合式控溫<br>太陽爐  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 16吋凹面鏡</li> <li>● 菲涅爾透鏡</li> <li>● 牙條</li> <li>● 牙條連接器</li> <li>● 自由雲台</li> <li>● 調速開關</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 方向開關</li> <li>● TT馬達</li> <li>● 減速馬達</li> <li>● 抽水馬達</li> <li>● 極限開關</li> <li>● 搖頭開關</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電源供應器</li> <li>● 電瓶電池</li> <li>● ZVS高頻感應加熱機</li> <li>● 電瓶夾</li> <li>● 鱷魚夾</li> </ul> |

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究流程

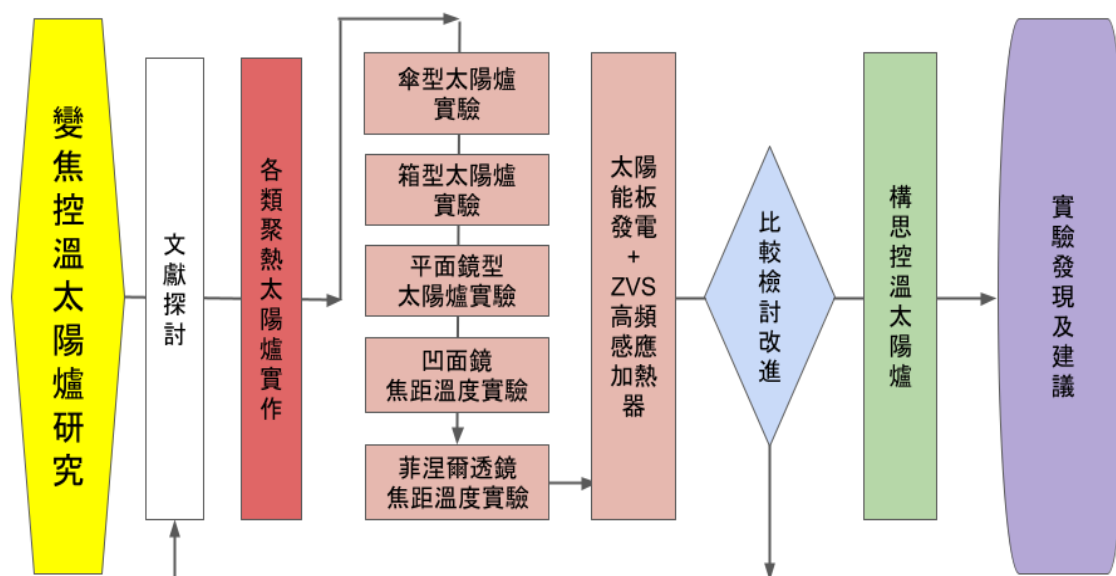


圖1 研究流程圖

### 二、文獻理論

上網蒐集許多關於太陽爐烹煮食物的研究，包含太陽爐分類類型、原理，烹煮食物溫度，還有太陽能發電應用等，針對本研究內容所需的部分整理如下：

表2 相關研究重點整理

| 文獻名稱           | 內容概述  |
|----------------|---|
| 太陽爐分類          | (一) 聚光式太陽爐<br>(二) 箱式太陽爐<br>(三) 熱管式太陽爐<br>資料來源： <a href="https://www.buildenvi.com/zhuanti/kzs/eymmc">https://www.buildenvi.com/zhuanti/kzs/eymmc</a>  |
| 箱型與圓錐太陽爐的原理與製作 | (一) 認識太陽能的運用方式：含光能與熱能。<br>(二) 認識集光器的功能與組成及製造方式。<br>(三) 比較箱型太陽爐與圓錐形太陽爐的效能及特性。<br>資料來源： <a href="http://phys5.ncue.edu.tw/physedu/article/16-1/3.pdf">http://phys5.ncue.edu.tw/physedu/article/16-1/3.pdf</a> |



|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 「爐」日中天                               | (一) 利用平行主軸的太陽光，經凹面鏡反射後聚於焦點。<br>(二) 拋物面太陽爐的聚焦性質，及煮物的可行性和太陽爐功率。<br>資料來源： <a href="https://reurl.cc/yEmbAa">https://reurl.cc/yEmbAa</a>                    |
| 以菲涅爾透鏡改善太陽能板發電功率探討                   | (一) 透鏡距離的測試<br>(二) 太陽能板發電原理<br>資料來源： <a href="https://reurl.cc/LbXxn3">https://reurl.cc/LbXxn3</a>  |
| 太陽下的「新」<br>「鮮」事—太陽能烹調食物之可行性探究        | (一) 太陽能烹煮食的方法<br>(二) 食物煮鍋顏色與食物煮鍋溫度變化的關係<br>(三) 烹煮不同食物的溫度表<br>資料來源： <a href="https://reurl.cc/R007ke">https://reurl.cc/R007ke</a>                        |
| 太陽位置觀測器之設計與製作                        | (一) 比較各版本教科書的太陽仰角觀測法。<br>(二) 探討分析容易造成太陽仰角測量結果誤差的原因。<br>資料來源： <a href="https://reurl.cc/yn0rr8">https://reurl.cc/yn0rr8</a>                              |
| 高頻感應加熱是什麼？                           | (一) 感應加熱工程原理<br>(二) 感應加熱零件特點<br>(三) 感應加熱應用行業<br>資料來源： <a href="https://kknews.cc/zh-tw/news/mjq53lg.html">https://kknews.cc/zh-tw/news/mjq53lg.html</a> |
| <i>introduction to solar cooking</i> | (一) 密合透明蓋子保溫<br>(二) 鍋子採用黑色底色<br>資料來源： <a href="https://reurl.cc/pg1pd4">https://reurl.cc/pg1pd4</a>   |

### 三、研究一：傘型太陽爐實驗

參閱各類太陽爐的研究文獻資料，發現太陽爐可分為碟型集中式和箱型盒式構造，於是我們選擇先從最容易取得的雨傘材料進行初步研究改造。在製作傘型太陽爐作時遇到以下幾個問題，分別列點說明之。

#### (一) 支撐傘面的鐵架斜度如何尋找？

由於傘面仰角需要對準太陽，才能完全將光線反射在杯子上，故如何從太陽方位找到傘面所需的傾斜角變得很重要。上網查詢關鍵字得知，太陽仰角是指陽光和地平面之間的夾角，最直接獲取的方式是利用竿影來觀測，想像將竿影和竿子頂點用繩子拉成一直線，此時用大量角器測出繩子和地面的夾角，即為太陽仰角(如圖2)。

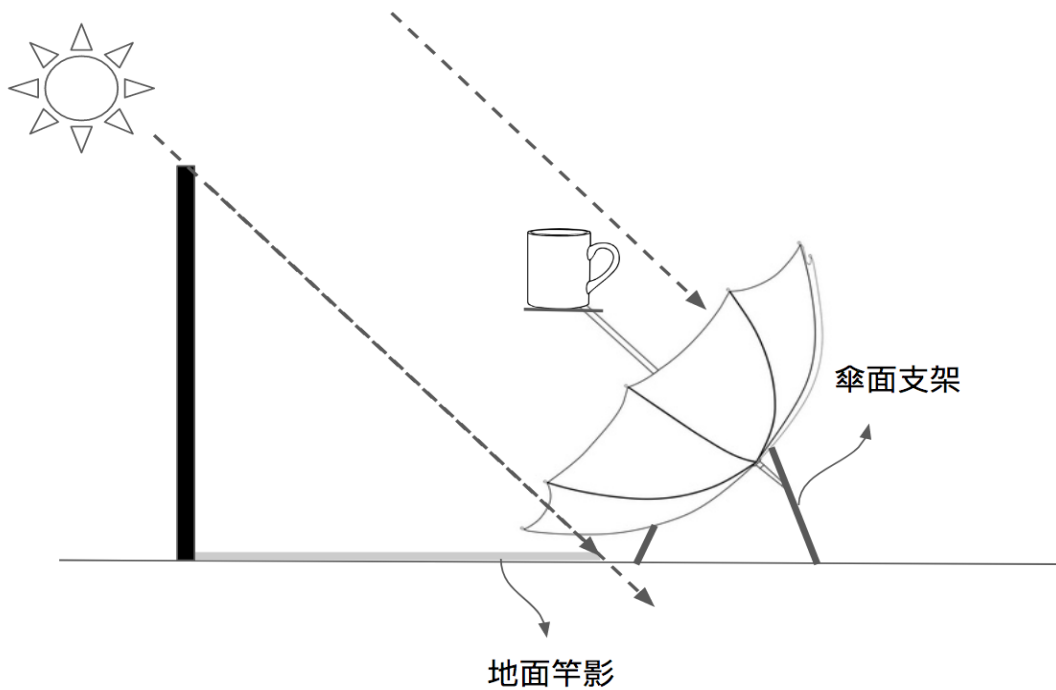


圖2 太陽仰角與傘面的關係

為了精準找到太陽的仰角，我們利用了google查詢所在位置的座標，將經緯度數據放入線上軟體PV Lighthouse太陽計算器，輔助我們找到測量期間所需的資料(如圖3)。

| 輸入            |           | 輸出值                             |          |
|---------------|-----------|---------------------------------|----------|
| <b>地點</b>     |           | <b>在 2020 :</b>                 |          |
| 緯度            | 23.4 °    | 一年中的日照時間                        | 4400.420 |
| 經度            | 120.4 °   | <b>2020年11月23日 :</b>            |          |
| <b>日期</b>     |           | 一天中的日照時間                        | 10:46:05 |
| 年             | 2020      | 日出 (太陽平均時間)                     | 6:23:13  |
| 月             | 11        | 日落 (平均太陽時間)                     | 17:09:18 |
| 天             | 23        | 中午的天頂角                          | 43.803°  |
| <b>平均太陽時間</b> |           | 中午的空氣質量                         | 1.386    |
| 小時            | 12        | <b>2020年11月23日 在 12:35:35 :</b> |          |
| 分鐘            | 35        | 天頂角                             | 45.401°  |
| 第二            | 35        | 方位角                             | 196.293° |
| <b>模塊安裝</b>   |           | 氣團                              | 1.424    |
| 傾斜角度          | 33.8683 ° | 模塊入射角                           | 78.338°  |
| 方位角           | 0 °       |                                 |          |

圖3 PV Lighthouse太陽路徑計算器

## (二) 傘面弧度聚光焦點之尋找？

當傘柄對準太陽，整個傘面的聚光點會落在傘柄上的某一段。如何找出這一段位置並固定下來，作為鋼杯杯底照射的範圍是研究溫度變化前最重要的一環。我們拿了IOS手機上的測光APP "LUX Light Meter Free" 作為測焦距工具，在貼近傘柄做上下移動，來尋找焦距的最亮點。這當中發現由於陽光太亮，導致手機畫面看不清楚，所以我們把手機APP數據畫面截圖(如圖4)。當天太陽的直接亮度是26259 (LUX)，而傘面折射測得最亮的焦距數據是8206(LUX)，約40cm處的傘柄位置，於是我們利用鉛線安置了螺旋型的鋼杯底座，並用束帶固定在傘柄上。

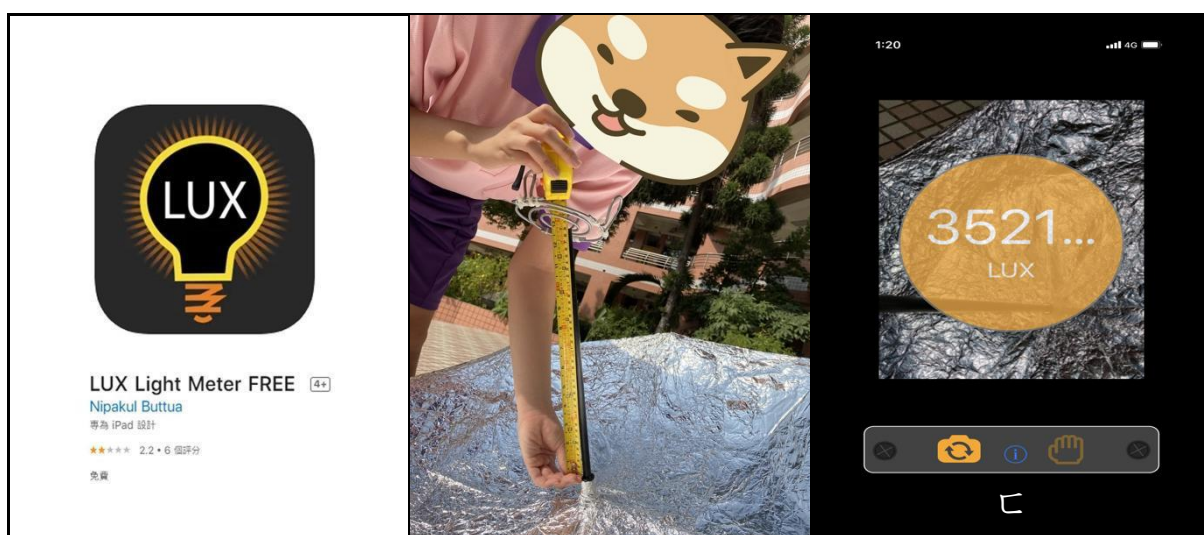


圖4 利用APP尋找傘面太陽爐焦距

## (一) 設計方式

1. 將傘的內面利用噴膠均勻貼滿鋁箔紙。
2. 整個傘面利用粗鉛線製作環形骨架來固定。
3. 在兩傘把手的地方，利用鐵絲及束帶設置杯架，將實驗的鋼杯置放在上面。
4. 25ml的水量放在不鏽鋼杯中，置放在傘型太陽爐的聚熱焦點(如表3)。
5. 由中午 12 點30開始，每隔 5 分鐘記錄水溫，實驗時間總共30分鐘(如表4)。

表3 傘型太陽爐實驗環境數據

| 距離 (cm)  | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 亮度 (LUX) | 4051 | 5159 | 5703 | 8206 | 7604 | 7387 |

表4 傘型太陽爐實驗環境數據

|    |            |      |             |      |        |
|----|------------|------|-------------|------|--------|
| 日期 | 2020/11/23 | 時間   | 12:30-13:00 | 實驗時間 | 30分鐘   |
| 氣溫 | 28°C       | 太陽仰角 | 78°         | 起始水溫 | 25.6°C |

(二) 實驗結果

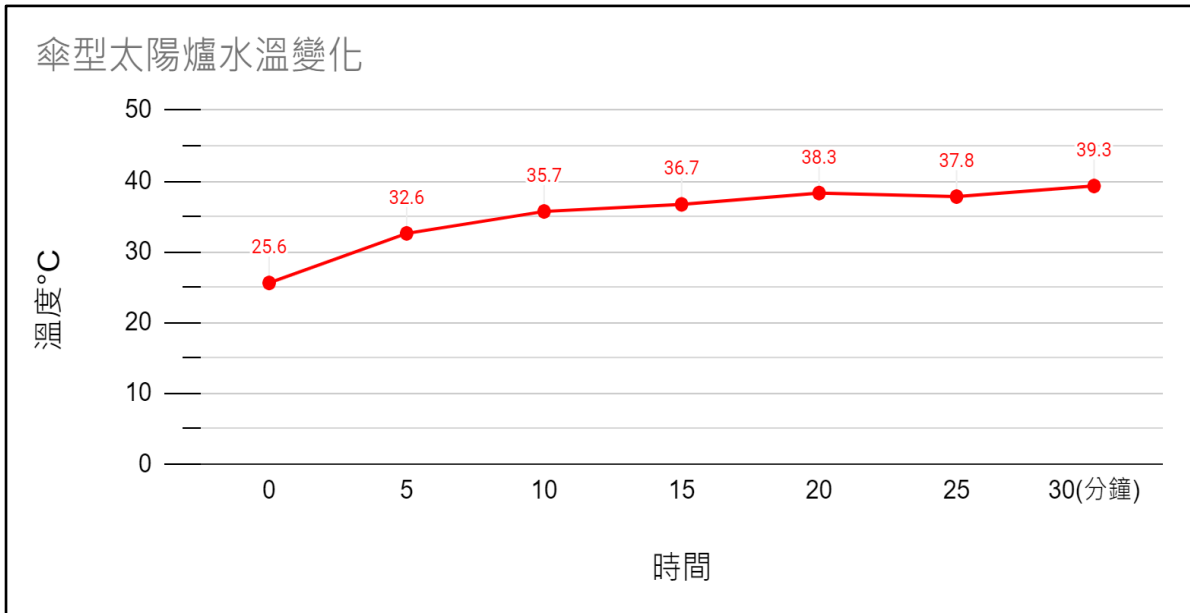


圖5 傘型太陽爐實驗數據

四、研究二：箱型太陽爐實驗

(一) 設計方式

1. 使用學校有現成的箱型太陽爐，利用四片折疊的鏡面不鏽鋼板來反射太陽光。
2. 上方覆蓋透明壓克力板防止熱量散失，其斜度設計固定為23度。
3. 將實驗用的不鏽鋼杯放在木箱內，內裝25ml的水量，並插上電子溫度計。
4. 由中午 12 點30 分開始，每隔 5 分鐘記錄爐內的水溫。



圖6 箱型太陽爐裝置

表5 箱型太陽爐實驗環境數據

|    |            |      |             |      |      |
|----|------------|------|-------------|------|------|
| 日期 | 2020/11/26 | 時間   | 12:30-13:00 | 實驗時間 | 30分鐘 |
| 氣溫 | 27°C       | 太陽仰角 | 79°         | 起始水溫 | 25°C |

(二) 實驗結果

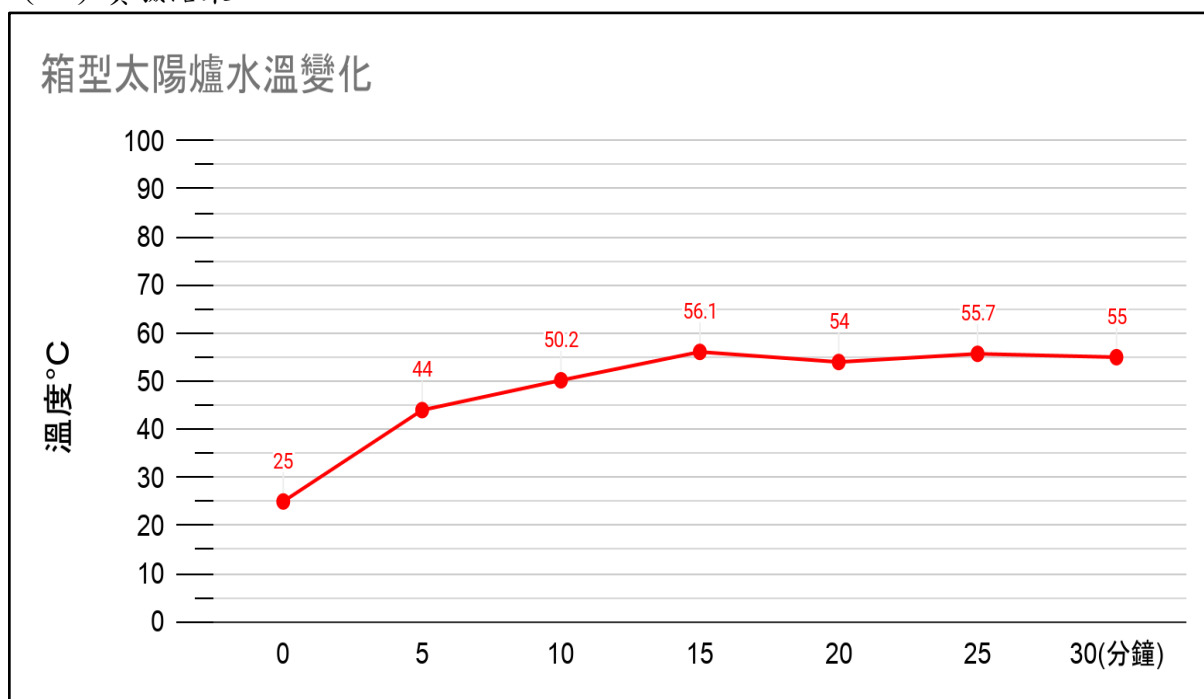


圖7 箱型太陽爐實驗數據

五、研究三：平面鏡型太陽爐實驗

(一) 設計方式

1. 以學校課桌作為太陽爐架
2. 直接將不鏽鋼杯靜置於桌上，內部有裝25cc定量的常溫水。
3. 地上放置四面鏡子(直徑17cm)，把光線由下至上反射到不鏽鋼杯的表面。
4. 計時每5分鐘測量水溫度變化，共30分鐘。實驗當天環境數據如下：

表6 平面鏡型太陽爐實驗環境數據

|    |           |      |             |      |      |
|----|-----------|------|-------------|------|------|
| 日期 | 2020/12/1 | 時間   | 12:30-13:00 | 實驗時間 | 30分鐘 |
| 氣溫 | 27°C      | 太陽仰角 | 79°         | 起始水溫 | 24°C |





圖8 平面鏡型太陽爐

## (二) 實驗結果

### 平面鏡型太陽爐水溫變化

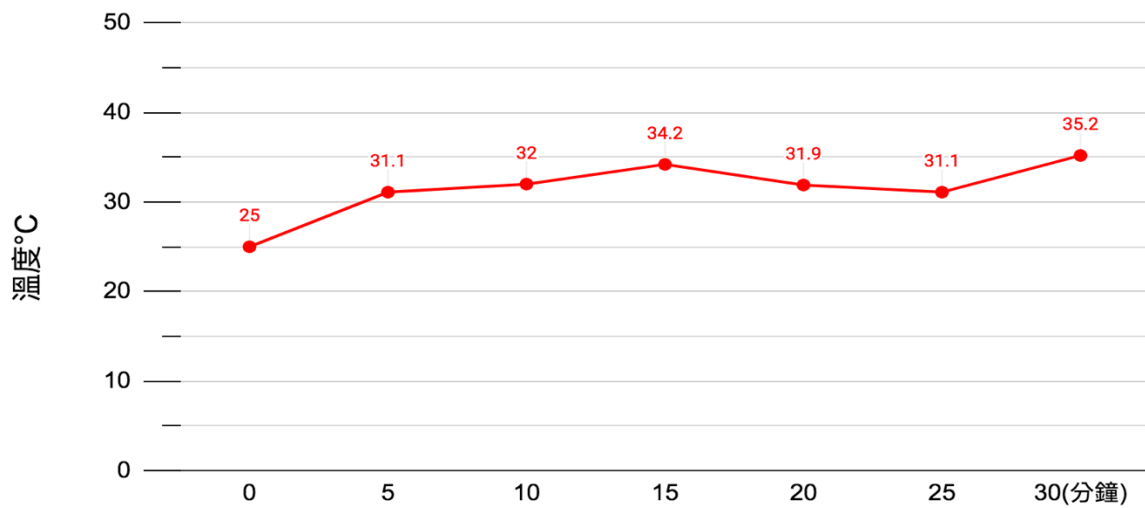


圖9 平面鏡型太陽爐實驗數據

## 六、研究四：凹面鏡焦距溫度實驗

為了瞭解凹面鏡煮食的可能，首先要探討凹面鏡和實驗物體位置的關係，並觀察凹面鏡的特性以及其中的變化，並找出凹面鏡的焦距。實驗設計分為A、B、C三種。

### (一) 設計方式

實驗A：凹面鏡和實驗物體位置的關係

1. 使用直徑17cm的凹面鏡對準太陽
2. 隨意照射地上的樹葉或是木棍
3. 觀察不同反射角度的光點變化



圖10 觀察凹面鏡和實驗物體位置的關係

實驗B：尋找凹面鏡不同焦距的溫度實驗

1. 使用直徑17cm的凹面鏡對準太陽，其折射焦點照射電子溫度計探針。
2. 凹面鏡離烹煮物體最近的距離是44cm，最遠是60cm。
3. 每次以1分鐘為單位，前後移動2cm調整凹面鏡與聚焦物體的距離。
4. 實驗時間：中午12：30- 13：00（2021年2月24日）
5. 氣溫27°C 太陽角度 67度。

實驗C：凹面鏡煮蛋效果為何？

1. 以凹面鏡照射雞蛋
2. 將蛋殼塗黑色
3. 凹面鏡照射10 分鐘後，敲開蛋殼觀察內部的變化。

實驗當天環境數據如下：

表7 凹面鏡不同焦距溫度實驗環境數據

|    |           |      |             |      |         |
|----|-----------|------|-------------|------|---------|
| 日期 | 2021/2/24 | 時間   | 12:30-13:00 | 實驗時間 | 30分鐘    |
| 氣溫 | 27°C      | 太陽仰角 | 67°         | 測量距離 | 44-60cm |

## (二) 實驗結果

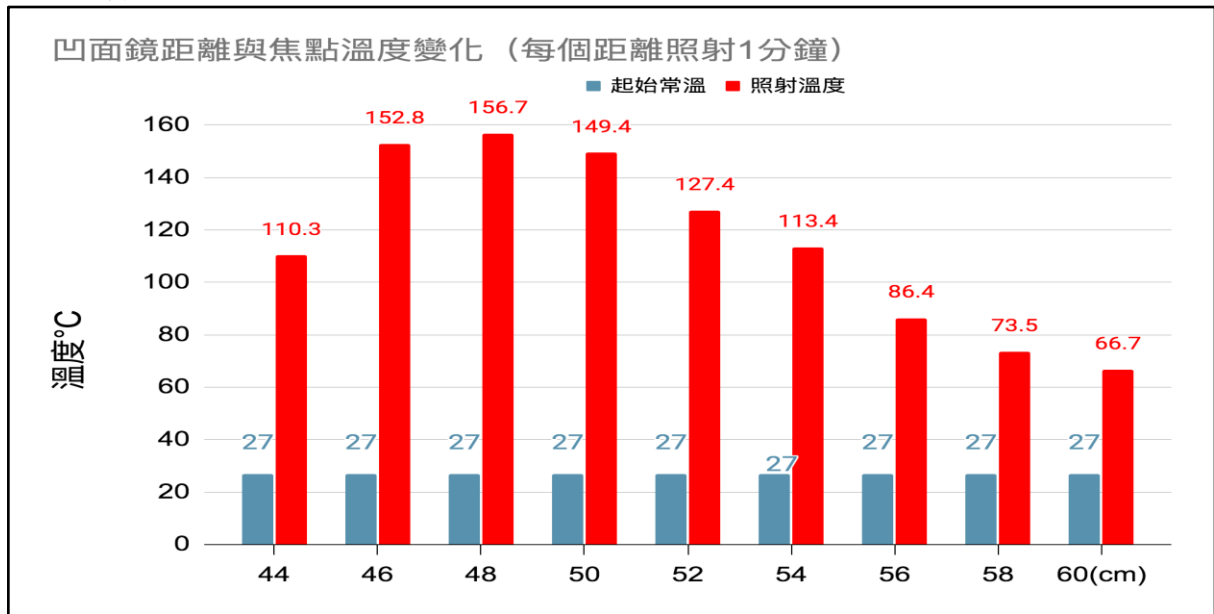


圖11 凹面鏡不同焦距溫度變化實驗數據

## 七、研究五：菲涅爾透鏡焦距溫度實驗

### (一) 設計方式

1. 使用牙條連接底座和木框固定菲涅爾透鏡，地上放置丁字尺。
2. A4菲涅爾透鏡對準太陽仰角 $67^\circ$ ，聚焦照射電子溫度計的探針。
3. 測量時間為1分鐘，每次移動2cm調整菲涅爾透鏡與探針聚焦的距離。
4. 使用手機錄影紀錄溫度變化

實驗當天環境數據如下：

表8 菲涅爾透鏡不同焦距溫度實驗環境數據

|    |           |      |             |      |         |
|----|-----------|------|-------------|------|---------|
| 日期 | 2021/2/28 | 時間   | 12:30-13:00 | 實驗時間 | 30分鐘    |
| 氣溫 | 27.6°C    | 太陽仰角 | 67°         | 測量距離 | 28-38cm |

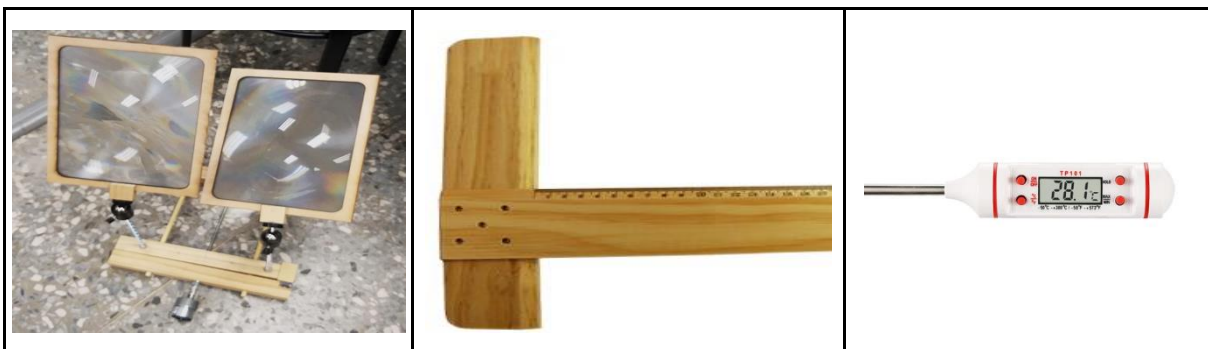


圖12 菲涅爾透鏡、丁字尺及電子溫度計



## (二) 實驗結果

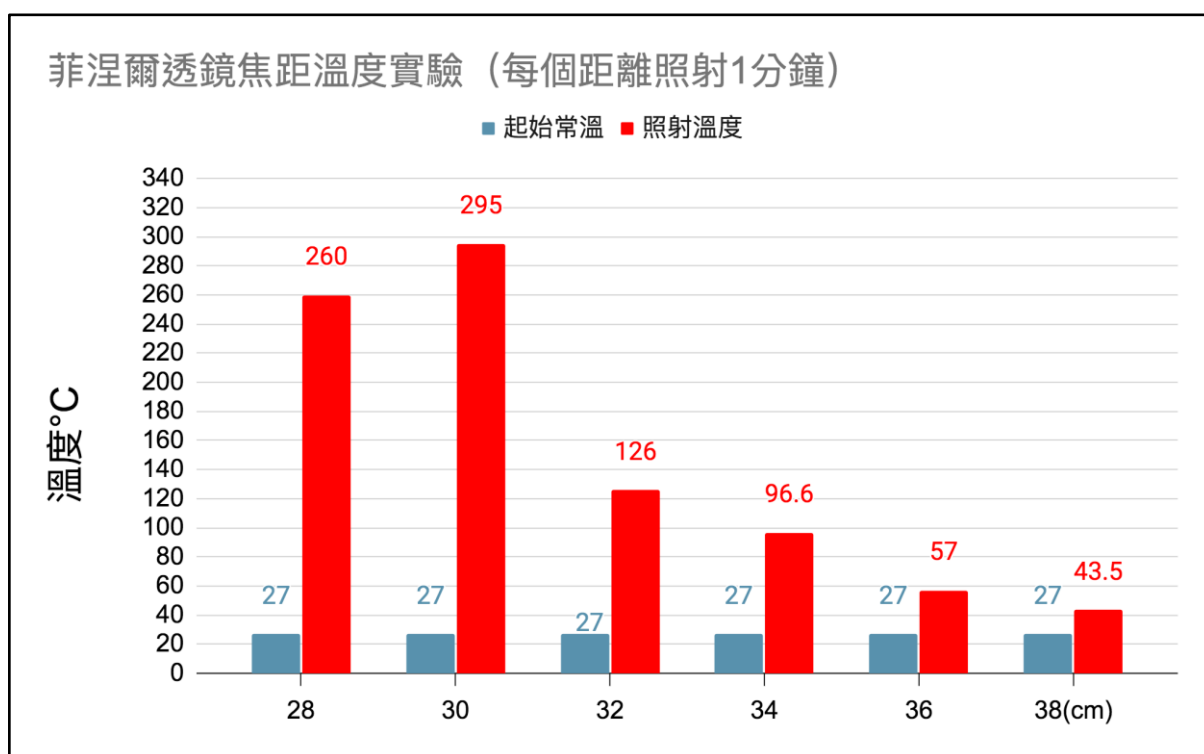


圖13 菲涅爾透鏡不同焦距溫度變化實驗數據

## 八、研究六：ZVS高頻加熱器實驗

根據查閱相關文獻的研究，得知可以透過太陽能板將光能儲存在電瓶上，再利用其電能供給ZVS高頻加熱器之電磁加熱測試煮水實驗。本實驗探究問題如下：

### 1. 加熱的運作原理為何？

根據相關資料查閱，得知感應加熱系統它是利用電磁感應的方法，對金屬材料內部產生電流，依靠這些渦流的能量達到加熱目的。感應加熱系統的基本組成包括感應線圈，交流電源和工件。根據加熱對象不同，可以把線圈製作成不同的形狀。線圈和電源相連，電源為線圈提供交變電流，流過線圈的交變電流產生一個通過工件的交變磁場，該磁場使工件產生渦流來加熱。其基本組成為感應線圈，脈衝直流電源。當感應線圈中通過一定頻率的電流時，在其內外將產生與電流變化頻率相同的交變磁場。在磁場作用下，當金屬物件靠近時，內部就會產生與感應圈頻率相同而方向相反的感應電流，並且沿金屬表面形成封閉渦流迴路，如此將電能變成熱能，將金屬物件迅速加熱。

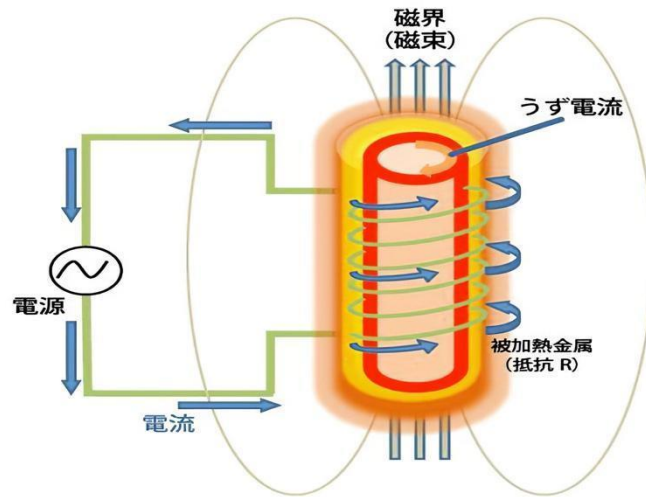


圖14 ZVS高頻加熱器原理示意圖  
(參考資料來源 <https://kknews.cc/news/mjq531g.html>)

簡單來說，這個ZVS高頻加熱器實際上就像是一個沒有外殼的電磁爐，它只對鄰近的導磁金屬材料有感應。如果將被加熱金屬放在銅管線圈上面，數秒鐘後就可以將整個金屬變紅且溫度達 $520^{\circ}\text{C}$ 以上。當我們移開被加熱金屬後，再用手去觸摸銅管時，發現銅管的溫度約 $40^{\circ}\text{C}$ 左右。仔細探究銅管材質，其中空的結構可以透過直流馬達汲水來作冷卻，所以加熱時間再長，銅管溫度一直維持 $40^{\circ}\text{C}$ 左右，如此在使用上比較安全，不容易被銅管燙傷。



圖15 ZVS高頻加熱器測試

## 2. 如何簡易控制ZVS加熱器的溫度

- a. 控制電流大小，進而改變磁場的強弱。
- b. 使用非導磁材料杯墊其厚度 $2\text{mm}$ 及 $5\text{mm}$ ，去改變銅管線圈與被加熱金屬的距離。

### (一) 設計方式

1. 串聯三個12V 電瓶並聯48V太陽能板與ZVS高頻加熱器。
2. 太陽能板(1968X996x4mm)，最大功率360W供給電瓶儲能。
3. 銅管線圈的部分接上水管，透過直流馬達做水冷循環。
4. 定量100ml常溫水（溫度26.3度）放入不鏽鋼杯。
5. 將電子溫度計放入不鏽鋼杯測量溫度變化
6. 銅管線圈上有隔杯墊，另一個對照組則無(如圖16)。
7. 實驗時間：中午12：30 - 13: 00，每10秒鐘測量時間，共3分鐘。

實驗當天環數據如下：

表9 ZVS高頻加熱器實驗環境數據

|        |          |       |      |       |        |
|--------|----------|-------|------|-------|--------|
| 日期     | 2021/3/3 | 氣溫    | 27°C | 起始水溫  | 26.3°C |
| 太陽能板電壓 | 42伏特     | 蓄電池電壓 | 30伏特 | 蓄電池電流 | 18 安培  |



圖16 增加杯墊控制溫度實驗

### (二) 實驗結果

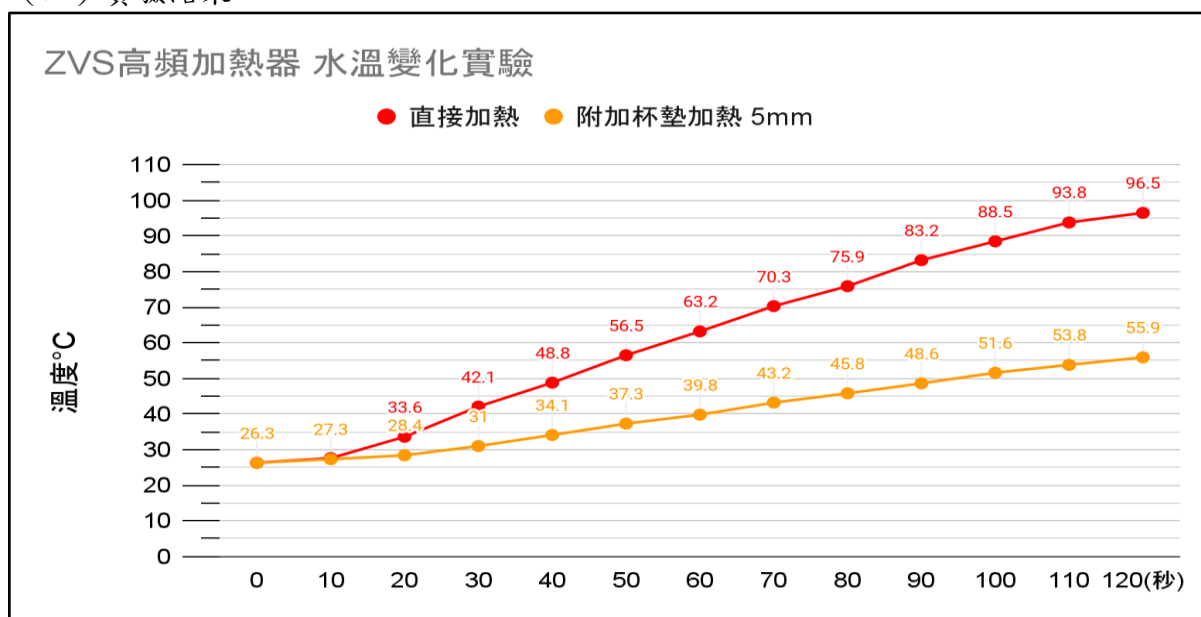


圖17 ZVS高頻加熱器實驗數據

## 九、研究七：複合式太陽爐實驗

### (一) 構思複合式控溫太陽爐

根據先前研究各樣太陽爐效能的結果得知，理想的太陽爐需要同時具備聚光以及控溫的功能，並且為了實用性，要考慮天氣不穩的因素，以下分三點說明：

#### 1. 在聚光方面：

理想上照射的面積越大或數量越多，效果也越好。在透鏡上可運用菲涅爾透鏡及凹面鏡，讓被照物體的前後兩個面受熱。

#### 2. 在控溫方面：

菲涅爾透鏡與凹面鏡本身要能調整焦距距離，透過聚焦加熱之外，還可以適時以失焦方式來降溫，確保物體不易燒焦維持保溫功能。另外被照射的物體需要一個穩固、且緩慢旋轉，又可隨時調整高低的底座，才能夠讓被照射物的受熱面積均勻。最好可將它放置在一個深色有蓋的小型陶製容器中，可避免熱能的散失，同時耐得住高溫考驗。ZVS高頻加熱器的控溫則是在鍋子底下加非導磁墊片，調整金屬鍋子與銅管線圈的距離以達到控溫目的。

#### 3. 在天氣不穩因素方面：

使用太陽能板及蓄電池，將太陽光能轉成電能儲存起來，通過銅質線圈利用電磁感應的方法，使被加熱的金屬材料的內部產生電流來達到加熱目的。

### (二) 組裝與製作

以四片木板併置當檯面，上方使用熱熔膠左右各固定一組木塊，作為移動範圍的邊界，並在其中間設置牙條結構，透過左右減速馬達各自運轉的方式，移動固定其中的木塊變焦台。在上面用自由雲台和牙條組合，分別去固定A4大小的「菲涅爾透鏡」，及直徑17cm的「凹面鏡」左右各兩個。

在平台的底下設置三組12V的電池作蓄電用。平台正中間的部分，設計了一組由木條所組成的X摺疊架升降台，而這也是利用牙條和減速馬達來達成運作。該升降平台上面設置了兩組旋轉雲台，由TT馬達帶動獨立運轉。在檯面中間另外設置ZVS高頻加熱器結合48V太陽能板供電，將全部的開關與控制面板，利用抽屜的方式收納在中間下方(如圖16)，銅管線圈的部分接上水管，透過直流馬達做水冷循環。

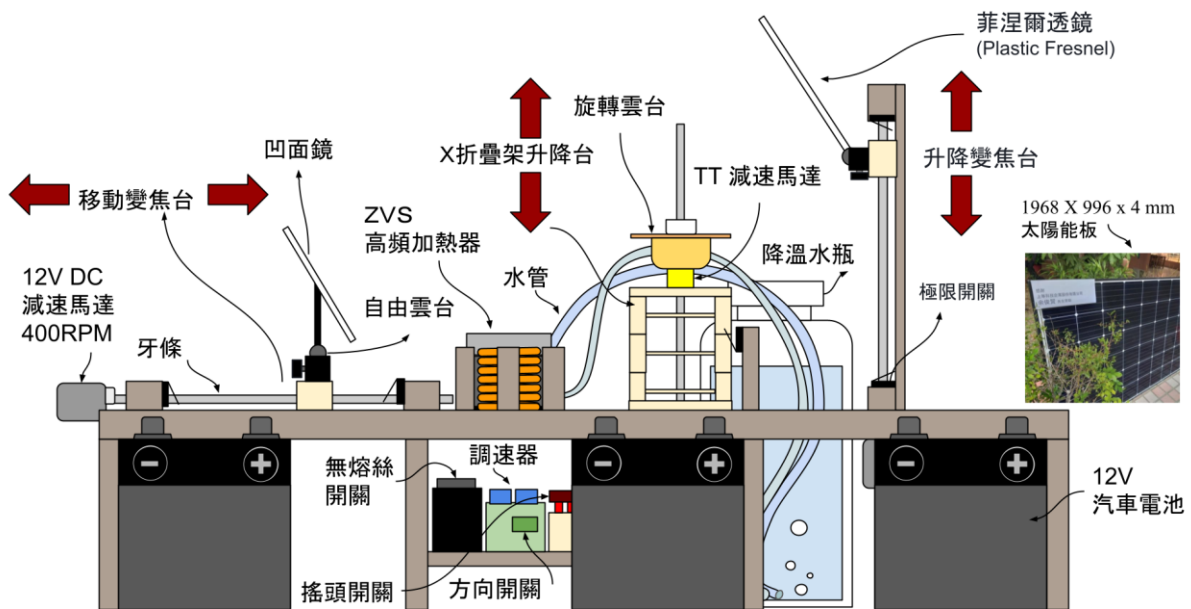


圖18 複合式控溫太陽爐構造名稱

在製作過程中遇到的困難如下：

1. 如何減少移動平台的晃動

初次啟動移動平台時，發現它在運作中搖晃得很厲害，發現移動平台是通過減速馬達驅動牙條旋轉，實際上它是沿著螺旋的軌道前進，所以它不是平行的移動，而是微微傾斜的前進。由於牙條太細移動平台本身太長，所以整條木塊在只有中間一個支點的狀態下，晃動是必然的。

2. 移動平台的終點極限

牙條帶動的移動平台，到了左右邊界時並不會真正的停下來，而是讓馬達卡住靜止，不會自行切斷電源。

檢討改進：

1. 在牙條的左右兩側，用兩根直徑0.8mm的平行木棍作為輔助軌道，在木塊上把移動開孔略為加大，讓木棍能順利通過，在上面塗上潤滑油增加移動的平穩度。
2. 在兩邊移動端的終點線的地方加上極限開關，讓電力能自動切斷。

### (三) 複合式太陽爐實驗

為了瞭解複合式太陽爐實際的效能，故以下就菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)進行實驗，分別就水和油等加熱物，區分為實驗A及實驗B。另外，針對ZVS高頻加熱器食物烹煮的效能方面，開設實驗C來測試。

實驗A：菲涅爾透鏡+凹面鏡加熱實驗(水)

#### 1. 設計方式

- (1) 左右各放置一個定量25ml的水放入深色陶壺杯。
- (2) 左邊實驗組為菲涅爾透鏡及凹面鏡照射，右邊對照組為菲涅爾透鏡照射。
- (3) 兩邊被照射的平台皆會緩慢旋轉，讓茶杯均勻受熱。



圖19 (菲涅爾透鏡+凹面鏡) 聚焦加熱水溫實驗

表10 複合式太陽爐實驗環境數據

|    |          |      |             |      |        |
|----|----------|------|-------------|------|--------|
| 日期 | 2021/3/2 | 時間   | 12:30-13:00 | 紀錄時間 | 每5分鐘   |
| 氣溫 | 27°C     | 太陽仰角 | 64.9°       | 起始水溫 | 26.4°C |

#### 2. 實驗結果

菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱水溫實驗

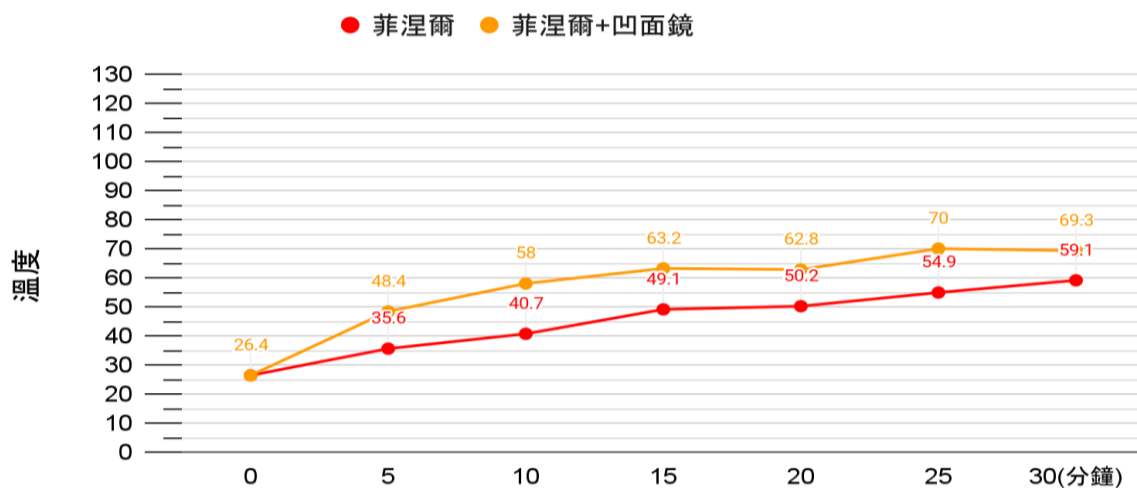


圖20 菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱水溫實驗數據



## 實驗B：菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱實驗(油)

### 1. 設計方式

- (1)左右各放置一個定量25ml的油放入深色陶壺杯。
- (2)左邊實驗組為菲涅爾透鏡及凹面鏡照射，右邊對照組為菲涅爾透鏡照射。
- (3)兩邊被照射的平台皆會緩慢旋轉，讓茶杯均勻受熱。

實驗當天環境數據如下：

表11 複合式太陽爐實驗環境數據

|    |          |      |             |      |        |
|----|----------|------|-------------|------|--------|
| 日期 | 2021/3/3 | 時間   | 12:30-13:00 | 紀錄時間 | 每5分鐘   |
| 氣溫 | 27°C     | 太陽仰角 | 64.5°       | 起始油溫 | 26.3°C |

### 2. 實驗結果

#### 菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱油溫實驗數據

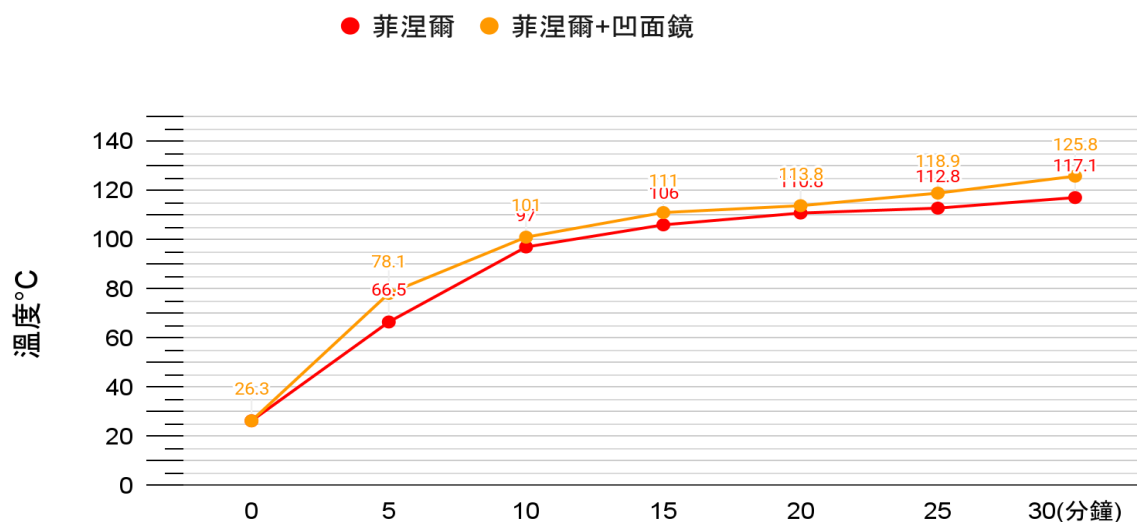


圖21 菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱油溫實驗數據



圖22 菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱油溫實驗

## 實驗C：ZVS高頻加熱器烹煮實驗

### 1. 設計方式

- (1) 分別準備爆米花、蛋以及香腸。
- (2) 爆米花5分鐘、蛋3分鐘、香腸3分鐘。
- (3) 三顆12V蓄電池、太陽能板(1968x996x4mm)，最大功率360W(如圖23)。



圖23 太陽能板及12V蓄電池三顆

### 2. 實驗結果

- (1) 爆米花幾乎都爆開，底部的部分有燒焦現象。
- (2) 蛋全熟，底部部分有焦黑現象。
- (3) 香腸全熟，少部分香腸焦黑。(如圖24)



圖24 利用ZVS 高頻加熱器烹煮實驗



## 伍、研究結果

### 一、研究一：傘型太陽爐實驗

傘型的太陽爐從常溫水 $25.6^{\circ}\text{C}$ 開始緩慢爬升，直到30分鐘後溫度到了 $39.3^{\circ}\text{C}$ 就沒甚麼變化了(如圖5)。平均每分鐘升溫約 $0.46^{\circ}\text{C}$ 。

### 二、研究二：箱型太陽爐實驗

從箱型太陽爐實驗數據來看，發現水溫從常溫 $25^{\circ}\text{C}$ 升高到最高溫可達 $56.1^{\circ}\text{C}$ ，平均溫度約在落在 $48.6^{\circ}\text{C}$ 左右(如圖7)。最大升溫度落差約在 $31.1^{\circ}\text{C}$ 左右，雖然無法讓水沸騰，但可以發現它後來溫度一直維持在 $55^{\circ}\text{C}$ 左右，因此我們推論箱型太陽爐顯示其保溫效果不錯。另外，它的溫度也比傘型的太陽爐高。

### 三、研究三：平面鏡型太陽爐實驗

根據平面鏡型太陽爐實驗數據顯示，水溫從常溫 $25^{\circ}\text{C}$ 升高到最高溫可達 $34.2^{\circ}\text{C}$ ，平均溫度約在落在 $31.5^{\circ}\text{C}$ 左右(如圖9)。最大升溫度落差約在 $9.2^{\circ}\text{C}$ 左右，雖然無法讓水沸騰，但可以發現它後來溫度一直維持在 $31^{\circ}\text{C}$ 左右，因此我們推論平面鏡型太陽爐顯示其保溫效果差。另外，它在溫度也比傘型的太陽爐低。

### 四、研究四：凹面鏡焦距溫度實驗

#### (一) 實驗A：凹面鏡和實驗物體位置的關係

1. 當凹面鏡在物體陰暗面後方時，發現反射亮點較圓(如圖23)，放在物體背光的左右兩側時，亮點形狀變得比較扁，實際用手觸摸發現亮點面積越小越熱。
2. 凹面鏡倘若高於物體的話，形成的亮點是變形的(如圖10)。

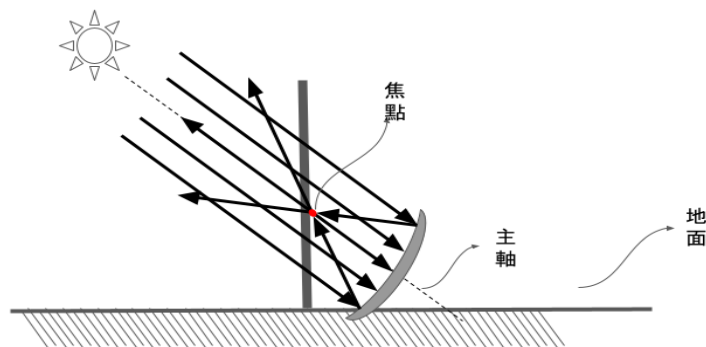


圖23 陽光在凹面鏡上折射示意圖

## (二) 實驗B：尋找凹面鏡的焦距

1. 凹面鏡距離物體太遠或太近，圓形的焦點就會變大並且得模糊，用手去觸摸，感覺熱度只有溫溫的並不燙。
2. 凹面鏡在48公分得到最高溫 $156.7^{\circ}\text{C}$ （如圖11）。
3. 最大升溫度落差約在 $129.7^{\circ}\text{C}$ 左右。
4. 焦距60cm時只剩下 $66^{\circ}\text{C}$ 左右，具保溫的功能。

## (三) 實驗C：凹面鏡煮蛋

1. 照射10分鐘後，白色蛋尚未煮熟

多次實驗效率不如預期後，查閱相關研究文獻中得知白色蛋殼會將光線反射，需要考慮到加熱物顏色的吸熱狀態來研究。故將雞蛋塗上黑色進行實驗。

（如圖24）

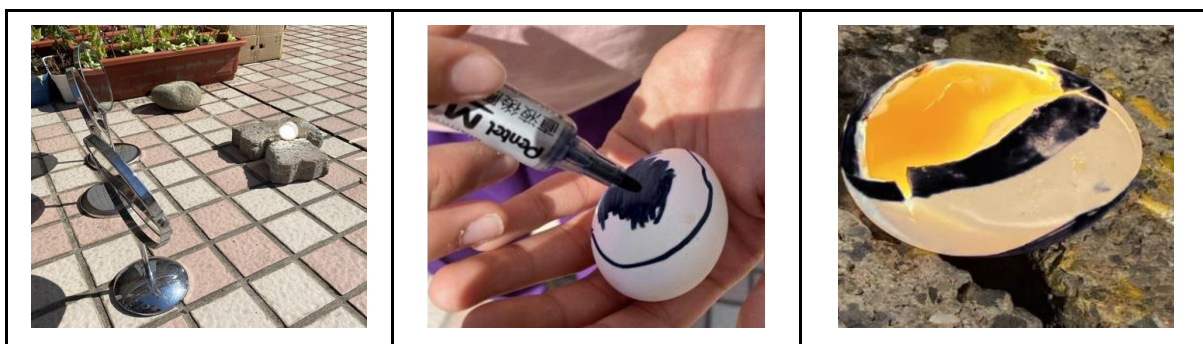


圖24 將雞蛋表面顏色塗黑色

2. 照射10分鐘後，黑色蛋已有煮半熟現象

雞蛋塗成黑色繼續進行實驗，實驗結果發現雞蛋仍是受熱不均勻，有一面已凝固，另一面則是呈現未熟狀態，推論成因是聚光範圍只有一點所致，以及加熱時間不足。（如圖25）

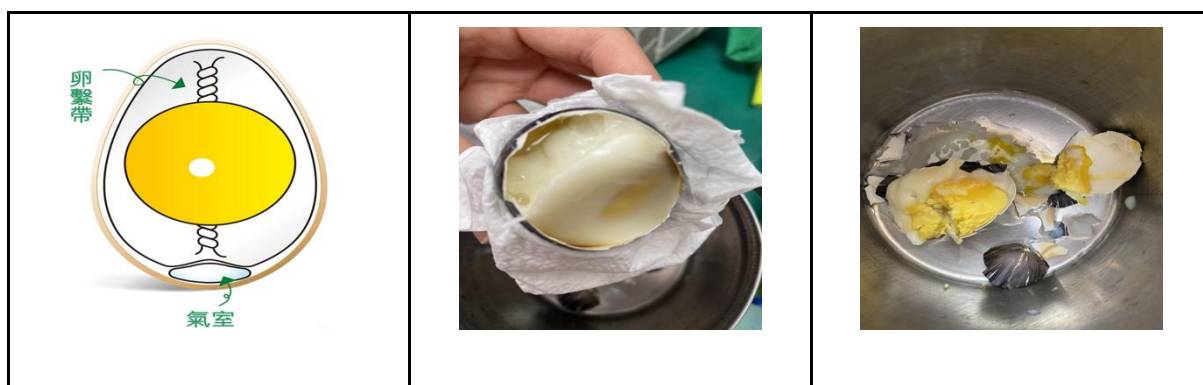


圖25 實驗後發現受熱不均的蛋

## 五、研究五：菲涅爾透鏡焦距溫度實驗

1. 焦距在30cm達到295°C，升溫268°C。
2. 焦距在28cm的失焦狀態，溫度260°C，但超過32cm後就降到126°C，溫差甚大。
3. 焦距在36cm時的溫度57°C是最適合保溫的狀態。(如圖13)

## 六、研究六：ZVS高頻加熱器實驗

### (一) 發現與探討

1. 直接煮水加熱速度超快

不銹鋼杯直接加熱100ml常溫27.3°C的水，約2分鐘即達到沸騰96.5°C。墊一片杯墊的水，耗時約6分36秒達到88.9°C就上不去了。

2. 電子溫度計有誤差

水已有劇烈沸騰的現象，但溫度計卻無法顯示100°C，推論可能是電子溫度計金屬探針太長暴露在常溫空氣中，所產生的實驗誤差。(如圖17)

### (二) 檢討與改進

1. 發現木片和不銹鋼杯接觸面有燒焦的現象，推論是木頭本身不耐高溫，被高溫的金屬燙過後所產生烙痕，故用杯墊取代木質墊片解決杯底和墊片接觸面燒焦的問題。
2. 使用紅外線溫度槍取代電子溫度計，以避免產生實驗誤差。

## 七、研究七：複合式太陽爐實驗

### (一) 發現與探討

#### 實驗A：菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱水溫實驗

1. (菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱的水溫在30分鐘後，到達了69.3°C，升溫幅度42.9°C
2. 菲涅爾透鏡加熱的水溫在30分鐘後，達到59.1°C，升溫32.7°C。
3. 菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)照射在30分鐘後的溫度差距約10°C。
4. 水有明顯的蒸散減少，但整體未達到沸騰的狀況。
5. 兩組實驗在15分鐘內升溫最快，平均每鐘升溫2°C，之後上升的速度趨緩。

(圖20)

#### 實驗B：菲涅爾透鏡與(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱實驗(油)

1. (菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱的油溫，在30分鐘後到達了125.8°C，升溫幅度99.5°C
2. 菲涅爾透鏡加熱的油溫在30分鐘後，達到117.1°C，升溫90.8°C。
3. 菲涅爾透鏡和(菲涅爾透鏡+凹面鏡)照射在30分鐘後的溫度差距約8.7°C (如圖21)。
4. 發現(菲涅爾透鏡+凹面鏡)聚焦加熱的油，中間冒泡的現象很明顯，而且泡泡很大顆(如圖22左)。
5. 發現菲涅爾透鏡聚焦後，只有細微的泡泡從底下冒出，從杯子內油的表面看來雖無甚麼變化，但溫度實際上也很高(如圖22右)。
6. 油溫的升溫變化明顯，是水溫的兩倍以上，證明油比水較易聚熱。

#### 實驗C：ZVS高頻加熱器烹煮實驗

1. 爆米花速度也很快，馬上就可食用但底部容易燒焦(如圖24)。
2. 蛋煮熟耗時約2分50秒，加熱速度過快，容易燒焦。

#### (二) 檢討與改進

1. 菲涅爾透鏡+凹面鏡的聚焦加熱具有快速升溫的功效，不論是水溫或是油溫的實驗，在15分鐘後溫度卻緩慢成長，推論因應該是聚焦亮點太小，聚熱不足導致散熱快。
2. 解決方式是加大菲涅爾透鏡及凹面鏡的面積，以擴大聚焦的亮度範圍。
3. 使用真空玻璃鍋子(含蓋)烹煮來避免熱量散失。
4. ZVS高頻加熱器需注意底部易燒焦，需要稍微拉開與銅管線圈的距離比較保險。
5. ZVS高頻加熱器升溫很快，很適合各類烹調方式。

## 陸、討論

### 一、各研究結果討論：

#### (一) 研究一：傘型太陽爐實驗

經實驗發現傘型太陽爐的效率不佳，歸納以下六點：

1. 傘面鋁箔紙凹凸不平，使光線產生漫射，無法使光線集中於一點(如圖26)。
2. 鋁箔紙材質本身鏡面成像不夠清楚，以至於反射效率不高。
3. 不鏽鋼杯無法聚熱，表面材質把光線給折射。
4. 太陽爐的反光面要選擇光滑鏡面材質提升反光量藉以提昇溫度。
5. 需要注意光源聚熱的保溫結構設計。
6. 深色陶壺來替代不鏽鋼杯來增加吸熱及避免反光。

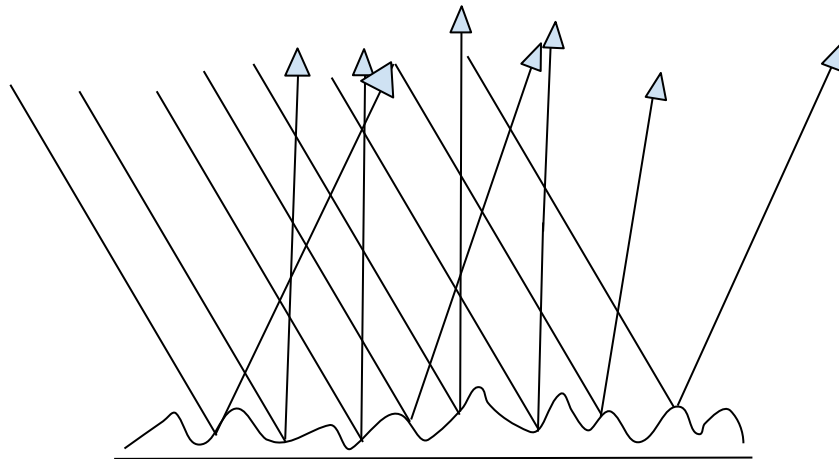


圖26 鋁箔紙漫射示意圖

#### (二) 研究二：箱型太陽爐實驗

1. 在木箱上面加蓋壓克力板使其密封，對木箱內部保溫效果比較好。
2. 不鏽鋼鏡面折射因素，因此愈光亮的鏡面，愈能達到加溫效果。
3. 不鏽鋼板受限於固定的折射角度，因此升溫有限(如圖6)。

#### (三) 研究三：平面鏡型太陽爐實驗

1. 如何提升不鏽鋼杯內水的溫度?
  - a. 增加底部和兩側面受光面積(如圖27)。
  - b. 不鏽鋼杯底部塗黑。



## 2. 如何提升反射溫度？

- a. 改用更大面積的反射鏡面。
- b. 鏡面採用光亮材質，增強反射光線以縮短照射的時間(如圖27)。

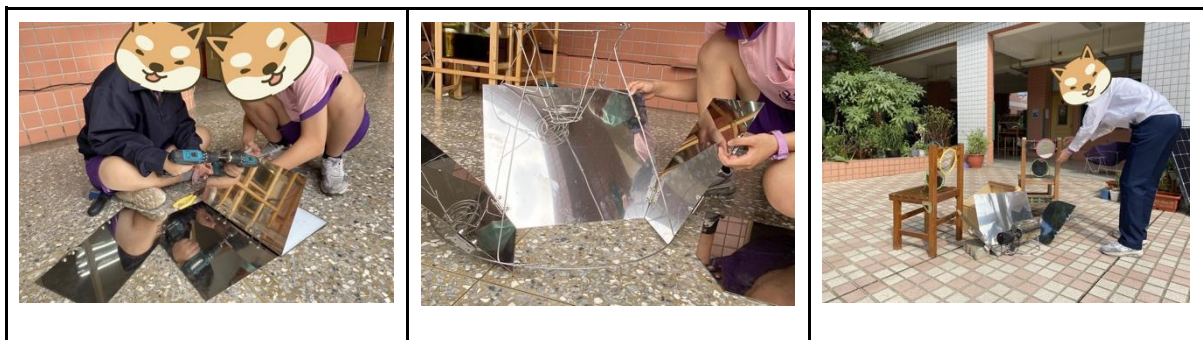


圖27 不鏽鋼板增強反光面積

### (四) 研究四：凹面鏡焦距溫度實驗

#### 實驗A：凹面鏡和實驗物體位置的關係

凹面鏡放置位置需要低於該物體，並且太陽與加熱物體保持一條直線。

#### 實驗B：尋找凹面鏡的焦距

1. 本實驗焦距落在48cm，故正確對焦時升溫速度非常快也非常高溫。
2. 聚焦後產生的亮點要隨太陽移動作適時改變。

#### 實驗C：凹面鏡煮蛋

1. 失焦狀態還是有一定的溫度。
2. 聚焦的亮點面積受限於鏡面的大小。
3. 為了避免蛋不熟的現象發生，因此蛋體要做適時的旋轉。
4. 蛋體的旋轉速度不宜太快。
5. 蛋體應塗上黑色，以達到聚熱效果。



圖28 旋轉台底座的實驗

## (五) 研究五：菲涅爾透鏡焦距溫度實驗

### 1. 杯水加熱溫度不均

觀察加熱旋轉中的杯緣時發現，「菲涅爾透鏡」和「凹面鏡」前後兩面聚焦的焦點，只有在接觸杯緣內側的水有冒泡的現象，而左右兩側沒照到光線部分，用電子溫度計測量，發現杯口溫度較內側溫度低。雖然水一直沒有大面積的沸騰，但是水位則因水蒸氣的蒸散而逐漸下降。推論杯子內的水沒有沸騰應該是聚熱面積小於散熱面積。

### 2. 菲涅爾透鏡焦距需靠升降調整

發現菲涅爾透鏡的支撐結構太短，被牙條的長度給限制了，導致無法做更好俯角的折射。另外，菲涅爾透鏡左右移動平台只能改變焦距位置，無法改變焦距距離。故先拆解相機腳架的伸縮桿來取代牙條，讓菲涅爾透鏡聚焦高度的升降更有彈性，之後取消橫移結構改為固定垂直升降的台座(如圖29)。



圖29 改良菲涅爾透鏡升降腳架的實驗

### 3. 聚焦的亮點面積受限鏡面大小

根據先前的研究經驗，杯子應該要有蓋子，但為了觀察冒泡則犧牲了保溫。菲涅爾透鏡和凹面鏡受限於空間因素，該面積大小所能提供反射光實在太小，需要更大面積的鏡面才能將折射光完整覆蓋在茶杯上，藉以抵銷散失的熱能。

## (六) 研究六：ZVS高頻加熱器實驗

1. 加入導磁率低材料墊片與銅管線圈拉開距離，皆可影響磁場改變溫度與烹煮時間。
2. 電壓與電流大小影響加熱時間。
3. 本實驗線路使用20安培的電流，須做好過載保護。
4. 蓄電池採用12V 3個串接，提供較大的電壓供給。

(七) 研究七：複合式控溫太陽爐實驗

1. 加熱速度快，要留意烹煮食材。
2. 太陽能板所提供的電力要做好儲電，供其他電器使用。
3. 聚焦的亮點要隨時跟太陽的移動做適時的調整。

綜合前面各類太陽爐的研究，歸納出幾點來做比較，其表格如下：

表12 比較七項研究太陽爐的優缺點

|   | 研究項目     | 優點  | 缺點  |
|---|----------|---|---|
| 1 | 傘形太陽爐    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 簡易製作</li> <li>2. 材料簡單</li> <li>3. 成本便宜</li> </ol>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 集熱效率慢</li> <li>2. 傘柄易鬆脫</li> <li>3. 不容易找焦點</li> <li>4. 散射光線</li> <li>5. 需充足陽光</li> </ol>  |
| 2 | 箱型太陽爐    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外觀專業</li> <li>2. 箱型保溫效果好</li> </ol>                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 集熱效率慢</li> <li>2. 準備不易</li> <li>3. 鏡面鋼板邊緣銳利</li> <li>4. 需充足陽光</li> </ol>                  |
| 3 | 平面鏡太陽爐   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組成材料簡易</li> <li>2. 找焦點容易</li> </ol>                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 集熱效率佳</li> <li>2. 受限於反射面積大小</li> <li>3. 佔用面積大</li> <li>4. 需充足陽光</li> <li>5. 易碎</li> </ol> |
| 4 | 凹面鏡太陽爐   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 找焦點容易</li> <li>2. 效率較前三種太陽爐高</li> </ol>                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高溫易燒焦</li> <li>2. 焦點太小</li> <li>3. 易受熱不均</li> <li>3. 需充足陽光</li> <li>4. 易碎</li> </ol>      |
| 5 | 菲涅爾透鏡太陽爐 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不受日照時間限制</li> <li>2. 升溫速度超快也超高</li> </ol>                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高溫易燒焦</li> <li>2. 焦點太小</li> <li>3. 易受熱不均</li> <li>4. 需充足陽光</li> <li>5. 塑膠材質</li> </ol>    |
| 6 | ZVS高頻加熱器 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不受日照時間限制</li> <li>2. 升溫速度超快也超高</li> </ol>                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需要用電</li> <li>2. 高溫易燒焦</li> <li>3. 加熱限底部</li> </ol>                                       |
| 7 | 複合式控溫太陽爐 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不受日照時間限制</li> <li>2. 升溫速度超快也超高</li> <li>3. 改變焦距可控制溫度</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加熱面積受限鏡面大小</li> <li>2. 需要定位太陽方向</li> </ol>  |



## 柒、結論

### 一、結合七項研究與既有太陽爐的差異在如下：

- (一) 被加熱物雙面同時聚焦加熱，能有效縮短太陽爐烹煮時間。
- (二) 應用太陽能板產生電力，結合ZVS低壓高頻加熱器，避免天氣因素的干擾。
- (三) 複合式的設計能夠同時利用太陽進行各種不同類型烹煮活動。
- (四) 太陽能板多餘的電力可以儲存在蓄電池中，供給其他電器運用。

### 二、本研究創新之處：

- (一) 運用距離作為控制參數，讓太陽能烹煮溫度方面獲得更多主動權。
- (二) 應用菲涅爾透鏡和凹面鏡的組合，同時將太陽光導引聚焦物體陰陽面上。
- (三) 利用太陽能板供給蓄電池電力，降低太陽光依賴排除不穩定的天氣因素。
- (四) 透過旋轉雲台可以讓烹煮的食物全方位均勻受熱。

### 三、研究發現：

- (一) 受限兩邊透鏡的尺寸導致聚光面積太小，讓水只能蒸散無法沸騰。
- (二) 菲涅爾透鏡上下移動平台能改變焦距距離。
- (三) 旋轉升降台受限透鏡尺寸，影響聚焦大小導致均勻受熱範圍有限。

### 四、未來改進：

- (一) 透過更換鏡面規模的方式，擴大聚熱光點讓聚熱面積大於散熱面積。
- (二) 可以加上追日系統，讓聚光太陽爐部分可以定位太陽的方向及角度。
- (三) 修改旋轉升降平台構造，做出同時旋轉及升降的活動，讓受熱零死角。
- (四) 高頻加熱器需設計一個方便調整高度的機構取代磁磚。
- (五) 簡化整體設計構造，能夠方便折疊收納。

## 捌、參考文獻資料

1. 李昀峰、邱泓嘉、許哲璋、王奕涵、陳芄辰 (2010)。〈流光流熱留光留熱-太陽爐研究〉。《中華民國第五十屆中小學科展作品說明書》(國小組報告編號:080816) <https://reurl.cc/3aoky0>
2. 張晉、李睿宇 (2009)。〈「爐」日中天〉。《中華民國第四十九屆中小學科展作品說明書》(國中組報告編號:030802) <https://reurl.cc/dVpEa6>
3. 許名傑、林翊毅 (2014)。〈太陽下的「新」「鮮」事—太陽能烹調食物之可行性探究〉。《中華民國第五十四屆中小學科展作品說明書》。(國小組報告編號:ES10) <http://web.tn.edu.tw/serc/files/2015/02/3-2-014.pdf>
4. 陳之怡、劉子怡、蔡潔明 (2014)。〈陽光的熱電變裝秀〉。《中華民國第五十六屆中小學科展作品說明書》(國中組報告編號:030805) <https://reurl.cc/3Nk0k0>
5. 黃明輝、王儀升、黃欣毅、邱德良、郭富傑、張仕旻、翁楨 (2015)。箱型與圓錐太陽爐的原理與製作。物理教育學刊。第十六卷第一期, 23-32。
6. 楊悠娟 (2016)。飲食文化與化學:蛋的化學(上)。《臺灣化學教育》。  
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=15000>
7. 〈太陽灶的分类:如果还只有凹面镜那就Out了〉。建環視界  
<https://reurl.cc/4ylGML>
8. 太陽位置計算機。<https://pse.is/3brjex>
9. 高頻感應加熱科技。高頻感應加熱是什麼?。每日頭條<https://pse.is/3dupnv>
10. Solar system cooking Wiki (n.d.). *Introduction to solar cooking*. Retrieved November 5, 2020, from <https://reurl.cc/pg1pd4>
11. gosun。<https://gosun.co/>

## 【評語】 032811

1. 本研究綜合各項已知太陽能爐裝置，如凹面鏡反射聚熱、菲涅透鏡聚熱、太陽能電池電池熱效應以及結合高頻加熱裝置，結合旋轉檯製作出新款的太陽爐。
2. 太陽爐的優點在直接利用光能，器材便宜、製作簡易。但本作品中組合加入太陽能板、3 顆傳統蓄熱池、高頻加熱器，提高了製作成本，以及後續的維修養護費用，也增加能量轉換的損耗，不是一種 CP 值提升的好裝置。
3. 太陽爐本身設計過於複雜體積也龐大，加熱溫度也只有到達幾十度就要半個鐘頭，實務上利用價值低。感應加熱需要金屬鍋子，日照熱輻射加熱則不需要；且貢獻功率比起來只需感應加熱就可以搞定一切；為何加上複合型來加大整體尺寸？
4. 複合式變焦溫控太陽爐，太陽爐跟加熱器的貢獻度比率是多少？
5. 例如： $(\text{菲} + \text{凹}) 2.5\text{W} + (\text{Z V S}) 31.33\text{W} = 33.83\text{W}$ ？
6. 綜合而言，本研究雖能利用光學透鏡原理做太陽光能聚焦加溫，但效益上與實務問題考量仍有一段距離。

## 作品簡報

# 日羽聚增

## 變焦控溫太陽爐研究

032811 國中組 生活與應用科學(一)科

# 前言：研究問題

## 研究動機

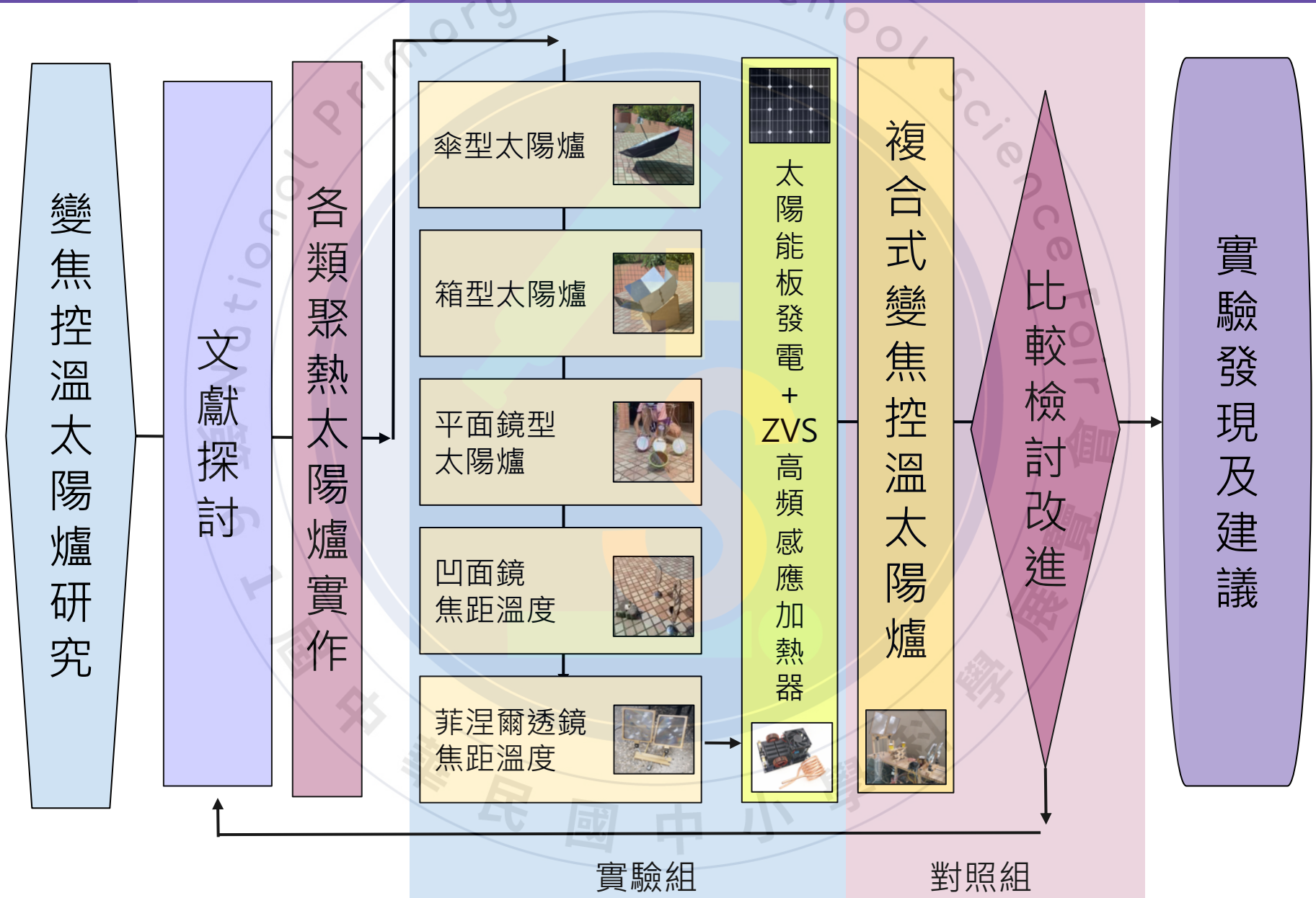
1. 為解決缺電非洲的煮食方式
2. 居住在北回歸線附近 (適合太陽爐研究)
3. 依自然與科技領域課本所學  
(透鏡\比熱\太陽爐介紹)
4. 現有太陽爐研究控溫不易  
(聚光\箱式)

## 研究目的

1. 實作各類太陽爐
2. 比較太陽爐效率
3. 太陽爐融入機電整合
4. 解決天候不穩因素

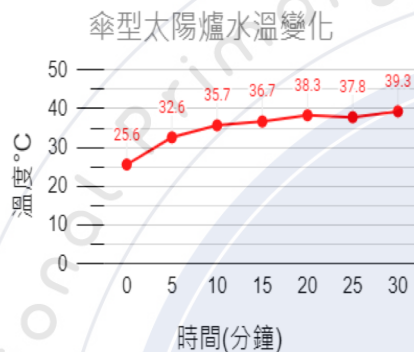
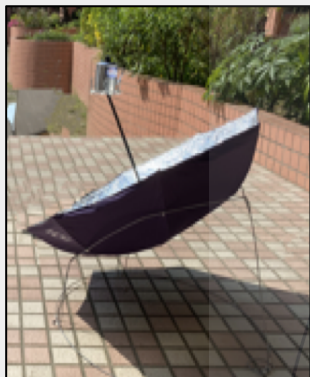


# 研究方法





# 分段實驗結論 (25ml水量實驗)



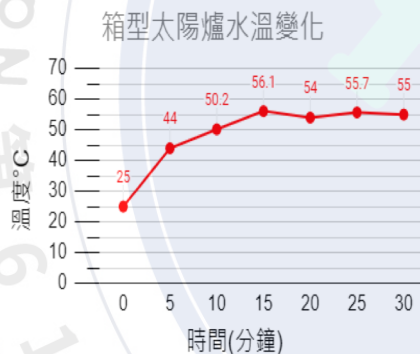
最高溫 39.3

平均溫 35.4

功率 0.8W

- 1.弧形結構反射面積大可長時間受熱
- 2.鋁箔霧化材質 (皺摺產生光線漫射)

結論：  
應使用鏡面材質提高聚光強度



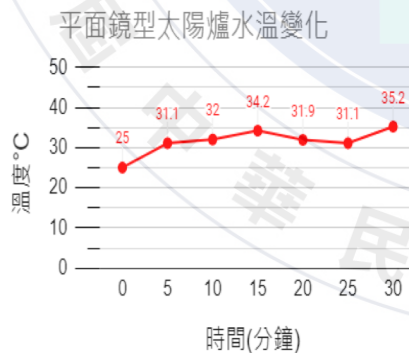
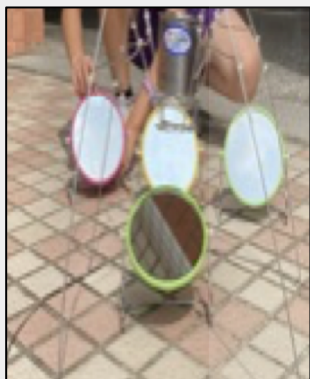
最高溫 56.1

平均溫 48.6

功率 1.75W

- 1.需加壓克力蓋 (降熱對流增保溫)
- 2.箱內須裝鏡面材質 (增加折射)

結論：  
較保溫，長時間反射光易偏離



最高溫 35.2

平均溫 31.5

功率 0.6W

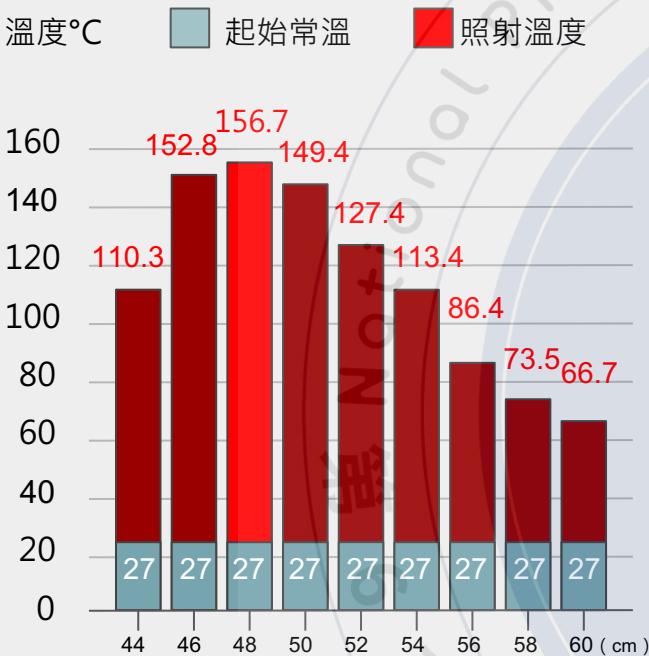
- 1.反射面積與鏡面面積及數量成正比
- 2.聚熱效果不易集中

結論：  
保溫差，長時間反射光易偏離

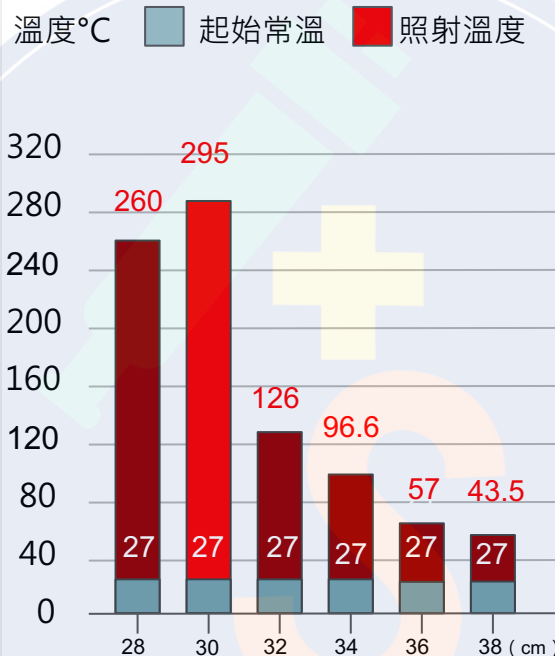


# 研究結果 (距離控溫)

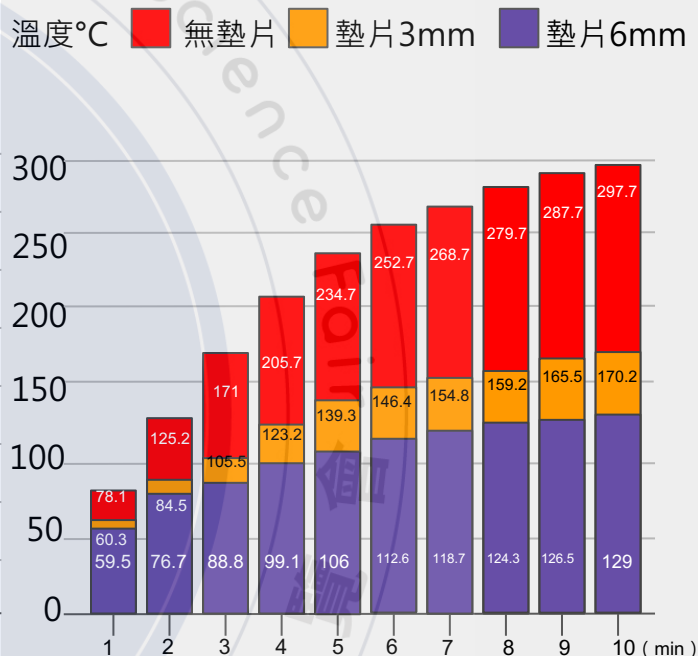
## 凹面鏡 聚焦照射溫度計



## 菲涅爾透鏡 聚焦照射溫度計



## Z V S 加熱油溫(不同墊片距離)



焦距48cm

156.7° C /1min

焦距30cm

295° C /1min

0m

3mm

6mm

78° C /1min

60.3° C /1min

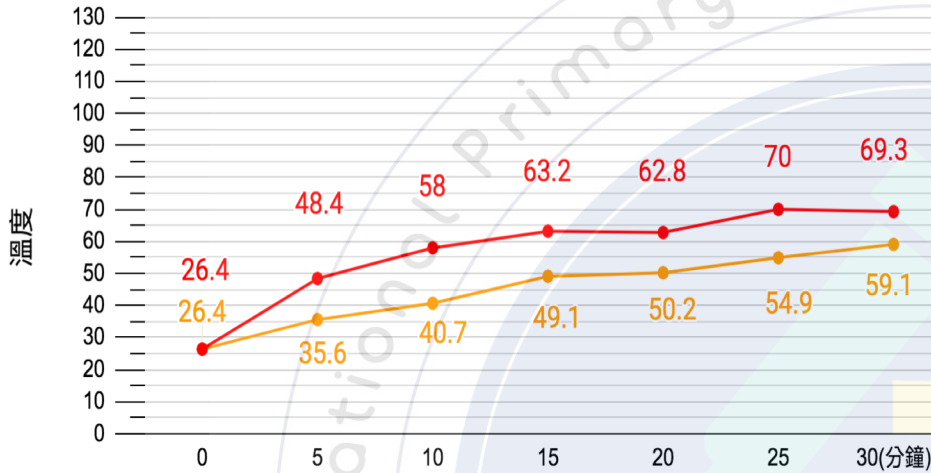
59.2° C /1min

註: 本實驗為未加蓋狀態

菲涅爾透鏡與 (菲涅爾透鏡 + 凹面鏡) 聚焦 25ml

### 加熱水溫實驗

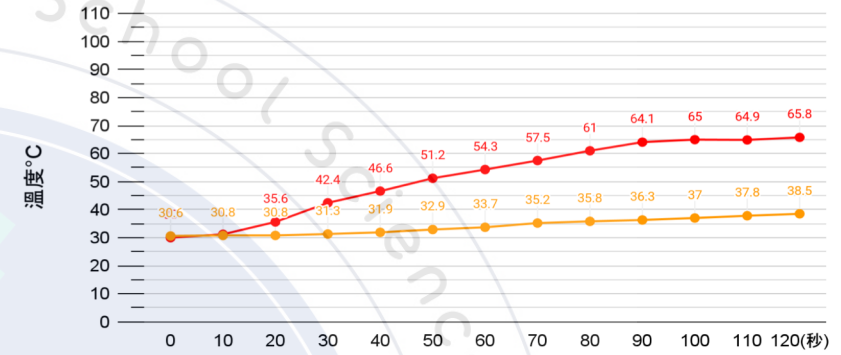
● 菲涅爾 ● 菲涅爾+凹面鏡



Z V S 高頻加熱器 25ml

### 加熱水溫實驗

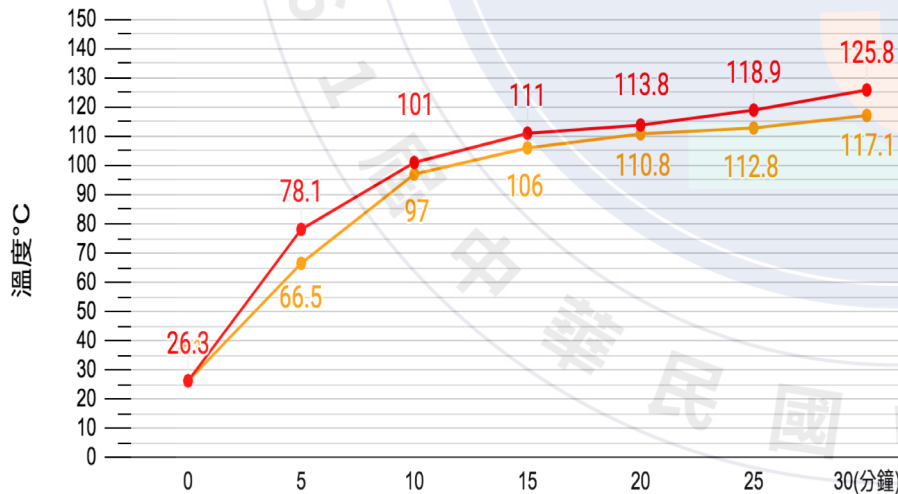
● 直接加熱 ● 附加杯墊厚 6mm 加熱



菲涅爾透鏡與 (菲涅爾透鏡 + 凹面鏡) 聚焦 25ml

### 加熱油溫實驗

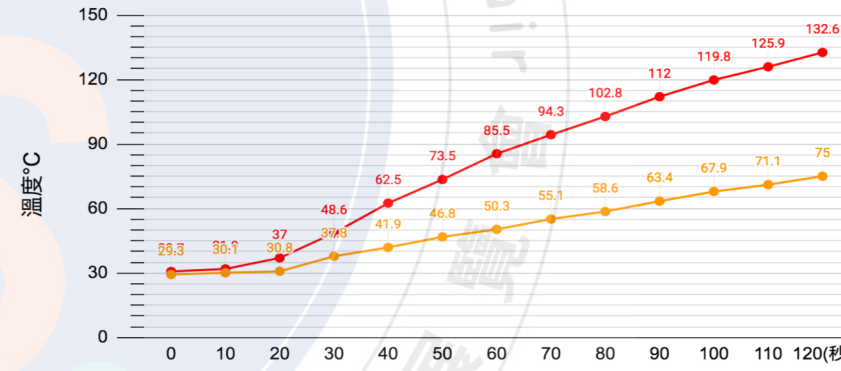
● 菲涅爾 ● 菲涅爾+凹面鏡



Z V S 高頻加熱器 25ml

### 加熱油溫實驗

● 直接加熱 ● 附加杯墊厚 6mm 加熱

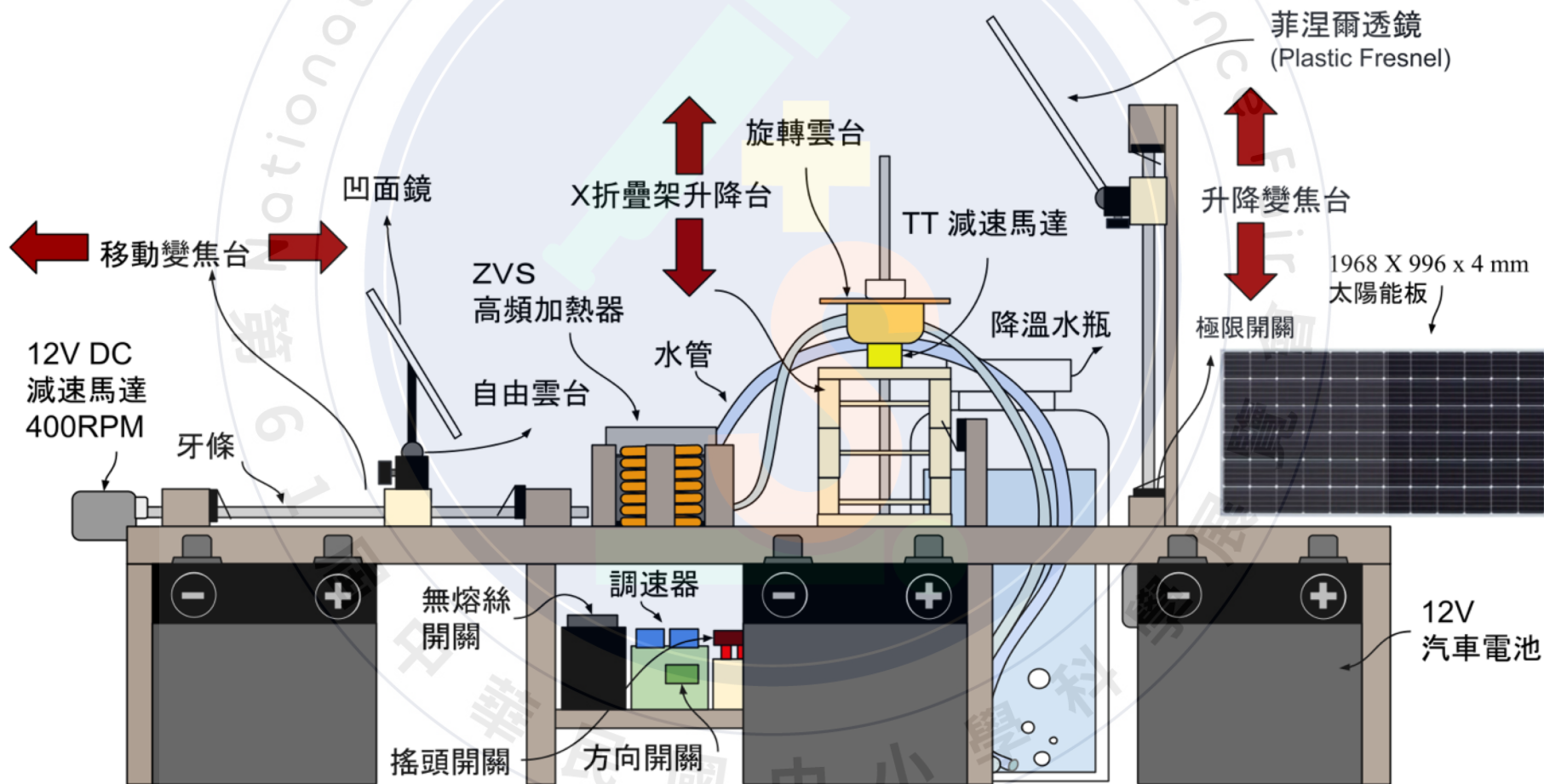


| 25ml水實驗 | 傘型   | 箱型    | 平面鏡  | 菲 + 凹 | 菲     | Z V S  |
|---------|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 溫度(末)   | 39.3 | 55    | 35.2 | 69.3  | 59.1  | 65.8   |
| 溫度(初)   | 25.6 | 25    | 25   | 26.4  | 26.4  | 30     |
| 初溫和末溫相差 | 13.7 | 30    | 10.2 | 42.9  | 32.7  | 35.8   |
| 計算功率    | 0.8W | 1.75W | 0.6W | 2.5W  | 1.91W | 31.33W |

註：以上實驗皆為加熱物容器未加蓋狀態

# 複合式變焦控溫太陽爐

## 各部構造圖



# 討論

|    | 傘形太陽爐                           | 箱型太陽爐                           | 平面鏡太陽爐         | 凹面鏡太陽爐                          | 菲涅爾透鏡太陽爐                | ZVS高頻加熱器                       | 變焦控溫太陽爐                             |
|----|---------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 優點 | 製作簡易<br>材料簡單<br>成本便宜            | 外觀堅固<br>保溫效果好                   | 材料簡單<br>施工容易   | 聚光點高溫<br>升溫極快<br>聚熱效率高          | 聚光點高溫<br>升溫極快<br>聚熱效率高  | 環境影響低<br>升溫極快<br>聚熱效率高         | 環境影響低<br>升溫極快<br>聚熱效率高<br>改變焦距可控制溫度 |
| 缺點 | 保溫效果差<br>不易找焦點<br>光線散射<br>需充足陽光 | 集熱效率慢<br>體積笨重<br>鋼板角銳利<br>需充足陽光 | 陽光易偏離<br>需充足陽光 | 高溫易燒焦<br>聚光焦點小<br>焦距太長<br>需充足陽光 | 高溫易燒焦<br>聚光焦點小<br>需充足陽光 | 需要用電<br>高溫易燒焦<br>限底部加熱<br>不能控溫 | 需要定位太陽方向                            |

# 結論

## 一、綜合研究與既有太陽爐的差異

傘型、箱型太陽爐

VS

變焦控溫太陽爐

勝



單面加熱, 烹煮時間較長



雙面聚光加熱, 縮短烹煮時間  
比傘型多1.7W; 比箱型多0.75W



需一直維持充足的陽光



太陽能轉電能, 避免天氣干擾



僅能靠保溫悶熱食材



採複合式設計, 烹煮效率倍增  
實際功率達33.83W(菲+凹+ZVS)



無法控制溫度



改變焦距距離, 控制溫度大小





## 二、本研究創新之處



距離控溫



雙面加熱



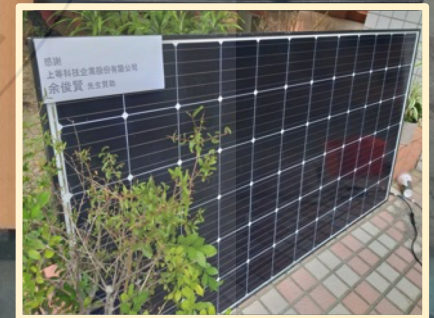
機電整合



發電輔助



均勻受熱





### 三、研究發現

1. 透鏡面積與聚光熱度成正比。

( 解決：深色容器加玻璃蓋 )

2. 菲涅爾透鏡左右移動平台只能改變焦點位置，無法改變焦距距離。

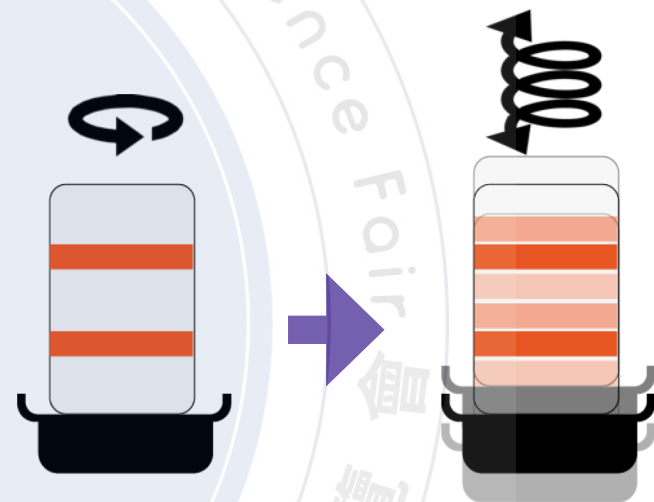
( 解決：改垂直升降 )

3. 聚光定點加熱受熱範圍有限。

( 解決：360度旋轉 + 升降控制 )

4. 採複合式設計，加熱功率倍增。

( 菲 + 凹 )  $2.5W + ( Z V S ) 31.33W = 33.83W$



### 四、未來改進

1. 加上追日系統。( 太陽移動角度定位 )

2. 簡化設計 ( 摺疊收納 )

# 參考文獻資料

- [1]張晉、李睿宇 ( 2009 ) 。〈「爐」日中天〉。《中華民國第四十九屆中小學科展作品說明書》( 國中組報告編號：030802 ) <https://reurl.cc/dVpEa6>
- [2]李建翔、游承濤、翁慶明。〈以菲涅爾透鏡改善太陽能板發電功率探討〉。( 2010 ) 《中華民國第五十屆中小學科展作品說明書》( 高職組報告編號：090904 ) 。  
<https://reurl.cc/LbXxn3>
- [3]黃明輝、王儀升、黃欣毅、邱德良、郭富傑、張仕旻、翁楨 ( 2015 ) 。箱型與圓錐太陽爐的原理與製作。物理教育學刊。第十六卷第一期，23-32。
- [4]〈太陽灶的分类：如果还只有凹面镜那就Out了〉。建環視界  
<https://reurl.cc/4ylGML>
- [5] 高頻感應加熱科技 ( 2018 ) 。〈高頻感應加熱是什麼？〉。每日頭條  
<https://pse.is/3dupnv>
- [6]Solar system cooking Wiki (n.d.). *Introduction to solar cooking*. Retrieved November 5, 2020, from <https://reurl.cc/pg1pd4>
- [7]gosun。 <https://gosun.co/>