

教育部 111 年度中小學科學教育計畫專案成果報告

計畫編號：18 計畫名稱：科創來自關懷

和睦永續未來主 持 人：陳勝哲

執行單位：嘉義縣和睦國小

壹、計畫目的及內容：

1. 配合九年一貫課程，深化創意課程轉化與教學創新。
2. 培養學生主動探索科學原理，發揮創意之興趣。
3. 提供機會使學生將所習得的科學知識應用於科學操作。
4. 培育學生創造力，激發學生想像能力豐富校園創意文化。
5. 落實以研究精神，建構科學環保節能校園。

貳、研究方法及步驟：

本校自 101 年起開始執行教育部中小學科學教育計畫，配合原有學生「科學創意社團」與科學教育教師專業發展社群。我們發展的模式是透過科學創意社團的孩子進行創意發明，將生活中無論家裡還是社區與學校遇到的問題，運用學校學習到的科學知識提出創意發想，提供了學生實現想法、運用知識的機會！並透過合作思考與小組學習的教育模式，鼓勵學生動手做科學，並提昇學生創意思考的能力，以培養學童靈活思考、應用科技和解決問題的能力。當創作出新的發明接下來就進入另一個階段。

運用科學實驗，透過科學實驗驗證創新發明的成效並改良原有的作品。

在這個過程中科學社團 40 名小朋友成為初步種子教師，我們的創意研究成果提供學校本位課程以科學教育結合環境教育為的最佳素材

1、確認研究問題

隨著全球暖化的影響，氣溫逐年攀升，當教室很熱時讓我和同學不容易靜下心來上課，在夏季為了達到室內環境的舒適，必須透過大量能源消耗使用空調系統來降低室內溫度，近年來廢除核電議題持續發燒，火力發電產生的空氣汙染又讓整個嘉南平原，尤其是嘉義地區秋冬季節空氣紫爆，因此唯有降低用電量才是當前解決之道。我們希望在節約能源為前提的情形下，設計一棟在夏天能夠涼爽的房子。上自然課時我們學習到熱傳播的方式有熱對流、熱傳導和熱輻射等方式，還有各種熱對物質的影響，因此希望能透過進行各項實驗來深入討論，並提出有效的改善方法，讓我們有舒適的學習環境，能更專注於課業學習，也能節省能源。

2、解決策略

因為利用外牆夾層熱對流的方式來降低外牆吸收太陽輻射熱後，藉由牆面熱傳導到屋內，雖然可以有效降低溫度，但是上方排出的熱空氣對一般家庭來說並沒有用處，所以我們也嘗試利用水冷系統，設計外牆夾層中包覆水，並且利用 AI 智慧科技使用 Arduino 板自動控制夾層水溫的「水冷系統」，並且回收溫度上升的水提供太陽能熱水器使用，將原本太陽照射不適的熱源轉換為可以利用的洗澡水。為了進一步降低房子內部溫度，我們也嘗試外牆種植爬藤植物來降低外牆溫度，並且同步使用 AI 智慧自動澆灌系統，為了環保我們希望所有的 AI 智慧系統電力來源來自太陽能板發電。



2、蒐集資料

熱的傳遞分成三種方式：熱傳導、熱對流與熱輻射。其中，以熱輻射為主要的傳遞方式，其餘的熱對流或是熱傳導是當物體在接受熱輻射時遇到阻礙時，才會發生的作用。值得注意的是熱傳遞時的流動方向。熱傳導與熱輻射皆是全方位的向四面八方傳遞熱能；相反地，熱對流通常是向上方傳遞熱能。

3、評鑑各種解決辦法

第二階段主要為對於環保科學自然降溫相關知識的蒐集，第三階段將分析並統整與提出相關解決方案，對於科學教育操作學生較侷限的部分，這個階段將以種子學生發表式進行，讓學生間分享並增加更多互動調整俾提供下一個階段的假設。

4、發展自己的公共政策

本年度科學探究活動以建築物自然降溫為主題，規劃以高年級科學社團師生為核心，並擔任各班科學種子小老師，進行科學實驗探討與發表，最後並將科學環保節能概念普及推展至全校師生。

1. 環保生活創意王運用學生以學習的科學常識組合運用創意發明污染防治生活用品，配合暑假作業進行，開學後進行校內比賽，選擇優秀作品集訓並進行實物製作、測試之後

於全校師生前進行發表再參加嘉義縣青少年發明展與 IEYI 世界青少年發明展。

2. (1) 調查學校不同建築物樓層、方位與教室「蘊熱力」有何關係
- (2) 建築物外牆「顏色」與建築物「蘊熱力」有何關係
- (3) 不同外牆「隔熱介質」會影響建築物「蘊熱力」嗎
- (4) 外牆「夾層距離」差異會影響建築物「蘊熱力」嗎？
- (5) 外牆夾層利用熱對流「氣冷系統」，影響建築物的「蘊熱力」
- (6) 外牆夾層使用「水冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？
- (7) 排列組合「氣冷系統」與「水冷系統」與教室「蘊熱力」
- (8) 利用 Arduino 製作智慧「水冷系統」與外牆植物自動澆灌系統。

五、發展行動計畫

「公民行動方案」提供學生積極地參與一系列有組織、合作的學習活動的機會。藉由下列五個有組織的步驟，學生在合作小組裡積極參與，學習如何有效影響政府的公共政策。

透過前面四項以「科學教育」為核心課程，包含結合「閱讀」、「表演藝術」、「美勞」、「資訊」的融入式課程與「科展」、「發明展」、「教師進修」、「校外教學」等主題式活動。對於解決「綠建築」科學概念的環保方式有更深入的認知，但是要解決真正的校園空汙問題需要爭取政府機關專案的補助，所以發展行動計畫為申請「教育部永續校園局部改造計畫」，一步一步改善校園朝環保科學環境友善的目標前進。

參、目前研究成果：科學研究

項目	成績
112 年度嘉義縣第 63 屆團體成績	特優
112 年度嘉義縣第 63 屆科展化學組廢棄物再利用的探討	第一名 最佳能源科技獎
112 年度嘉義縣第 63 屆科展化學組「晶」瑩剔透-水晶寶寶吸水變化之探討	第三名
112 年度嘉義縣第 63 屆科展化學組衛生筷除去二氧化硫的探討	第三名
112 年度嘉義縣第 63 屆科展物理組我的光線會轉彎-光傳遞的探究	第四名 最佳能源科技獎
112 年度嘉義縣第 63 屆科展生活與應用科學組夏天的美容聖品-冷泡茶抗氧化力探討	第四名

環保生活創意王

2022IEYI 世界創客青少年發明展全國選拔賽

成績	編號	類別	名稱
----	----	----	----

銀牌	TWEG21026	環保綠能	智慧綠能地下室燈光系統
佳作	TWES21067	健康照顧	智慧型落葉清除車

廢棄物再利用的探討

水果大豐收時，若沒有銷路，水果放久可能會壞掉，為了知道好水果和爛掉的水果，哪一種水果的電功率最高，我們使用三用電表測電壓及電流來計算電功率。我們實驗測試水果整顆、兩個半顆串聯水果電功率是否和整顆水果電功率相同。水果的果肉、果汁、果皮、成熟度(未熟，爛掉)、植物的根莖類(地瓜，馬鈴薯)、葉類(葉綠素)等，我們實驗發現爛掉整顆水果放入慢磨機磨成果汁電功率是最高。以爛掉鳳梨電功率是最高。電極金屬活性我們實驗以電極鎂-銅產生的電功率最強，所以活性差越大電功率佳，插入電極片的面積等因素會不會影響電功率，我們實驗發現插入電極片的面積越大，電功率較高。串聯方式水果電池，導電性是否成正比，我們實驗發現電壓值有成正比，電流值大約相等；用市面上電解液電功率是否相同，我們實驗發現以鋅銅片電極，白醋電功率較高。以鎂銅片電極，醬油電功率較高，自來水電功率都是最低的。廢棄物(爛掉的鳳梨果皮、豆渣、枯枝樹葉、苦茶皮)發酵後電功率到底是多少，我們實驗發現苦茶皮發酵電功率最高，那廢棄物發酵後的液體對植物生長有幫助嗎？我們以清水澆菜為對照組實驗發現發酵後澆菜，生長狀況不錯，長得很茂密。還有廢棄物牡蠣殼電功率到底是多少，殺菌效果好不好？我們實驗發現牡蠣粉殺菌效果佳。

居安思危 智慧綠能地下室燈光通風系統之研究我們想要設計出可以節省能源使用又能夠照明及除濕的地下室建築，為可能發生的災難做好準備。我們設計地下室結合 Arduino 面板利用玻璃球設計在頂樓聚集太陽光與熱，透過光纖導光管引導太陽光、透過銅管引導太陽熱至地下室，另外設計進氣管與排氣管讓地下室空氣溫度上升後以熱對流方式將空氣中的濕氣帶出，盡可能避免使用能源又能夠達成地下室明亮而且空氣新鮮不潮溼。採取智慧感應地下室照度、濕度與太陽能板發電儲電轉換，夜晚及陰天依然能夠持續維持照明。

研究結果顯示：太陽能板撕掉保護膜電壓及電流較高、在暗室接 LED 白光照度最亮、嘉義地區上午 8 時太陽能板傾斜角度電壓、電流、照度是 18 度最大，10 度最小；使用導光管數量愈多照度愈亮，使用 5 根導光管圓面積的太陽能板發電轉換成 LED 白光照度仍然不及 1 根導光管。散熱銅片愈多散熱愈快。使用銅管包覆隔熱管可以將屋外溫度帶入室內，而且室內溫度上升可以降低濕度，設計進氣管與排氣管時更為明顯。

運用以上實驗結果，我們設計紅外線自動感應人員活動控制地下室照明與發電儲電轉換，溫濕度感應器控制地下室照明與發電儲電轉換，以玻璃球設計在頂樓聚集較多的太陽光與熱，然後透過導光管與銅管將太陽光與熱引導至地下室或是儲電。另外設計風管讓地下室空氣溫度上升後可以對流而出同時帶出濕氣，地下室就可以無須浪費能源仍然可以達成明亮而且乾燥又有新鮮的空氣。

衛生筷除去二氧化硫的探討

「民以食為天」。「吃」在我們生活中扮演重要的角色，而在這事事講求迅速、方便時代，人類真的吃得健康嗎？還是為了省時方便，而付出人類最重要資產---- 健康。我們選定了食物與我們人類接觸的媒介----免洗筷為研究的主題。這些市面上長期給我們使用的免洗筷真的衛生嗎？先選定免洗筷與我們家中不銹鋼筷子、彩繪印花竹筷、木

筷、未處理的竹子，我們發現實驗不銹鋼筷和彩繪印花竹筷沒有二氧化硫殘留，免洗筷、竹筷、木筷有二氧化硫殘留，免洗筷最多，木筷微量。如果我們要選用筷子，最好選擇不銹鋼筷或彩繪印花竹筷對我們身體傷害最少。免洗筷、竹筷、木筷最好不要使用。我們吃午餐或晚餐食物料理可能會用到料理酒、食用醋、食鹽水、醬油來調味，所以我們實驗把筷子泡過料理酒、食用醋、食鹽水、醬油、筷子含有二氧化硫是否會溶解到溶液中，實驗結果發現二氧化硫還是會溶解到溶液中。

那使用筷子對人體是否有影響，所以我們實驗把筷子泡水，筷子水來對綠豆生長、用魚缸養魚、種菜會有影響嗎？我們實驗結果發現筷子浸泡 2 小時魚 33 天就死掉了，浸泡 4 小時魚 22 小時就死掉了，紅豆生長得清水比較慢。我們會用筷子夾由炸食物，那筷子二氧化硫是否不見？我們實驗發現筷子還是殘留微量二氧化硫。若筷子放置不用到底會不會發霉？我們實驗發現 20 天內筷子外觀看不出來，但 30 天後筷子外觀大約 1 成有發霉現象。

我們吃完飯後會用牙籤刷牙，那牙籤是否含有二氧化硫呢？我們實驗發現牙籤還是有微量二氧化硫，我們把牙籤泡 1 天後養魚，發現魚經過 20 小時就死掉了。筷子還有其他用途嗎？我們把筷子做竹炭，過濾後竹炭水是很乾淨。筷子不用二氧化硫漂白可改用別的方法嗎？我們把免洗筷浸泡(橄欖油:白醋=2:1)30 分鐘後陰乾或加入食用小蘇打和食鹽加熱後，靜放 5 天後發現免洗筷表面沒有發霉也沒有二氧化硫或殘留。

我們將呈現的實驗內容，希望我們的研究主題能為我們人體健康盡心力。夏天的美容聖品 冷泡茶抗氧化力探討

全世界都在喝茶，世界上有很多科學研究指出喝茶可以抗突變、抗癌症、抗衰老、降低心血管疾病…等。主要是因為茶葉中含有茶多酚(Tea Polyphenols)。但市售關於茶葉之飲品、茶包或茶葉百百種，本研究主要探討冷泡茶中之抗氧化能力。

已市售之罐裝茶葉、手搖飲料、茶包、茶葉及剛採摘之新鮮茶葉，將剛採摘之新鮮茶葉又分成植株上半部一心二葉及植株下半部老葉兩部分。以發酵程度當作依據選擇紅茶、烏龍茶及綠茶做實驗。

研究結果顯示出沖泡時間越久，抗氧化力越好，茶水放置越時間越久，其抗氧化雖然稍微有變差但是變化不大，室溫沖泡茶葉抗氧化力較高溫沖泡佳。接著以市售茶包、茶葉及剛採摘之新鮮茶葉(分成一心二葉及老葉)磨成粉後，以 RO 水於室溫下沖泡靜置，結果顯示其抗氧化性和未磨成粉時差不多。接著以不同水質沖泡後，發現抗氧化力最好的還是 RO 水。加入添加物測試，所測試的添加物為：維生素 C、檸檬汁、

糖、蜂蜜、醋、氣泡水冰塊，沖泡後靜置 2 小時，結果顯示其抗氧化性以氣泡水和維生素 C 最佳。

實驗結果發現茶於冷水沖泡後抗氧化性較佳，以 RO 水沖泡效果比其他水質水還要佳。若以添加物來說，可以選用添加氣泡水及維生素 C 具有較加抗氧化效果。在炎熱夏天中想要喝茶同時擁有抗氧化力，除了選用綠茶之外，冷水沖泡也是很棒的選擇。

我的光線會轉彎——光傳遞的探究首先，以空心的導光管來說，透明水管上漆可以反射光線，但僅在長度較短水管可維持部分光度，而內側塗漆效果又略優於外側塗漆，水管孔徑愈大，其效能也愈佳；軟鏡子反射效果好，光度、發電和升溫效能皆明顯，尤其以

光度效能最好，孔徑 7.5cm 及孔徑 4.9cm 的軟鏡子在 90 度角照射中，光度分別為 298001ux 及

300001ux，發電電流分別為 32mA 及 32.5mA，升溫為 3.7 °C 及 3.5 °C。

其次，以實心的導光條來看，裝水的導光條其光度、發電和升溫效能並不亞於上漆的空心管；另外，壓克力條的光度及升溫效能較明顯；還有，導光條的光度、發電和升溫效能皆明顯高於對照組，孔徑 1.4cm 導光條光度可達 1132001ux 發電 15mA，升溫 3.0 是很好的導光介質。

至於導光後的光線再次以玻璃球聚光，孔徑 4.9cm、長 100cm 筒狀軟鏡子以 75 度照射時，光線經玻璃球後光度、發電及升溫為 663001ux、27mA 及 5.0 高出未用玻璃球 504001ux、8 mA 及 2.8。因此，若是需運用進入室內的光進行加熱或發電，可考慮採用鏡面反射的方式保存較好的陽光效能。

二、課程架構圖~鄉土關懷、在地國際、科技創意、永續健康科技創新在地關懷，和睦永續未來 (WISH)

方案亮點		1. 和睦在地美學 DNA 2. 彰顯科技核心素養 3. 科創關懷在地取向 4. 科技卓越品牌 ID							
方案願景		以科技創新涵養關懷在地的世界公民							
方案目標		愛鄉土（認同力） ●提升在地認同 ●展現家鄉情懷		接國際（移動力） ●連結全球文化 ●凸顯在地特色		用科技（統整力） ●運用科技整合 ●發展創意共作		重健康（實踐力） ●實踐永續行動 ●力行健康生活	
方案主題		走讀中埔情（W） Walking our homeland		和睦國際觀（I） International connection		玩轉新科技（S） Science and Technology player		和睦行動家（H） Health consciousness	
課程主軸		鄉土 X 關懷		在地 X 國際		科技 X 創意		永續 X 健康	
學生圖像		文化傳承者		寰宇思考者		科創共學者		公民行動者	
核心素養		A2 系統思考與解決問題		E-A2 具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題。					
		B3 藝術涵養與美感素養 E-B3 具備藝術感知、創作能力，體會文化之美，豐富美感體驗，培養賞析與分享的態度與能力。		C3 多元文化與國際理解 E-C3 具備理解與關心本土與國際事務素養，並認識與包容文化的多元性。		B2 科技資訊與媒體 E-B2 具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容意義與影響。		C1 道德實踐與公民意識 E-C1 具備道德實踐的素養，主動關注公共議題並積極參與，關懷自然生態與人類永續發展。	
國際教育 2.0 目標		1.培育全球公民 2.促進教育國際化		1.培育全球公民 2.促進教育國際化 3.拓展全球交流		1.培育全球公民 2.促進教育國際化		1.培育全球公民 2.促進教育國際化	
SDGs		SDG11.4 永續城鄉		SDG17.8 全球夥伴關係		SDG15.5 陸域生態		SDG4.7 優質教育	
科學內涵		探索科學		品閱科學		實證科學		創新科學	
校訂課程主題與	一年級	社區走讀	後庄大宅名三和	世界科文	山林水土守護員	光影飛行	科學玩具新樂園	資源永續	和睦減塑小尖兵
	和睦由來知多少		樹木銀行急救站		尋我的飛行夢		走讀社區回收站		
	二年級	八掌溪畔齊溯源	異國米食大賞舌	創意遊戲魔法師	邑米社大生態員				
	三年級	映月橋邊憶家鄉	尖上的饗宴	影科學實驗室	黑水虻魚菜共生				
四年級	文化傳承 <td>萬善公祠藏史話</td> <td rowspan="2">國際關聯</td> <td>世界發明之旅和</td> <td rowspan="2">太陽後裔</td> <td>北回歸線's 學校大</td> <td rowspan="2">健康促進</td> <td>健康生活智慧王</td>	萬善公祠藏史話	國際關聯	世界發明之旅和	太陽後裔	北回歸線's 學校大	健康促進	健康生活智慧王	
		吳鳳故事眾紛紜		睦科學故事		自然的風水學		天然清潔品手作	
		八獎義渡傳善行		大自然的寶藏點		來自太陽的你科技		和睦小小護理師	
		菸樓轉型展風華		亮世界的台灣		綠能永續		社區健康防護站	

內容	五年級	在地連結	阿里山公路起點 公館滯洪能發電	全球議題	有機科技農場和 睦小小農耕隊	科技創新	解放你的大腦談思 考玩創意	有機生活	和睦小小發明家 實用防疫新創作
	六年級	石碇埔出水緣份 原民智慧和和睦	空汙調查報告綠 色植物清淨機		學習革命動起來雲 端翻轉亮起來		和睦農技小達人 尋訪黑木耳家鄉		
實施時間	校訂 32 節（一學年）			校訂 32 節（一學年）		校訂 32 節（一學年）		校訂 32 節（一學年）	
議題融入	人權、生命、戶外家庭、閱讀、國際			環境、生命、戶外科 技、家庭、國際		環境、海洋、科技生 命、戶外		國際、環境、家庭生 命、多元文化	
領域融入	國語、生活、藝術社 會、綜合、自然			國語、生活、綜合英 語、藝術、自然		國語、生活、資訊社 會、綜合、自然		國語、生活、健康社 會、綜合、自然	
教學策略	實地走察、合作學習 實作體驗、觀察記錄 分組討論、成果分享			實地走察、繪本導讀 發表教學、探究教學 分組實作、藝術創作		觀察記錄、探究教學 欣賞教學、分組討論 情境教學、發表教學		觀察探究、繪本導讀 欣賞教學、分組合作 情境教學、發表教學	
素養導向 評量方式	觀察記錄、口頭報告 實作評量、分享參與 作品創作、海報製作			觀察記錄、分組合作 口頭報告、分組闖關 寫學習單、寫作評量		小組討論、寫學習單 體驗感知、實作記錄 口頭報告、作品互評		實踐行動、體驗感知 作品創作、分組報告 口頭報告、實作評量	
延伸課程 STEAM	科學探究、科技應用、工程設計、藝術創意、數學邏輯之跨領域課程								



走讀吳鳳廟明辨古今事



國際志工與學生設攤導覽



社區親子共學觀日環蝕



縣長蒞校觀賞作品解說

二、主軸課程二：和睦國際觀

（一）主軸課程架構

聯合國永續發展指標 17：

加強執行手段，永續發展全球夥伴關係

年級	一年級	二年級	三年級	四年級	五年級	六年級
教學單元	◎山林水土守護員 ◎樹木銀行急救站	◎異國米食大賞 ◎舌尖上的饗宴	◎世界發明之旅 ◎和睦科學故事	◎大自然的寶藏 ◎點亮世界的台灣	◎有機科技農場 ◎和睦小小農耕隊	◎空汙調查報告 ◎綠色植物清淨機
教學時數	生活 3 校訂 5	生活 3 校訂 5	自然 4 校訂 4	自然 4 校訂 4	自然 5 校訂 5	自然 5 校訂 5

學習內容	1. 了解樹木銀行的用途與特色 2. 親近大自然觀察各種植物 3. 覺察目前環境對植物的危害 4. 分組討論提出愛護植物的方法	1. 探索米粒由來 2. 分辨各種常見米粒 3. 了解各國米製品 4. 包日本壽司實作體驗 5. 米食創意勞作分享與互評	1. 被蘋果打到的調查 2. 閱讀：發現萬有引力的科學故事 3. 小小說書者——說牛頓的故事 4. 製作說故事大會宣傳海報	1. 閱讀：波義耳石蕊試紙的科學故事 2. 討論故事內容並記錄 3. 認識波義耳居禮夫人	1. 認識玉米的雌雄 2. 溫室及有機栽種 3. 小農夫種玉米 4. 大地遊戲辨識植物 5. 品嚐有機蔬菜飯糰	1. 空氣清淨機 2. 蒐集空汙資料報告 3. 認識淨化空氣植物 4. 水泥盆栽種多肉 5. 介紹盆栽作品 6. 完成學習單
延伸創作	我的落葉創作	製作創意紙捲壽司拼盤	科學玩具：跳豆	短文寫作：我認識的居禮夫人	我的草頭寶寶製作	創意水泥盆栽
學習策略	<u>實地走察講解聆聽創作學習</u>	<u>繪本導讀觀察紀錄分組實作藝術創作</u>	<u>閱讀理解口頭發表分組合作實作體驗</u>	<u>閱讀理解分組合作口頭發表短文寫作</u>	<u>實作探究分組實作遊戲學習</u>	<u>分組實作口頭發表分組討論觀察紀錄</u>
核心素養	<u>生活-E-A2</u> <u>生活-E-B2</u>	<u>生活-E-B1</u> <u>生活-E-C3</u>	<u>自-E-A2 國-E-C3 藝-E-B1</u>	<u>自-E-A2 國-E-C3 英-E-B1</u>	<u>社-E-C3 自-E-A2 英-E-B1</u>	<u>自-E-B2 自-E-A2 藝-E-C3</u>
學習表現	<u>生 2-I-1</u> <u>生 4-I-3</u> <u>生 5-I-2</u>	<u>生 1-I-1</u> <u>生 6-I-5</u> <u>生 4-I-3</u>	<u>自 ai-II-1</u> <u>國 5-II-11</u> <u>藝 1-II-6</u>	<u>自 an-II-3 國 6-II-4 英 2-II-3</u>	<u>社 2b-III-1</u> <u>自 ai-III-3</u> <u>英 2-III-2</u>	<u>自 ah-III-2 自 po-III-1 藝 1-III-6</u>
評量方式	分享口述分組討論作品創作	體驗感知作品欣賞學習創作分享參與	實作評量小組討論口頭評量學習單	實作評量小組討論寫作評量學習單	觀察記錄實作體驗分組合作口頭報告分組闖關	觀察記錄小組討論實作體驗分組合作寫學習單
   						
<p>小農夫種玉米 探訪樹木銀行 討論科學故事內容 包壽司實作體驗</p>						

二、校訂主軸課程二：和睦國際觀

(二) 6E 教學模式示例說明—以三年級「世界發明之旅 和睦科學故事」為例

Engage(參與)、Explore(探索)、Explain(解釋)、Engineer(建造)、Enrich(深化)、Evaluate(評量)

核心素 養	A2 系統思考與解決問題 E-A2 具備探索問題思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題。 C3 多元文化與國際理解 E-C3 具備理解與關心本土與國際事務素養，並認識與包容文化多元性。
教學特 色	1. 介紹著名各國科學家，由生活經驗及科學故事進入科學原理發現過程，以建立對科學態度。 2. 延伸活動提供學生更多學習觸角，在生活中加以應用，寫出屬於孩子們的和睦科學故事。

Engage



參與：觀察蘋果往下掉，引起動機

Explore



探索：小組討論，探討現象原理

Explain



解釋：科學故事閱讀，查證論點

Engineer



建造：繪製心智圖概念統整

Enrich



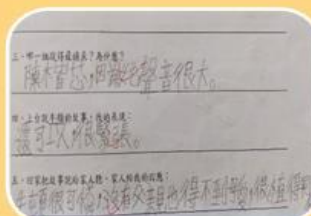
深化：製作宣導海報與製作科學玩具



Evaluate



評量：學生進行心得分享與互評



(一)差異化教學

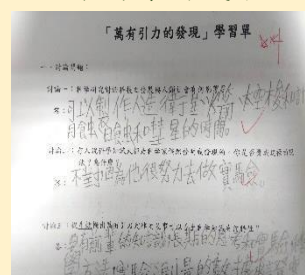
1. 合作學習可降低學生差異性，採異質性分組，依能力分派工作。
2. 各組指派組長，帶領能力較弱學生參與討論，教師適時進行個別指導。

(二)親師生回饋沛好說：

原來看不到的力量存在生活中，如果仔細觀察，就會發現地心引力拉著每個物品。

瑞晨爸：進行課程後，孩子會分享科學故事，很有趣。佩芳師：從生活與科學連結，讓學生體驗科學的樂趣最重要。

(三)學習成果



學生完成學習單

(四)教學困境

1. 三年級學生表達能力有限，上台發表需要練習與引導。
2. 科學故事內容用詞較難，需教師進一步說明。
3. 學生討論內容容易失焦點，會佔用較多時間。

(五)老師省思

1. 利用語文課練習上台說話。
2. 教師可挑選搭配故事影片。
3. 教師除規範討論時間外，需強調問題重點，並且適時組間巡視。
4. 自編教材內容取捨可視學生程度而調整，並適度調整教學速度與深度。



(六)課程亮點

與國際志工設攤解說

三、校訂主軸課程三：玩轉新



(一)主軸課程架構

聯合國永續發展指標 11：

建設包容、安全、具防災與永續城市

	一年級	二年級	三年級	四年級	五年級	六年級
教學單元	◎科學玩具 新樂園 ◎追尋我的 飛行夢	◎創意遊戲 魔法師 ◎光影科學 實驗室	◎北回歸線's 學校 ◎大自然的風水學	◎來自太陽的你 ◎科技綠能永續	◎解放你的大腦 ◎談思考 玩創意	◎學習革命動起來 ◎雲端翻轉亮起來
教學時數	生活 3 校訂 5	生活 3 校訂 5	自然 4 校訂 4	自然 4 校訂 4	自然 5 校訂 5	自然 5 校訂 5
學習內容	1.繪本導讀:飛行者-萊特兄弟 2.觀察兩種紙飛機製作方式並實作 3.試射紙飛機並調整折法 3.覺察不同的重量的紙飛機，飛行距離的差異 4.班級紙飛機競賽	1.繪本導讀：帕拉帕拉山的妖怪 2.進行影子遊戲並觀察影子形狀變化 3.觀察記錄竿影長度 4.覺察不同距離的光影變化	1.觀看影片：正負2度C 2.討論能源消耗議題 3.討論再生能源優勢（風、水力） 4.能源教室體驗 5.發明想一想，手動用品設計 6.完成學習單	1.觀看影片：三龍取火太陽野餐 2.討論再生能源優勢（太陽能） 3.能源鍋具煮一煮 4.發明想一想，太陽能用品設計 5.說明創作理念，分享作品	1.飛得最遠紙飛機大賽 2.觀察動力飛機 3.分組進行動力飛機IBSE探究 4.分享探究成果	1.認識自主學習資源 2.自主學習規劃與時間管理學習 3.認識網路禮節與規範 4.雲端學習成果分享 5.我是和睦直播主
延伸創作	一年級班際紙飛機大賽	製作3D眼鏡觀賞影片	發明構想心智圖	發明構想學習單	主題探究海報	無紙化成果報告

學習策略	<u>實作體驗口頭報告寫學習單</u>	<u>觀察記錄分組討論實作體驗</u>	<u>分組設計合作學習實作體驗</u>	<u>實作學習分組設計成果發表</u>	<u>實作觀察分組討論主題探究</u>	<u>實作體驗分組討論數位發表</u>
核心素養	<u>生活-E-A2 生活-E-B2</u>	<u>國-E-A2 生活-E-B2</u>	<u>自-E-B2 自-E-C1</u>	<u>自-E-B2 自-E-C1</u>	<u>自-E-B2 綜-E-A2</u>	<u>自-E-A2 國-E-B2</u>
學習表現	<u>生 2-I-2 生 3-I-1 生 2-I-5</u>	<u>國 5-I-3 生 2-I-3 生 3-I-1</u>	<u>自 pe-II-2 自 an-II-3</u>	<u>自 pe-II-2 自 an-II-3</u>	<u>自 pe-III-1 自 pc-III-2 綜 2b-III-1</u>	<u>自 ai-III-3 自 pa-III-2 國 6-III-3</u>
評量方式	體驗感知分享參與作品競賽	寫學習單口頭發表實作記錄	觀看影片小組討論實作體驗寫學習單口頭報告	觀看影片小組討論實作體驗寫學習單口頭報告	實作體驗分組合作口頭報告	實作評量小組討論口頭報告作品互評



記錄竿影長度變化



能源教室體驗



能源鍋具煮一煮



戴自製 3D 眼鏡觀賞影片

三、校註軸課程：玩轉新穡

(二)6E教學模式示例說明—以五年級「你的大腦，玩創意做探究」為例

Engage參與、Explore探索、Explain解釋、Engineer建造、Enrich深化、Evaluate評量

核心素養	A2系統思考與解決問題A2具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題。 B2科技資訊與媒體B2具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容意義與影響。
教學特色	結合五年級自然科「力與運動」單元教學模塊，讓孩子們進行探究學習，每一組孩子經過觀察之後形成不同的假設，再自訂變因及進行實驗，最後進行探究結果分享，瞭解會影響動力飛機飛行狀況的因素，從主動學習過程獲得成就感，涵養科學學習的興趣，並培養科學探究的能力。

Engage



參與：觀察動力飛機構造與飛行狀況

Explore



探索：探究飛機的運轉方式與製作

Explain



解釋：嘗試驗證想法，並修正問題

Engineer



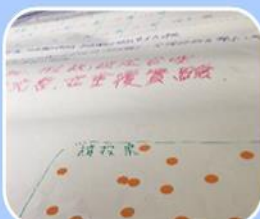
建造：自製動力飛機進行戶外實作

Enrich



深化：腦力激盪，製作主題探究海報

Evaluate



評量：小組發表與學生互評

(一)差異化教學

成果分享時異質性分組，依據不同程度學生擔任角色給予不同分數。

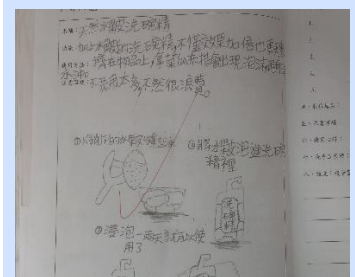
適時鼓勵同組夥伴能相互合作與協助，組長能完成任務，並讓每一位夥伴都能了解課程內容。

(二)親師生回饋李穎說：

組員曾發生衝突，但再次勇於嘗試新的任務組合並調整角色分工。

子睿媽：孩子主動分享探究動力飛機的過程，與同學合作很有科學家精神。

佩瑩師：藉由欣賞互評強化學生學習興趣。



(三)學習成果

學生完成學習單

(四)教學困境

由於學生提出的問題各不同，且科學知識不足，會出現不合理的假設，師若提出建議就降低孩子的主動成分，致各組的進度會落差太大。

(五)老師省思

1. 布題時須更聚焦，才能讓孩子找出有價值的問題，形成合理的假設。
2. 不要先提出建議，否則孩子還是會等待教師給予指示。但教師需要多花時間陪伴。



(六)課程亮點

發明展全國賽獲獎

「2023 IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	智慧綠能地下室燈光系統		隊伍編號	
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組			
作品規格	長：50 cm	寬：40cm	高：30 cm	重量：3 kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目	
作品說明				

1. 作品名稱：智慧綠能地下室燈光系統

2. 作品內容與參賽類別的關聯

本作品參加綠能科技組其關聯性為

3. 作品設計/創作動機與目的

去年俄羅斯侵略烏克蘭引發的歐陸戰爭方興未艾，中國近年來戰機也不斷地侵入我國防空識別區，今年更屢屢越過台灣海峽中線，根據媒體報導歐美主要國家領袖與國防專家不斷示警，台灣短期內極有可能發生軍事衝突，觀察兩次美伊戰爭與台海 1996 年飛彈演習甚獲近期的俄烏戰爭，衝突的第一階段通常是使用大規模飛彈或是火箭彈進行遠程攻擊，而後再交由戰鬥機或是轟炸機密接攻擊。而面對空襲無論是軍事目標或是一般平民防空地下室都是最好的防護場所。

當我們與同學討論家中地下室時，赫然發現大部分同學家中都沒有裝設地下室，經詢問原因後發現一般群眾認為地下室潮濕而且陰暗，很久沒有發生戰爭不值得多付出成本興建，裝設除濕機與照明設備雖然可以解決地下室的缺點，但是又造成能源的使用與浪費，於是我們想要解決這個問題，讓地下室有陽光可以紫外線消毒、照明、也能夠自然通風解決潮濕的問題。

4. 作品效用與操作方法 我們設計以玻璃球設計在頂樓聚集太陽光與熱，然後透過導光條管線將太陽光與熱引導至地下室，另外設計風管讓地下室空氣溫度上升後可以對流而出同時帶

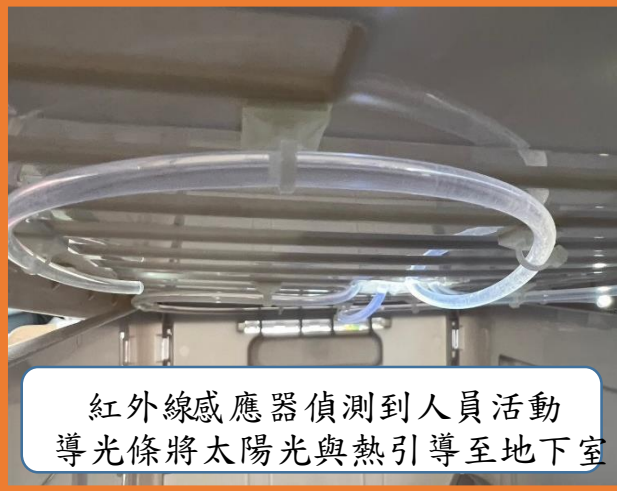
出濕氣，地下室就可以無須浪費能源仍然可以達成明亮而且乾燥又有新鮮的空氣。因為採取紅外線自動感應控制地下室照明與發電儲電轉換，所以夜晚及陰天依然能夠持續維持功能。

5. 其他考量因素

地下室若無人員活動時無須照明，如果導光管線持續將光線聚熱引導到地下室形成浪費，所以裝設自動偵測器，如果地下室沒有人員活動，則將已經聚光光線引導至太陽能板發電並且儲存，提供夜晚或是陰天太陽照明。



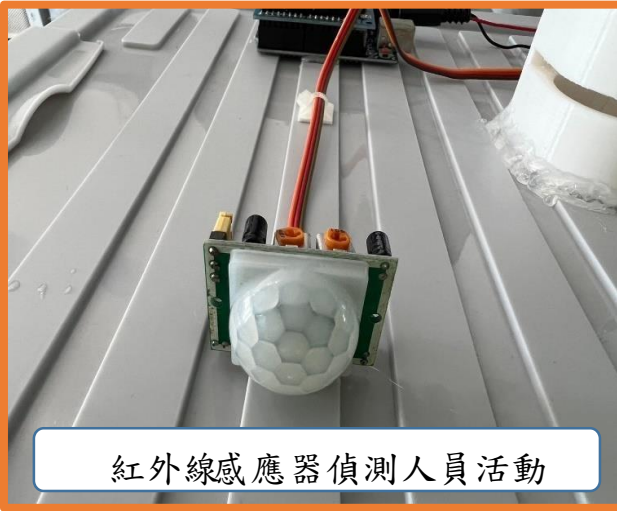
玻璃球聚集太陽光和熱



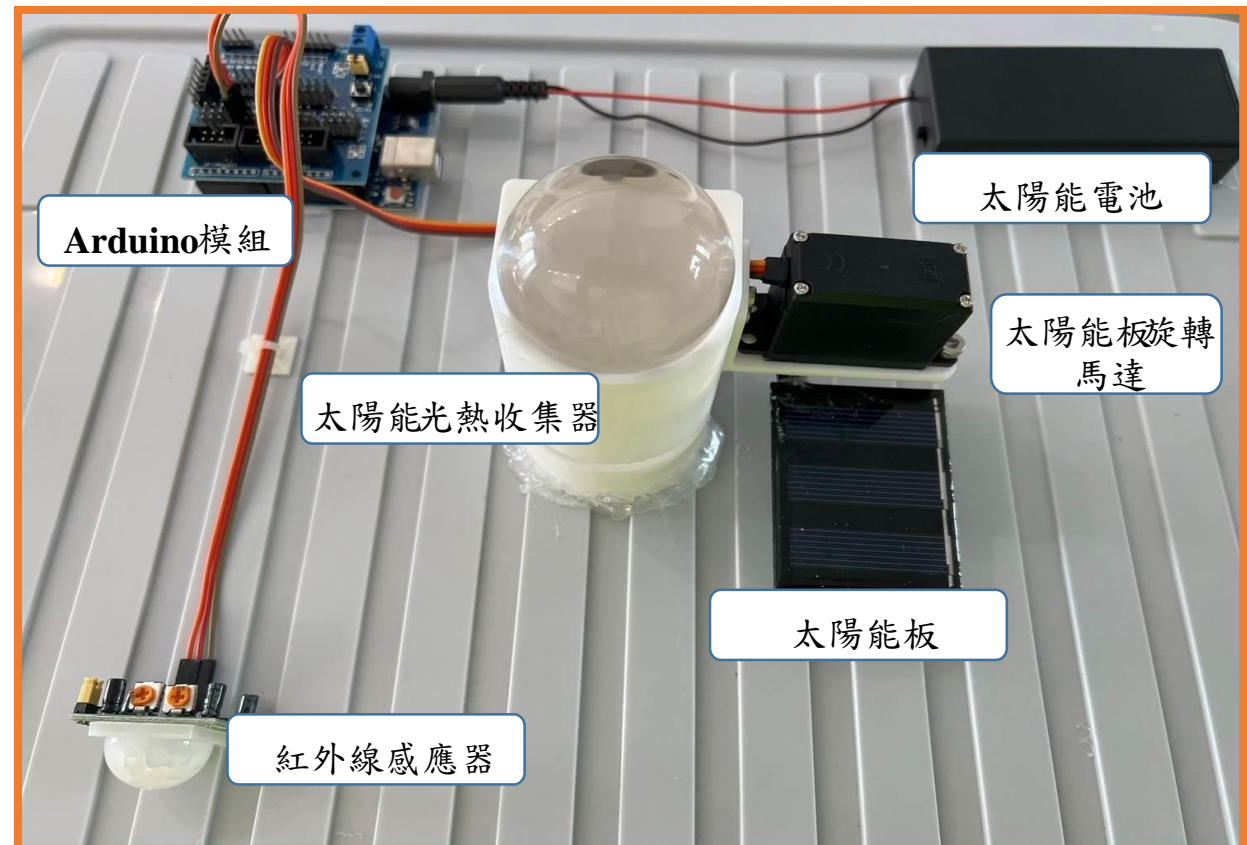
紅外線感應器偵測到人員活動
導光條將太陽光與熱引導至地下室



紅外線感應器未偵測到人員活動
太陽光與熱提供太陽能發電



紅外線感應器偵測人員活動



Arduino模組

太陽能光熱收集器

太陽能電池

太陽能板旋轉
馬達

太陽能板

紅外線感應器

6. 作品的傑出特性與創意特質



照明

- 藉由屋頂玻璃球聚集太陽光線導入地下室提供照明。



除濕

- 導光管將太陽的熱帶入地下室藉由風管讓空氣排出與引入形成熱對流，帶出地下室氾。



殺菌

- 導光管帶入的太陽光中包含紫外線，可以幫地下室適當消毒。



節能

照明、除濕、消毒都是藉由玻璃球聚光與導光管引入太陽光，生活在地下室就如同在頂樓，無需使用電源。

曼陀羅思考法則

戰爭時地下室可以躲避空襲等災害，但是因為潮濕而且陰暗所以很多家中沒有興建地下室	屋頂上放置玻璃球設計在頂樓聚集太陽光與熱設置太陽能板發電			玻璃收集光與熱須為透明，屋頂其餘空間裝置太陽能板
照明：聚集太陽光線導入地下室提供照明。	問題	形狀	顏色	玻璃球、Arduino 模組、太陽能板、導光管、紅外線感應器、電池
除濕：將太陽的熱帶入地下室，讓空氣形成熱對流，排風的過程中帶出地下室的溼氣。	特性	智慧綠能地下室燈光系統	材料	
殺菌：太陽光中包含紫外線，可以幫地下室適當消毒 節能：生活在地下室就如同在頂樓，無需使用電源。	延伸	功能	市場	
除了面對空襲之外，地下室停車場也可以使用，另外非地下室樓層，如果採光不良也可以使用。	節省電力使用就可以達成地下室照明、除濕、殺菌的多種功能			地球能源日漸枯竭，採光與通風無論地下室或是其他樓層都有需求，所以深具市場性。

「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（初審）

作品名稱	海綿道路清潔車		隊伍編號	
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組			
作品規格	長：30 cm	寬：20 cm	高：30cm	重量：4kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目	
作品說明				

作品名稱：海綿道路清潔車

作品設計/創作動機與目的

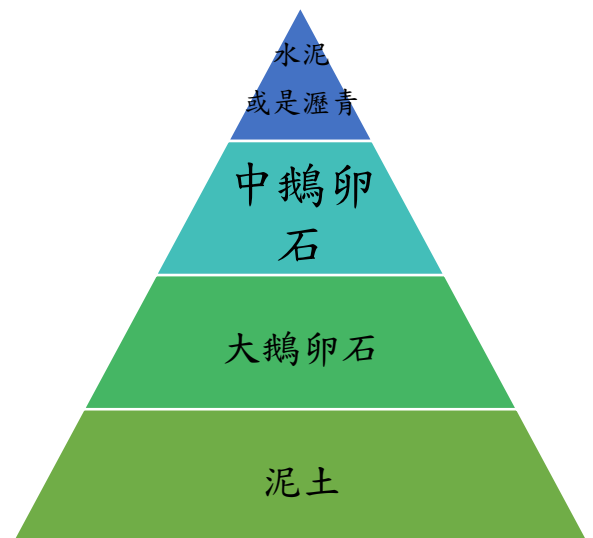
近年來，極端氣候事件越發嚴重，這幾年全球各地相繼傳出暴雨、洪災、熱浪、野火等災害。雖然身處臺灣，雖然相較其他地區更為平安，仍不時可在氣象預報中，看見「高溫特報」、「豪雨特報」等警示。隨著熱浪、暴雨、旱災變得司空見慣，已經好幾年的時間颱風都不再登陸台灣，您我必須正視，氣候變遷不是未來，而是現正經歷的氣候威脅。

面對「暴雨」與「溫室氣體」海綿城市與海綿道路分別解決了主動式的降低「溫室氣體」溫度與「暴雨」時單位面積的排水問題。不僅能讓雨水下滲來儲存雨水，還能導引冷、熱空氣對流，甚至還能吸附髒空氣進而淨化空氣。

但是海綿道路目前並不是主流，除了製造成本較高之外，最主要的原因應該是大量雨水夾帶泥沙或是樹葉，容易使海綿道路的導水孔堵塞，使用一段時間後會逐漸降低效能。如果以人力進行清淤。除了浪費時間也增加很多成本。因此，我們想要發明一輛海綿道路清潔車，來解決海綿道路的**阻塞問題**，讓海綿道路可以普及化，進而解決極端氣候所帶來的暴雨與高溫問題。

作品效用與操作方法

- (1) 海綿道路最底層是泥土，然後分別是大鵝卵石與中型鵝卵石，上層鋪設水泥或是瀝青，一定間隔處裝置中空螺絲或是鐵管，鐵管與中間螺絲的孔隙可以讓大雨來時，雨水快速排至下方鵝卵石間的空隙，並且下滲至下方泥土處。
- (2) 將海綿道路裡使用的中空螺絲透水管換成金屬管，在固定時間或是風災前進行預防工作時，使用掛有電



磁鐵的清潔車以紅外線循跡感測器追蹤馬路的分隔線，用電磁鐵將鐵管吸起來有清潔車自動清潔，如此維持一條不堵塞的海綿道路。

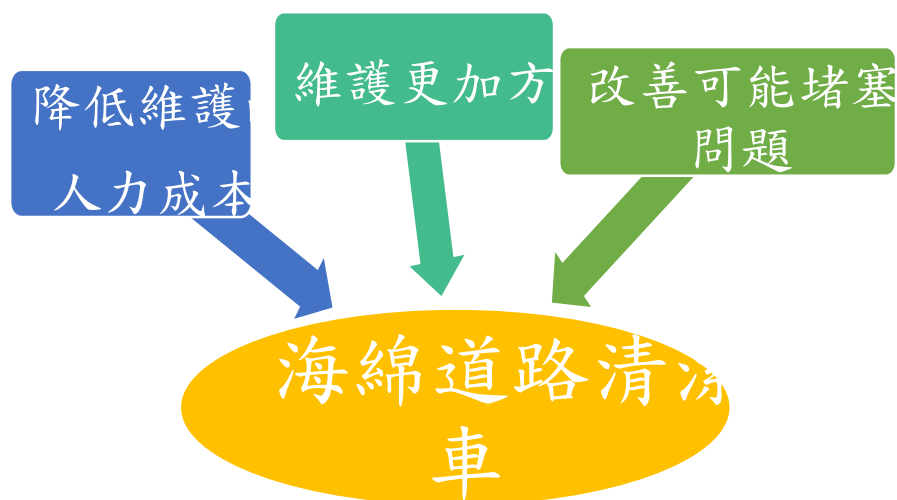
(3)或是將塑膠透水管換成螺絲，當清潔車要清理時裝置電動起子工將中空螺絲子螺旋出來作清潔。

作品的傑出特性與創意特質

(4)保留海綿道路的優良特性，改善其可能堵塞的問題。

(5)讓海綿道路的維護工作變得更加方便快速。

(6)降低維護綿道路的人力成本。



7. 其他考量因素

第一：：

使用鐵管可以以電磁鐵方式，當導水管處堵塞時可以快速抽換，但是必須表層上漆處理以免年久鏽蝕

第二：：

如果使用不鏽鋼則無法以磁力吸附抽換，不鏽鋼可以做成中空螺絲，中空處可以通水、通風，材質不鏽鋼因為無法利用磁力更換所以可以使用電動起子取出。

第三：：

因為使用電磁鐵吸附內管較電動工具快速會傷鏽問題所以改良成內管下方使用不鏽鋼上方使用鐵管環並進行焊接，可以提升速度並且也解決了問題。

第四代：

雖然可以解決鏽蝕問題但是成本較高，不利於在馬路上大量使用，所以改
管取代不鏽鋼管為下管，上方使用鐵管環，就可以使用快速的電磁鐵原理

進行更換

曼陀羅思考法則

極端氣候事件越發嚴重，這幾年全球各地相繼傳出暴雨、洪災，學者提出的海綿城市、海綿道路，缺乏配套並不普及。	類似一般工程車或是馬路清潔車。			可以搭配不同場合，有各種顏色
將海綿道路裡使用的中空螺絲透水管換成金屬管，使用掛有電磁鐵的清潔車循跡追蹤馬路的分隔線，再利用電磁鐵將鐵管吸起維持不堵塞的海綿道路。	問題	形狀	顏色	車身、偵測器、電池、arduino 板、鵝卵石、電磁鐵、塑膠管、鐵管、通管
	特性	海綿道路清潔車	材料	
	延伸	功能	市場	
也可以延伸為一般道路清潔車，利用電磁鐵也可以吸收馬路邊鐵釘等掉落物，減少車禍及人為損失	1. 保留海綿道路的優良特性，改善其可能堵塞的問題。 2. 讓海綿道路的維護工作變得更加方便快速。 3. 降低維護海綿道路的人力成本。			隨著極端氣候頻仍發生，海綿城市與道路具有未來性，深具市場性

「2023 IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	智慧型落葉清除車		隊伍編號	
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組			
作品規格	長：20cm	寬：15cm	高：20 cm	重量：3kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目	
作品說明				

8. 作品名稱：智慧型落葉清除車

9. 作品內容與參賽類別的關聯本作品參加農糧技術組其關聯性為果樹或是景觀盆栽落葉後，大多數果農會將落葉清理到園外，集中燒毀處理，目的是為了減少來年病蟲害的發生。其實落葉是果園生態系統實現物質循環的重要環節，對於維持土壤肥力，促進生態系統養分循環具有重要作用。合理利用果樹落葉，不僅可以改良土壤，培肥地力，還可以消滅在樹葉中越冬的病蟲害，減少化肥和農藥用量，可謂一舉多得。我們的作品運用 AI 可以協助落葉收集，減少目前農村高齡化的人力資源。

10. 作品設計/創作動機與目的

暑假爸爸帶我到大學晨間運動，我們發現大學校園裡，幾乎每天都有人拿著吹葉機清除落葉來維持馬路上的清潔，我們覺得大太陽下叔叔伯伯很辛苦，於是想要發明可以自動感應，循跡前進的智慧型落葉清除車取代傳統的吹葉機，來節省人力。

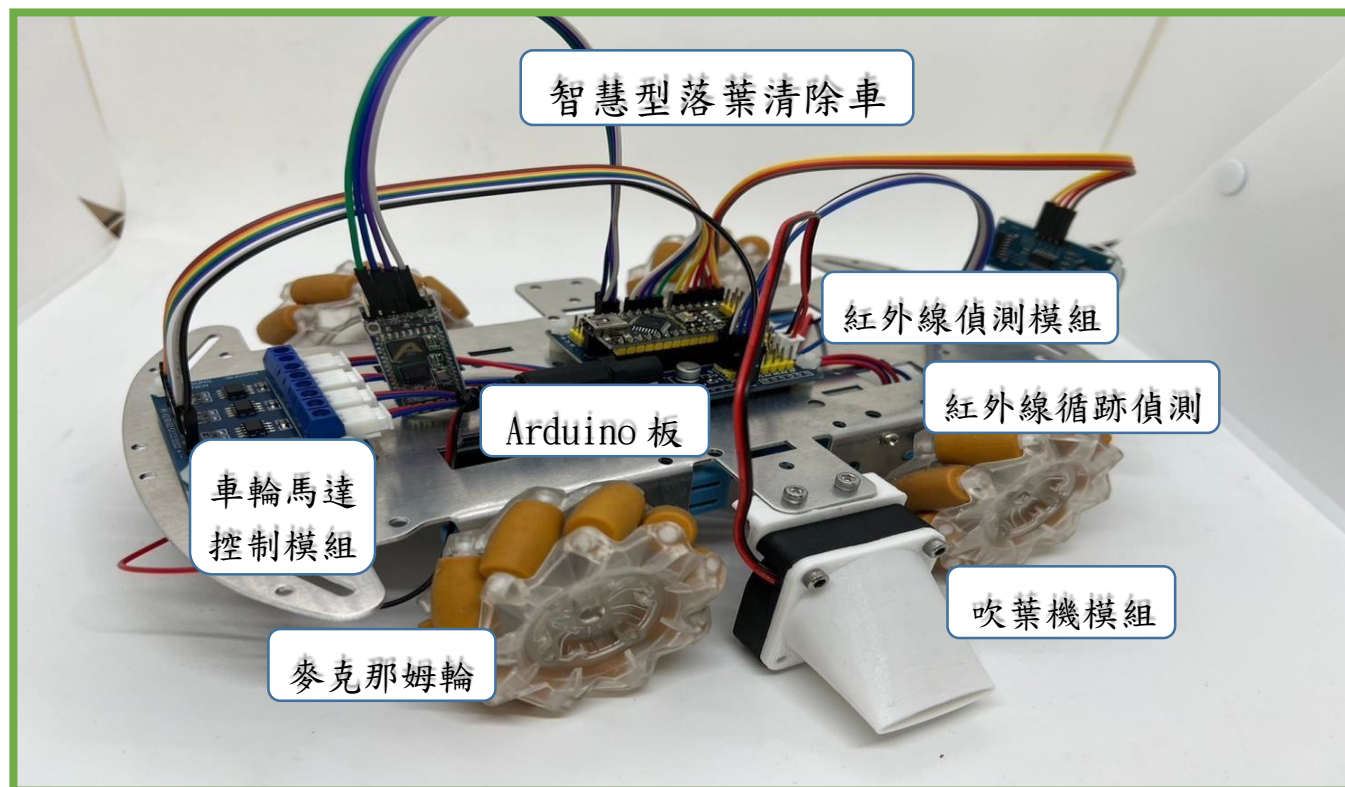
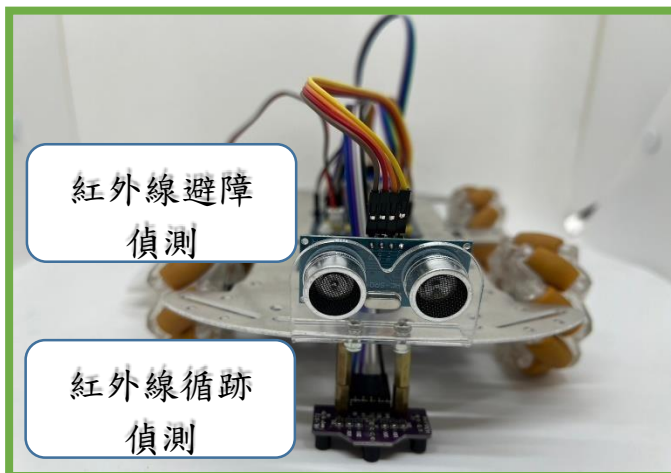
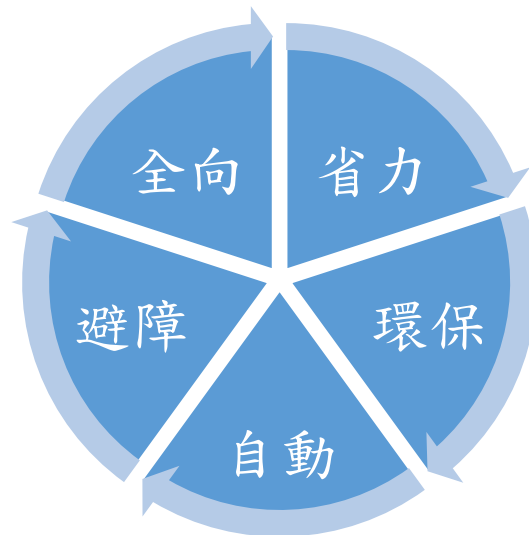
11. 作品效用與操作方法

- (1)以超音波偵測器循跡前進，自動清除落葉。
- (2)自動避障功能避免發生避障危險。
- (3)電力使用超過三分之二後自動返回出發地點。

12. 作品的傑出特性與創意特質**環保**：增加太陽能發電強化落葉清除車續航力**省力**：以 AI 人工智慧取代傳統人力**自動**：循跡前進自動清除馬路上落葉以維持道路清潔**避障**：紅外線偵測自動避障**全向**：使用麥克那姆輪，除了前進後退之外，車輛可以前後左右斜角等全向式移動

13. 其他考量因素

落葉清除車上裝置太陽能板作為輔助動力，平日亦可以使用家電儲電，使用太陽能可以加強除草落葉清除車續航力。



7. 作品製作歷程說明			
曼陀羅思考法則			
一般馬路或是校園針對落葉多以吹葉機進行清除，需要很多人力成本	一般車輛形狀，底盤略高裝設偵測器與風扇		可以搭配不同場合，有各種顏色
環保：增加太陽能發電強化落葉清除車續航力 省力：以 AI 人工智慧取代傳統人力 自動：自動清除馬路上落葉以維持道路清潔 全向：除了前進後退之外，車輛可以前後左右斜角全向式移動	問題	形狀	顏色
	特性	太陽能智慧型落葉清除車	材料
	延伸	功能	市場
除了清除落葉，也可以裝設吸塵器與毛刷來當作馬路清潔車，一樣具有太陽能及自動循跡清潔功能	1. 以超音波偵測器循跡前進，自動清除落葉。 2. 自動避障功能避免發生避障危險。 3. 電力使用超過三分之二後自動返回出發地點。		自動化清除落葉，深具市場性

居安思危 智慧綠能地下室燈光通風系統之研究

摘要

我們想要設計出可以節省能源使用又能夠照明及除濕的地下室建築，為可能發生的災難做好準備。我們設計地下室結合 Arduino 面板利用玻璃球設計在頂樓聚集太陽光與熱，透過光纖導光管引導太陽光、透過銅管引導太陽熱至地下室，另外設計進氣管與排氣管讓地下室空氣溫度上升後以熱對流方式將空氣中的濕氣帶出，盡可能避免使用能源又能夠達成地下室明亮而且空氣新鮮不潮溼。採取智慧感應地下室照度、濕度與太陽能板發電儲電轉換，夜晚及陰天依然能夠持續維持照明。

研究結果顯示：太陽能板撕掉保護膜電壓及電流較高、在暗室接 LED 白光照度最亮、嘉義地區上午 8 時太陽能板傾斜角度電壓、電流、照度是 18 度最大，10 度最小；使用導

光管數量愈多照度愈亮，使用 5 根導光管圓面積的太陽能板發電轉換成 LED 白光照度仍然不及 1 根導光管。散熱銅片愈多散熱愈快。使用銅管包覆隔熱管可以將屋外溫度帶入室內，而且室內溫度上升可以降低濕度，設計進氣管與排氣管時更為明顯。

運用以上實驗結果，我們設計紅外線自動感應人員活動控制地下室照明與發電儲電轉換，溫濕度感應器控制地下室照明與發電儲電轉換，以玻璃球設計在頂樓聚集較多的太陽光與熱，然後透過導光管與銅管將太陽光與熱引導至地下室或是儲電。另外設計風管讓地下室空氣溫度上升後可以對流而出同時帶出濕氣，地下室就可以無須浪費能源仍然可以達成明亮而且乾燥又有新鮮的空氣。

壹、研究動機 俄烏戰爭人員傷亡慘重，中國近年來戰機也不斷地侵入我國防空識別區，去年更屢屢越過台灣海峽中線，根據媒體報導歐美主要國家領袖與國防專家不斷示警，台灣近期内極有可能發生軍事衝突，兩次美伊戰爭與台海 1996 年飛彈演習甚至近期的俄烏戰爭，現代的戰爭進行方式。衝突的第一階段通常是使用大規模飛彈或是火箭彈進行遠程攻擊，而後再交由戰鬥機或是轟炸機密接攻擊。而面對空襲無論是軍事目標或是一般平民防空地下室都是最好的防護場所。當我們與同學討論家中地下室時，赫然發現大部分同學家中都沒有裝設地下室，經詢問原因後發現一般人認為地下室潮濕而且陰暗，很久沒有發生戰爭不值得多付出成本興建，裝設除濕機與照明設備雖然可以解決地下室的缺點，但是又造成能源的使用與浪費，於是我們想要解決這個問題，讓地下室有陽光可以照明、也能夠利用自然通風解決地下室潮濕的問題。

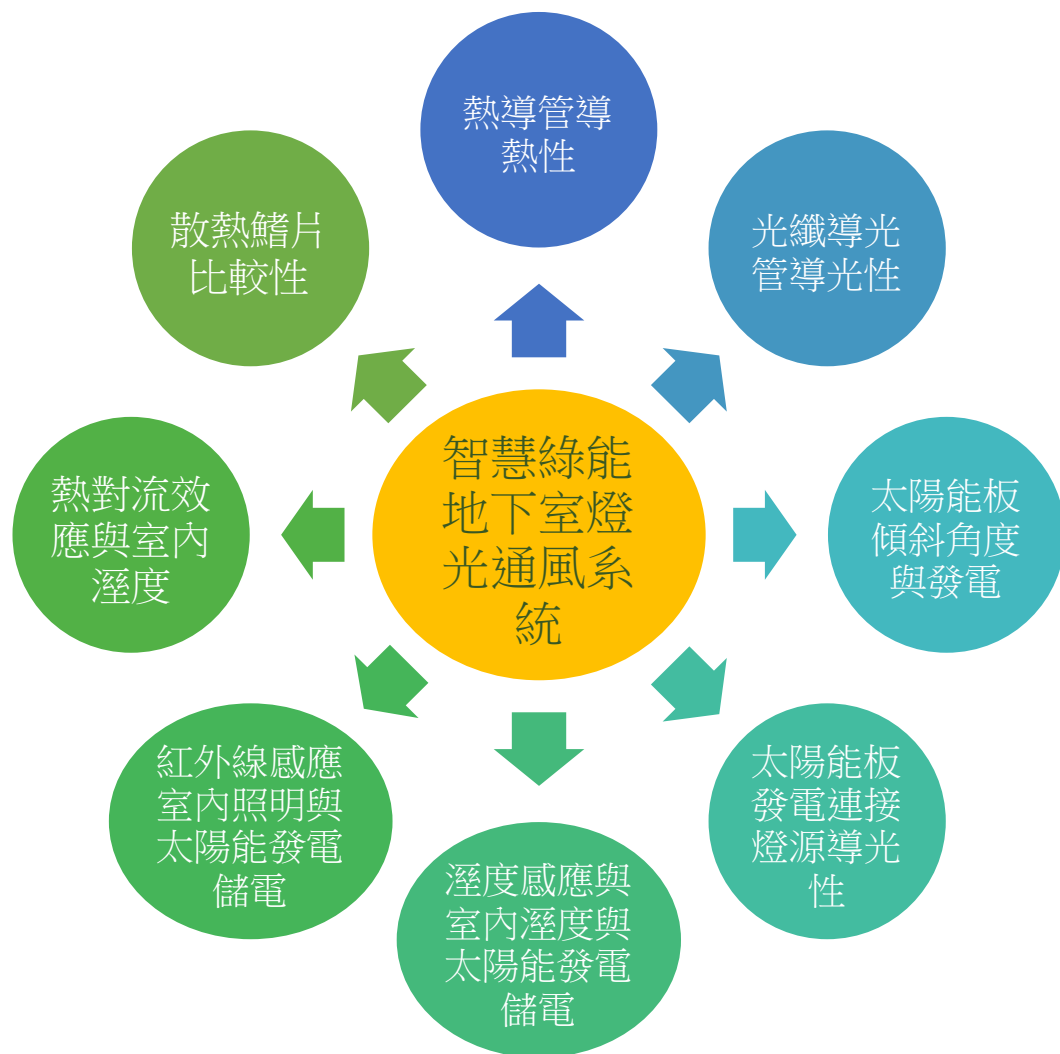
上自然課時我們學習到熱傳播的方式有熱對流、熱傳導和熱輻射等方式，因此希望能透過進行各項實驗來深入討論，並提出有效的改善方法，讓我們有舒適安全的環境，也能夠節省能源。

與課程相關單元：








自然與生活科技四上第一單元光和能源和第四單元電路好好玩（南一版）自然與生活科技五上第三單元熱對物質的影響（翰林版）

貳、研究目的

- 一、太陽能板發電連接燈源導光性研究（找出太陽能板發電連接燈源最高照度的方式）
- 二、太陽能板傾斜角度與發電研究（找出太陽能板發電連接燈源最高照度的方式）
- 三、光纖導光管導光性研究（導光管導光性與太陽能板發電連接燈源最高照度的比較）
- 四、熱導管導熱性研究（找出熱導管最佳導熱至地下室的方式）
- 五、散熱鰭片比較性研究（找出熱導管導熱至地下室後最佳的散熱方式）
- 六、熱對流效應研究（找出一般建築最佳的熱對流開窗方式）
- 七、熱對流效應與室內溼度研究（找出地下室最佳的熱對流導氣管方式）
- 八、紅外線感應室內照明與太陽能發電儲電轉換組裝
- 九、溼度感應與室內溼度與太陽能發電儲電轉換組裝



參、研究設備與器材電子溫度計、水銀溫度計、計時器、紅外線溫度計、電暖器、燈具組、指北針

				
太陽能板 (98mmx58mm)	太陽能板 (54mmx54mm)	LED燈	照度計	80mm玻璃球
				
鑽孔器	鱷魚夾及導線	三用電表	溫度計	溫溼計
				
散熱全銅鰭片 13x50x8(mm)	散熱銅片10mm長 1mm厚	瓦斯槍	內徑12mm厚1mm 圓形銅管長260mm	內徑4mm厚1mm圓 形銅管長300mm
				
檯燈	250ml燒杯	黑貓宅急9號箱子	水管和彎管	鋸子
				
量角器	油土	尺，膠帶，小刀	小蠟燭	打火機

肆、研究過程與方法

實驗一、太陽能板發電連接燈源導光性研究

- (1) 將太陽能板(98mmx58mm)，有保護膜測試電流及電壓。
- (2) 將太陽能板(98mmx58mm) 沒有保護膜，測試電流及電壓。
- (3) 將太陽能板(54mmx54mm)，測試電流及電壓。
- (4) 將太陽能板(98mmx58mm) 連接白光 LED 燈，太陽能板在太陽下，白光 LED 燈用黑色紙箱蓋住測試照度。
- (5) 同上述步驟(四)將白光 LED 燈改為紅光 LED。
- (6) 同上述步驟(四)將白光 LED 燈改為藍光 LED
- (7) 同上述步驟(四)將白 LED 燈改接 2 個白 LED 燈，測照度是否成正比。
- (8) 將長方形紙板(110mmx80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板(98mmx58mm)上，測試電流、電壓及照度（因為實驗中導光管的直徑 5 mm 所以將測試相同直徑圓面積太陽能板的發電量）
- (9) 同上述步驟 8 將圓形小孔加上直徑 80mm 玻璃球聚焦在小孔上，測試電流、電壓及照度（測試加上直徑 80mm 玻璃球是否可以提升圓形小孔太陽能板發電）
- (10)同上述步驟 8 圓形小孔挖 2 個
- (11)同上述步驟 8 圓形小孔挖 3 個，4 個，5 個，測試照度實驗二、太陽能板傾斜角度與發電研究
- (1) 用油土製作傾斜角 5 度，10 度，15 度，20 度，23.5 度，25 度太陽能板基座。
- (2) 將太陽能板(98mmx58mm)接白 LED 燈，早上有陽光 8:00~9:00 分別放在傾斜角 5 度，10 度，15 度，20 度，23.5 度，25 度測試燈泡的電流，電壓及照度。

實驗三、光纖導光管導光性研究

- (1) 將紙箱挖一個直徑 5mm 小孔，光纖導光管直徑 5mm 長 120mm 放入小孔紙箱，導光管頂端跟紙箱切齊，檯燈 60 燭光從紙箱上方 5 公分照射，及太陽光下照射測導光管底端的照度。
- (2) 同上述步驟(一)挖一個直徑 5mm 小孔改挖兩個小孔。
- (3) 同上述步驟(一)挖一個直徑 5mm 小孔改挖三個小孔。
- (4) 同上述步驟(一)挖一個直徑 5mm 小孔改挖四個小孔。
- (5) 同上述步驟(一)挖一個直徑 5mm 小孔改挖五個小孔。

實驗四、熱導管導熱性研究

- (1) 兩個 250ml 燒杯裝 250ml 熱水，各放入電子溫度計。實驗組中以散熱銅片 1 支

95mmx8mm 穿過 210mmx105mm 厚紙板，上方留 50mm，厚紙板下方用防水膠帶貼上，對照組將厚紙板放在燒杯杯口上，燒杯內沒放散熱銅片。

- (2) 同上述步驟將 1 支散熱銅片改 2 支散熱銅片。
- (3) 紙箱 230mmx230mmx170mm 底部挖直徑 6mm 小孔，將一個內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm 放入紙箱的小孔，紙箱內部裝上溫溼計，用瓦斯槍在紙箱外銅管加熱 5 分鐘及 10 分鐘，各紀錄溫度及濕度。
- (4) 同上述步驟(三)紙箱內部銅管加上隔熱管。
- (5) 同上述步驟(三)紙箱外部銅管包覆隔熱管紙 70mm
- (6) 同上述步驟(三)紙箱放 1 支銅管改放對角 2 支銅管
- (7) 同上述步驟(六)紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管紙 70mm
- (8) 紙箱 230mmx230mmx170mm 底部挖直。徑 6mm 小孔，將一支內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm 放入紙箱的小孔，紙箱內部裝上溫溼計，用瓦斯槍在紙箱外銅管加熱 5 分鐘及 10 分鐘，各紀錄溫度及濕度。
- (9) 同上述步驟(八)紙箱外部銅管包覆隔熱管紙 70mm
- (10) 同上述步驟(八)紙箱放 1 支銅管改放對角 2 支銅管
- (11) 同上述步驟(十)紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管紙 70mm 實驗五、散熱鰭片比較性研究

- (1) 兩個 250ml 燒杯裝 250ml 熱水，各放入電子溫度計。散熱銅片 1 支穿過 210mmx105mm 厚紙板，上方留 50mm 將散熱鰭片綁上，厚紙板下方用防水膠帶貼上，將厚紙板放在燒杯杯口上，有一個散熱銅片放入其中一個燒杯內，沒放散熱銅片當對照組，有放散熱銅片當實驗組。每 5 分鐘記錄對照組及實驗組溫度，共記錄 4 次。

- (2) 同上述步驟(一)將散熱銅片改散熱鰭片，上方留 15mm。

實驗六、熱對流效應的研究

- (1) 取黑貓宅急便的 9 號紙箱當成地下室的模型，紙箱規格為 38 公分 x 27 公分 x 23 公分，以 38 公分 x 27 公分那兩面設計不同的開窗位置，使用鉛筆在上面畫出窗戶的位置，模擬實際地下室的窗戶，氣窗設計為 6 公分 x 5 公分，1 號紙箱上中開窗戶，2 號紙箱上開窗戶，3 號紙箱中開窗，4 號紙箱上下開窗戶。設計好不同開窗位置的紙箱模型，使用美工刀小心將窗戶割開。
- (2) 取一盤溫度攝氏 60 度的熱水置放於不同紙箱模型內，每 2 分鐘分別紀錄溫度各箱的水溫。

- (3) 將直徑 20mm 厚 1mm 空心圓柱鐵管，用瓦斯槍加熱 3 分鐘，放入 4 號紙箱上下開窗戶，每 2 分鐘紀錄溫度。

實驗七、熱對流效應與室內溼度研究

- (1) 取黑貓宅急便的 9 號紙箱當成地下室的模型，紙箱規格為 38 公分 x 27 公分 x 23 公分，以 38 公分 x 27 公分那兩面設計不同的煙囪位置，使用鉛筆在上面畫出 4 個煙囪的位置，對面使用鉛筆在下面畫出 4 個煙囪的位置，模擬地下室的煙囪，煙囪設計為直徑為 2.5 公分，為 5 號紙箱。
- (2) 將小蠟燭點燃當作熱源，放入 5 號箱內，每 2 分鐘分別紀錄溫度及濕度。
- (3) 取黑貓宅急便的 9 號紙箱當成地下室的模型為 6 號箱內，將小蠟燭點燃當作熱源，放入 6 號紙箱內，每 2 分鐘分別紀錄溫度及濕度，當作對照組。
- (4) 將 5 號紙箱中間放入一個內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 10 公分，紙箱內部 20 公分，紙箱內部裝上溫溼計，做為 7 號紙箱，用瓦斯槍在紙箱外銅管加熱 12 分鐘，每 2 分鐘紀錄溫度及濕度。
- (5) 將 6 號紙箱中間放入一個內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 10 公分，紙箱內部 20 公分，紙箱內部裝上溫溼計，做為 8 號紙箱，用瓦斯槍在紙箱外銅管加熱 12 分鐘，每 2 分鐘紀錄溫度及濕度。

8、紅外線感應室內照明與太陽能發電儲電轉換組裝

組裝地下室導光裝置，太陽能光熱收集器上方裝置玻璃球聚焦太陽光線，導光管端口在太陽能光熱收集器的正下方。使用 Arduino 模組紅外線感應器模組偵測地下室是否有人員，如果偵測到人員則利用導光管將光線帶入地下室，如果地下室沒有人員則伺服馬達將太陽能板轉入光熱收集器的正下方進行發電，提供陰天或是夜晚時地下室仍然有電源轉換為光能。

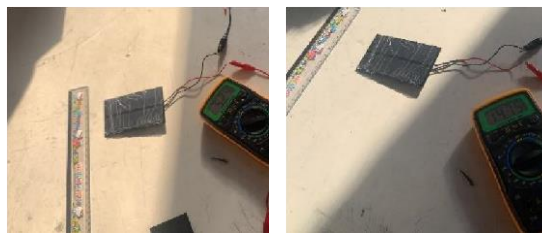
9、濕度感應與室內溼度與太陽能發電儲電轉換組裝

組裝地下室導熱裝置，太陽能光熱收集器上方裝置玻璃球聚焦太陽光線，導熱銅管端口在太陽能光熱收集器的正下方。使用 Arduino 模組溫濕度感應器模組偵測地下室溫溼度，如果偵測到濕度大於 70% 則利用導熱銅管將溫度導入地下室，如果濕度小於 70 % 則伺服馬達將太陽能板轉入光熱收集器的正下方進行發電，提供地下室額外的備用電源。另外為了讓熱對流效益明顯，於地下室高處裝置熱空氣排出口，於地下室下方裝置冷空氣進入口管道。

伍、研究結果

實驗一、太陽能板發電連接燈源導光性研究

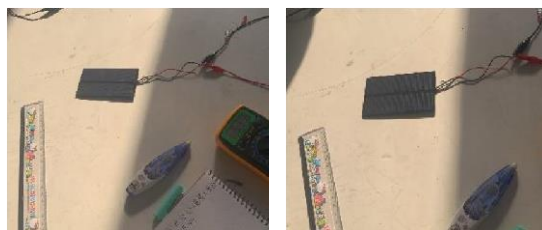
(1) 測試太陽能板(98mm x 58mm)有保護膜的電流及電壓。



電壓 5.24v

電流 14.75mA

(2) 測試太陽能板(98mm x 58mm)沒有保護膜的電流及電壓。

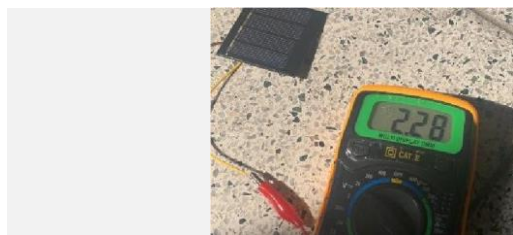


電壓 5.39v

電流 17.85mA

小結：實驗中發現把太陽能板保護膜拆掉，電流及電壓都有增加，所以使用太陽能板時應該要把保護膜拆掉，太陽能板才能發揮最大發電效能。

(三). 測試太陽能板(54mm x 54mm)尺寸的電流及電壓。



電壓 2.28v



電流 3.26mA

小結：實驗中發現把太陽能板比較大，電流及電壓都有增加，但並沒有成比例，為了控制變因下面的實驗將繼續使用太陽能板(98mm x 58mm)

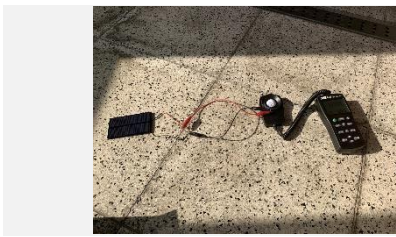
(四). 將太陽能板(98mm x 58mm)分別連接白光、紅光、藍光 LED 燈，測試照度

		
白光 LED 照度 520lux	紅光 LED 照度 52.67lux	藍光 LED 照度 310lux

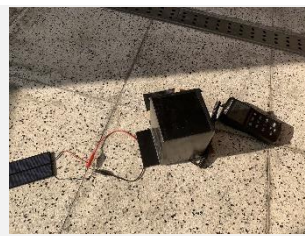
小結: 1.實驗發現照度: 白光 LED 燈 520lux > 藍光 LED 310lux > 紅 LED 52.67lux

2.連接白 LED 燈比接紅 LED 燈照度大約高 10 倍，下面實驗將持續使用白色 LED 燈

(五).將太陽能板(98mm x 58mm)串接 2 個白 LED 燈，測照度



1 顆白色 LED 燈 照度
520lux



2 顆白色 LED 燈照度
860lux

小結：接 2 顆白 LED 燈（860lux）比接 1 顆 LED 白燈（520lux）照度增加，但沒有達到 2 倍

(六). 將長方形紙板(110mm x 80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板(98mm x 58mm)上，測電流、電壓及照度



電壓:3.03 V

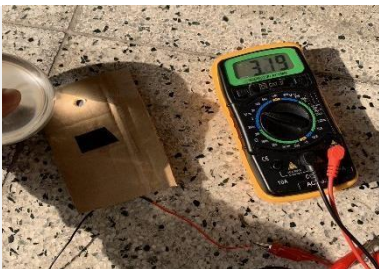


電流:0.27mA



照度:49 lux

(七).將長方形紙板(110mm x 80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板(98mm x 58mm)上，加上直徑 80mm 玻璃球聚焦圓形小孔在測電流、電壓及照度



電壓:3.19V

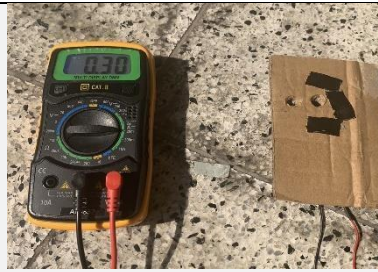


電流:0.41mA












照度:170.6 lux

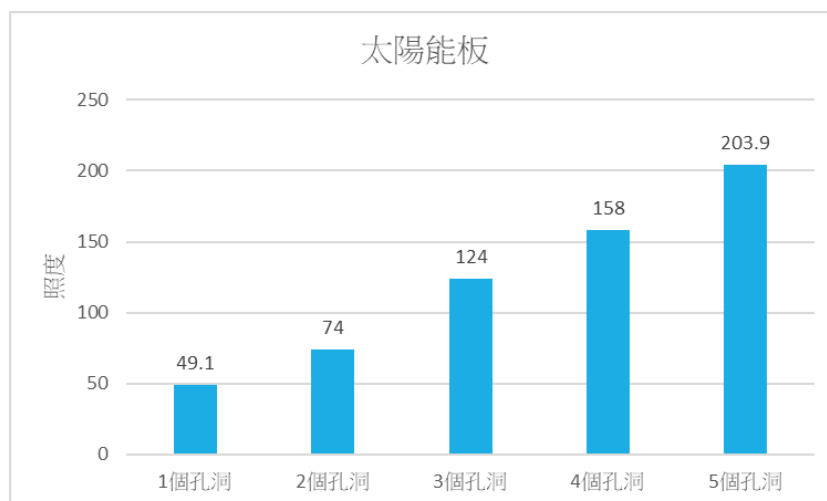
(八). 將長方形紙板(110mm x 80mm)挖 2 個直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板 (98mm x 58mm)上，測電流、電壓及照度

2 個圓形小孔		
電壓:3.74V	電流:0.30A	照度:74 lux

(九). 將長方形紙板(110mm x 80mm)挖 3 個，4 個，5 個圓形小孔覆蓋在太陽能板(98mm x 58mm)上，測電流、電壓及照度

	電壓 v	電流 mA	照度 lux
--	------	-------	--------

3 個圓形小孔			
測量值	3.32	0.33	124
4 個圓形小孔			
測量值	3.36	0.38	158
5 個圓形小孔			
測量值	3.5	0.43	203.9






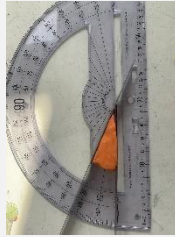



小結：

- 1.實驗發現挖 2 個直徑 5 mm 圓形小孔，電壓、電流及照度沒有成 2 倍增加。
- 2.實驗發現玻璃球聚焦 1 個圓形小孔比挖 4 個圓形小孔，電壓、電流及照度還要大。
- 3.玻璃球聚焦可以提升 5 mm 圓形小孔太陽能板的發電電壓、電流及白光 LED 照度實驗

二、太陽能板傾斜角度與發電研究

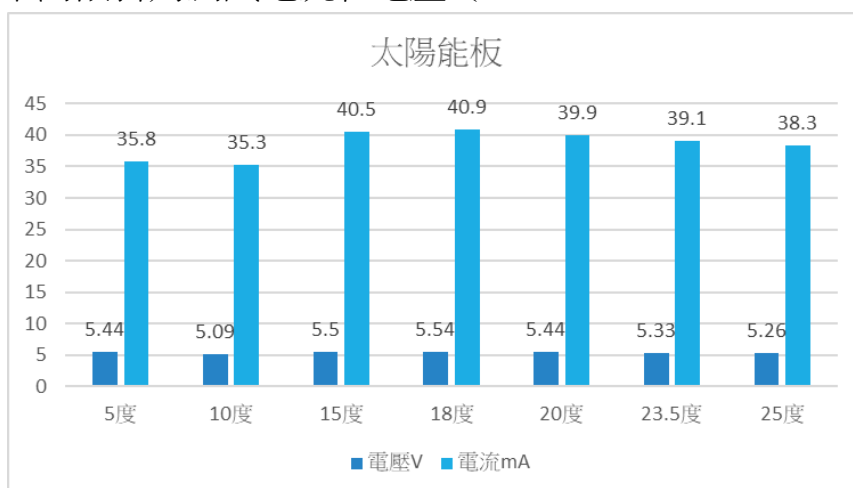
(一).用油土做成傾斜角 5 度，10 度，15 度，18 度，20 度，23.5 度，25 度

						
傾斜角 5 度	傾斜角 10 度	傾斜角 15 度	傾斜角 18 度	傾斜角 20 度	傾斜 23.5 度	傾斜角 25 度

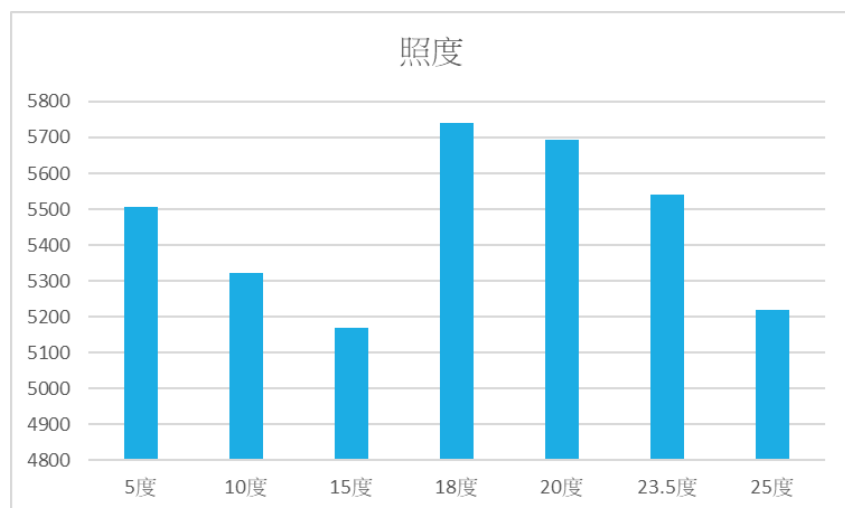
(二). 將太陽能板(98mm*58mm)接白 LED 燈，分別放在傾斜角 5 度、10 度、15 度、18 度 20 度、23.5 度、25 度測燈泡的電流，電壓及照度（23°27'07.77"北 120°27'45.86"東）8 時

	傾斜角 5 度	傾斜角 10 度	傾斜角 15 度	傾斜角 18 度	傾斜角 20 度	傾斜 23.5 度	傾斜角 25 度
照度							
	5506 lux	5323 lux	5170 lux	5740 lux	5695 lux	5542 lux	5219 lux
電壓							
	5.44v	5.09v	5.50v	5.54v	5.44v	5.33v	5.26v
電流							
	35.8mA	35.3mA	40.5mA	40.9mA	39.9mA	39.1mA	38.3mA

表一：太陽能板不同傾斜角測試電流和電壓（23°27'07.77"N 120°27'45.86"E）AM8：00



表二：太陽能板不同傾斜角測試照度 小結：



1. 傾斜角 5 度及 10 度，電壓、電流及照度 5 度 > 10 度
2. 傾斜角超過 18 度電壓、電流及照度遞減
3. 在學校 ($23^{\circ}27'07.77''N$ $120^{\circ}27'45.86''E$) 早自修測試時 AM8:00 發現在傾斜角 18 度電流、電壓及照度最大。

實驗三、光纖導光管導光性研究

(一). 一根導光管



(二). 兩根導光管



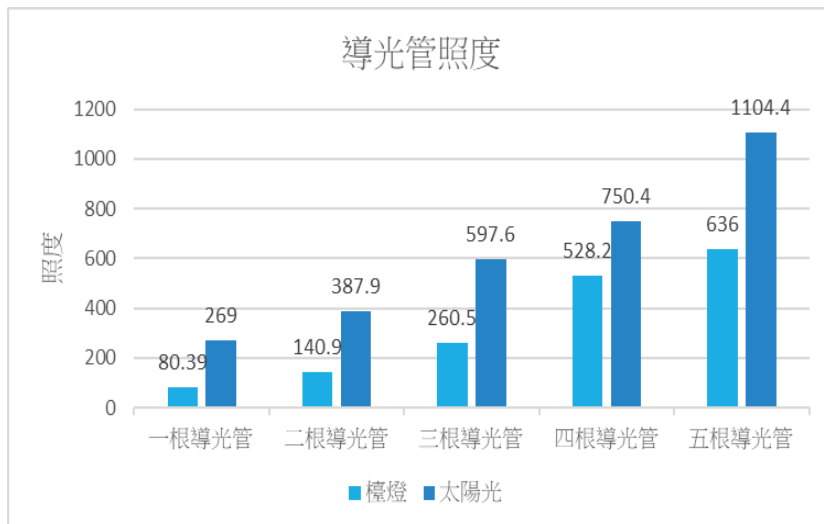
(三). 三根導光管



(四). 四根導光管



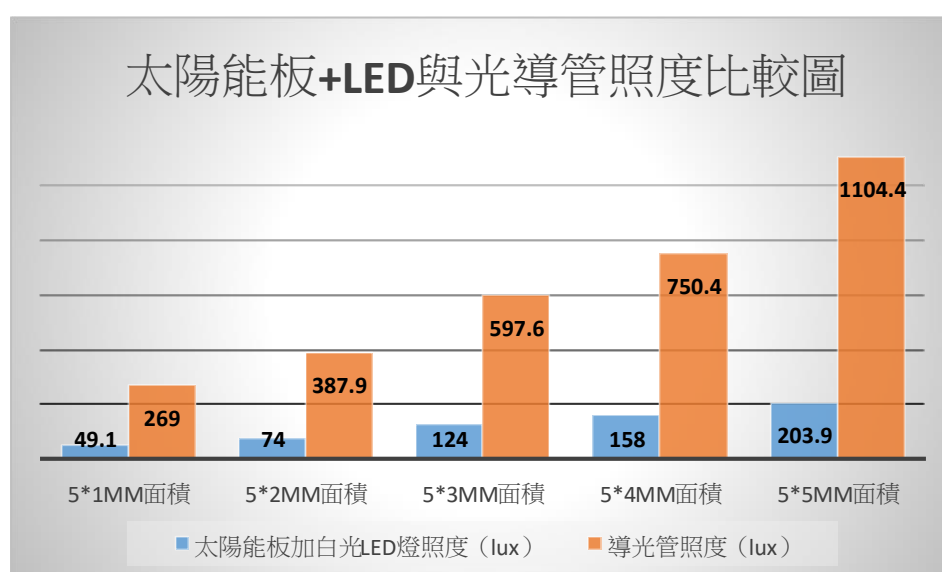
(五). 五根導光管



小結：

1. 無論檯燈或太陽光照度：
五根導光管>四根導光管>
三根導光管>二根導光管>
一根導光管，沒成正比，上
升幅度很大
2. 太陽光照度>檯燈照度




照射面積	太陽能板加白光 LED 燈照度 (lux)	導光管照度 (lux)
5*1MM 面積	49.1	269
5*2MM 面積	74	387.9
5*3MM 面積	124	597.6
5*4MM 面積	158	750.4
5*5MM 面積	203.9	1104.4



小結：在同樣照射太陽光面積下比較太陽能板搭配照度效果最好的白光 LED 燈與導光管直接將光導入地下室，我們發現無論 1 個到 5 個截面積 5MM 直徑圓，透過導光管直接將光導入地下室的照度遠大於太陽能板搭配白光 LED 燈。




實驗四、熱導管導熱性研究

(一).一支散熱銅片

					
厚紙板上方		紙板下方		左邊是對照組，右邊是實驗組	
時間(分鐘)	0	5	10	15	20
對照組(度)	88	83.7	77.1	71.7	67.3
實驗組(度)	88	82.5	75.6	70.1	65.6
相差(度)	0	1.2	1.5	1.6	1.7

散熱: $(250 \times 1.7)/20=21.25$ 卡/分

(二).兩支散熱銅片




					
厚紙板上方		紙板下方		左邊是對照組，右邊是實驗組	
時間(分鐘)	0	5	10	15	20
對照組(度)	71.5	69.7	66.1	62.4	59.9
實驗組(度)	71.5	67.4	62.8	58.9	56
相差(度)	0	2.2	3.3	3.4	3.9

散熱: $(250 \times 3.9)/20=48.75$ 卡/分小

結：




1. 我們發現 2 支散熱銅片比 1 支散熱銅片佳，散熱程度大約成 2 倍
2. 我們第一次實驗發現紙板上方若沒重物壓著，水蒸氣會跑掉，所以改用重物壓著。
3. 第一次實驗紙板下方沒貼防水膠帶，紙板上方會溼掉，所以紙板下方貼防水膠帶。

(三). 一支內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm




					
紙箱外部銅管		紙箱內部銅管		銅管加熱	
加熱時間(分)	0	5	10		
溫度(度)	29	30.9	34		

濕度(%)	64	69	70
-------	----	----	----

(四).一支內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱內部銅管包覆隔熱管

					
紙箱外部銅管		紙箱內部銅管包覆隔熱管		銅管加熱	
加熱時間(分)	0	5		10	
溫度(度)	29	29.9		33	
濕度(%)	64	67		69	


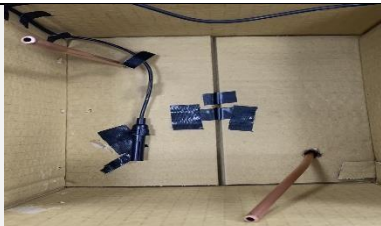

(五). 一支內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 1 支銅管包覆隔熱管

					
紙箱外部 1 支銅管包覆隔熱管		紙箱內部 1 支銅管		瓦斯槍在紙箱外部 1 支銅管加熱	
加熱時間(分)	0	5		10	
溫度(度)	29.4	32.6		37.8	
濕度(%)	59	68		63	

小結：

- 1.銅管有包覆隔熱管與沒有包覆隔熱管溫度相差 5 度，濕度相差 6%
- 2.紙箱內部銅管有包覆隔熱管與沒有包覆隔熱管溫度相差 4 度，濕度差 3%
- 3.紙箱外部 1 支銅管包覆隔熱管與沒有包覆隔熱管溫度相差 8.4 度。濕度差 4%。

(六). 兩支內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm

					
紙箱外部兩支銅管		紙箱內部兩支銅管		瓦斯槍紙箱外部兩支銅管加熱	
加熱時間(分)		0		5	
溫度(度)		28.5		40.8	
濕度(%)		65		88	

小結：使用 2 支銅管加熱，10 分鐘後溫度與原先相比由 28.5 度上升至 55 度，上升 26.5 度，濕度則先高後低。




(七). 兩支內徑 4mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm, 紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管

			
紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管	紙箱內部兩支銅管		瓦斯槍紙箱外部兩支銅管加熱
加熱時間(分)	0	5	10
溫度(度)	29.1	36.6	46.1
濕度(%)	59	59	46

小結：

1. 兩支銅管包覆隔熱管加熱 10 分鐘後，溫度從 29.1 度上升至 46.1 度，上升 17 度，濕度則由 59% 下降至 46%，相差 13%，所以驗證了地下室溫度上升可以帶走濕氣
2. 銅管上方包覆隔熱管跟沒包覆隔熱管溫度相差 9.5 度，我們認為應該是銅管完全裸露時可以充分加熱的結果。所以導熱的銅管應該要更多表面積吸收太陽熱源。

(八). 一支內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm

					
紙箱外部銅管		紙箱 部銅管		銅管加熱	
加熱時間(分)		0		5	
溫度(度)		28.7		30.5	
濕度(%)		58		66	
				70	

(九). 一支內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 1 支銅管包覆隔熱管




		
紙箱外部銅管	紙箱 内部銅管	銅管加熱

加熱時間(分)	0	5	10
溫度(度)	29.1	30.8	38.6
濕度(%)	54	58	56

小結：




- 1.銅管沒包覆隔熱管溫度差 11 度，濕度差 12%
- 2.紙箱外部 1 支銅管包覆隔熱管溫度差 9.5 度。濕度差 2%。

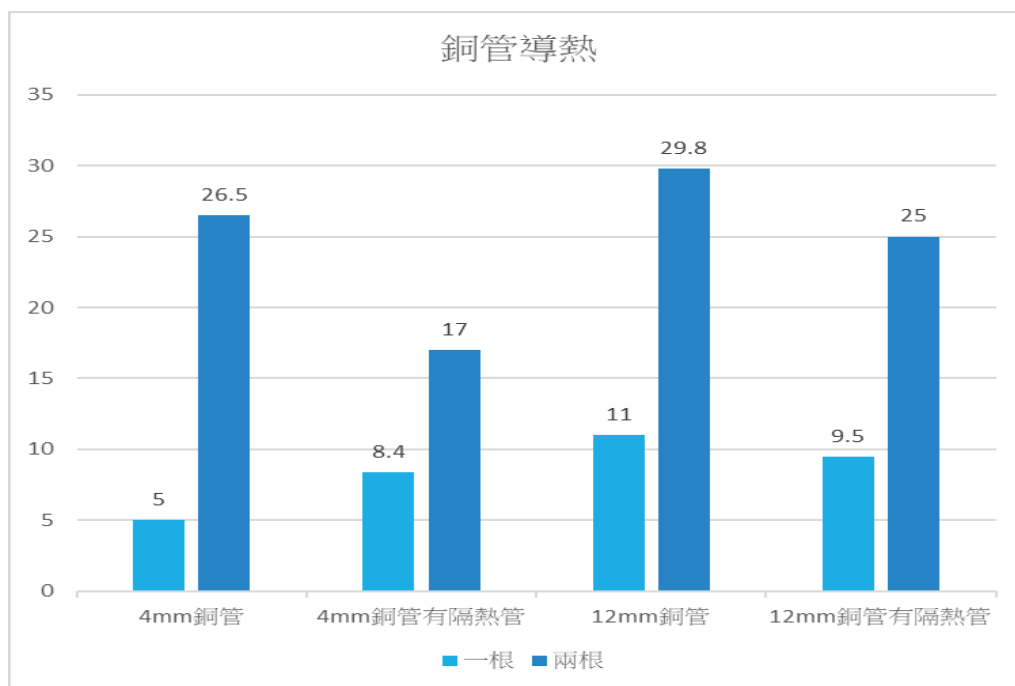
(十). 兩支內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm

					
紙箱外部兩支銅管		紙箱內部兩支銅管		瓦斯槍紙箱外部兩支銅管加熱	
加熱時間(分)	0		5		10
溫度(度)	26.7		34.2		56.5
濕度(%)	70		92		56

小結：兩支內徑 12mm 的銅管加熱 10 分鐘後溫度上升了 29.8 度，濕度則是先高後低由 70%，5 分鐘後上升至 92%，10 分鐘後下降至 56%。

(十一). 兩支內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm, 紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管

			
紙箱外部兩支銅管包覆隔熱管	紙箱內部兩支銅管	瓦斯槍紙箱外部兩支銅管加熱	
加熱時間(分)	0	5	10
溫度(度)	27.9	36.8	52.9
濕度(%)	63	81	55



小結： 從上圖中可以發現，使用 1 支銅管時 12mm（11）比使用 4mm（5）上升超過 2

倍，使用 2 支銅管時 12mm（29.8）與使用 4mm（26.5）相差不多，我們認為銅管口徑越大導熱性越佳，數量應該也是，但是實驗中並沒有等比例溫度上升，應該是紙箱內溫度加熱有一定侷限值。另外銅管加裝隔熱管很明顯不但沒有達到保溫傳遞的效果，反而影響熱源的吸收。紙箱內濕度有時呈現溫度上升，濕度不但沒有降低反而上升，或是先上升而後下降，應該是這組實驗中紙箱並無設置空氣流通管路，所以溫度上升時紙箱的濕度反而會釋出至空氣中的緣故。




實驗五、散熱鰭片比較性研究

(一). 散熱片 + 散熱鰭片

厚紙板上方		厚紙板下方		左邊是對照組，右邊是實驗組	
時間(分鐘)	0	5	10	15	20
對照組(度)	74.4	65.0	61.9	58.7	56.5
實驗組(度)	74.4	63.1	60.1	56.5	54.3
相差(度)	0	1.9	1.8	2.2	2.2

散熱： $(250 \times 2.2) / 20 = 27.5$ 卡/分





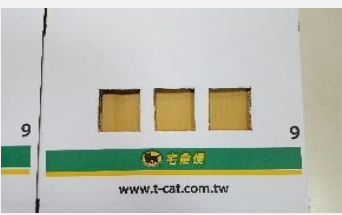
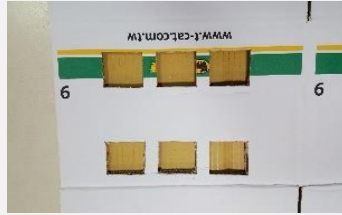
(二). 散熱鰭片

					
厚紙板上		厚紙板下		左邊是對照組，右邊是實驗組	
時間(分鐘)	0	5	10	15	20
對照組(度)	83.0	77	73.4	70.7	67.6
實驗組(度)	83.0	75.7	72	69.2	66.1
相差(度)	0	1.3	1.4	1.5	1.5





散熱: $(250 \times 1.5)/20=18.75$ 卡/分
 小結：實驗中發現在散熱程度上：兩支散熱銅片 > 1 支散熱銅片 + 散熱鰭片 > 1 支散熱銅片 > 散熱鰭片。原因是散熱鰭片綁在散熱銅片，接觸上可能不會很緊密，產生誤差。另外散熱鰭片在厚紙板上只有 1.5 公分，如果 5 公分散熱效果會更好。

實驗六、熱對流效應的研究

(1) 製作不同開窗位置的紙箱模型

		
設計不同的開窗位置	使用美工刀將窗戶割開	1 號紙箱 (上、中開窗)
		
2 號紙箱 (上開窗)	3 號紙箱 (中開窗)	4 號紙箱 (上下開窗)

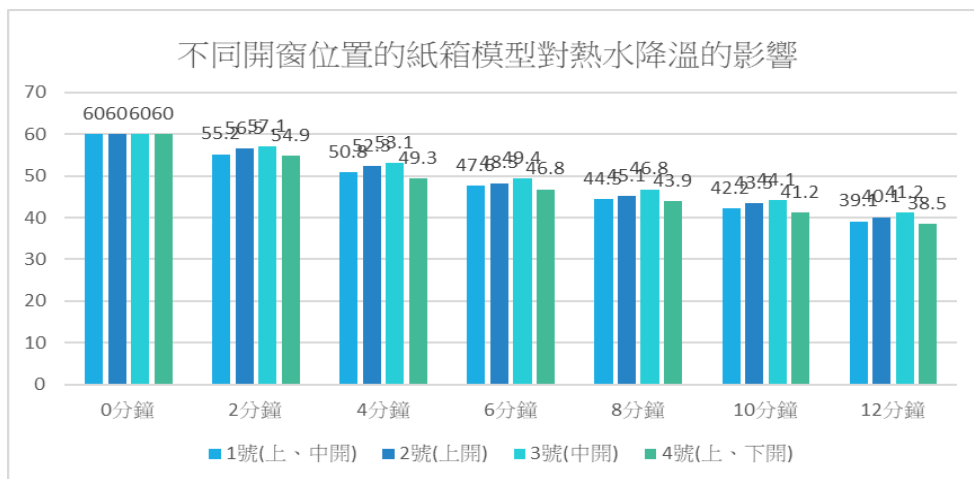
(2) 取一盤溫度攝氏 60 度的熱水置放於不同紙箱模型內，分別測試水溫下降的速度

			
1 號紙箱 (上、中開窗)	2 號紙箱 (上開窗)	3 號紙箱 (中開窗)	4 號紙箱 (上下開)

紙箱模型	0 分鐘	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	12 分鐘
1 號 (上、中開)	60.0	55.2	50.8	47.6	44.5	42.2	39.1

2 號(上開)	60.0	56.5	52.3	48.3	45.1	43.5	40.1
3 號(中開)	60.0	57.1	53.1	49.4	46.8	44.1	41.2
4 號(上、下開)	60.0	54.9	49.3	46.8	43.9	41.2	38.5

小結：我們發現 4 號紙箱模型（上下開）熱水降溫速度最快，其次是 1 號紙箱模型（上中開），再來是 2 號紙箱模型（上開窗），最慢的是 3

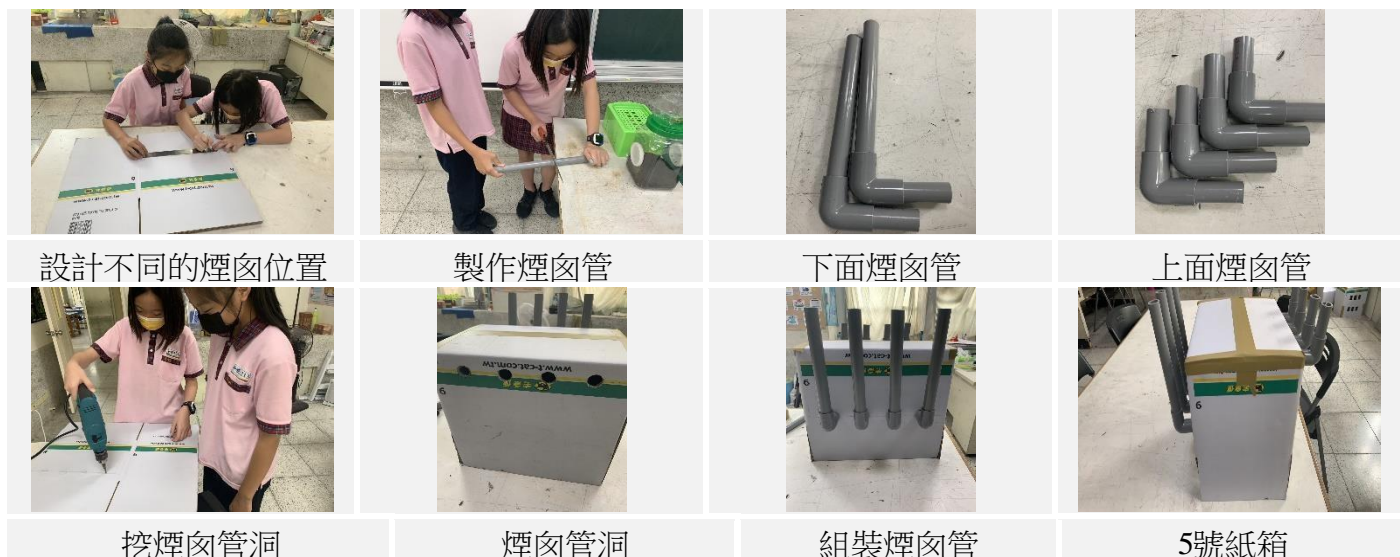


號紙箱模型(中開窗)，驗證了一般室內空間，上、下開窗戶熱效流效果佳。但是我們的目標是要讓地下室通風除濕，地下室並沒有辦法開窗戶，開了窗戶也沒有辦法通風，所以下一組實驗，我們分別將在地下室下方和

上方裝置煙囪作為地下室潮濕熱氣排風管與乾燥冷氣進氣管。

七、熱對流效應與室內溼度研究

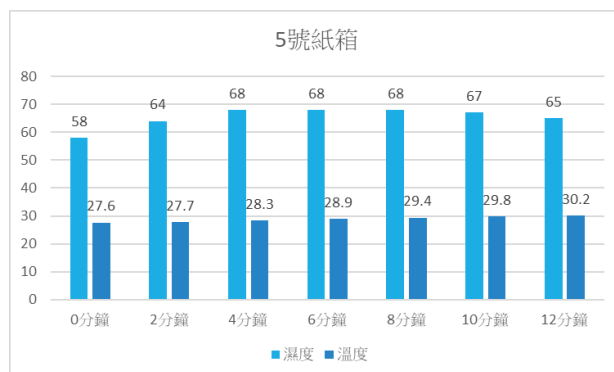
(一) 製作不同煙囪位置的紙箱模型



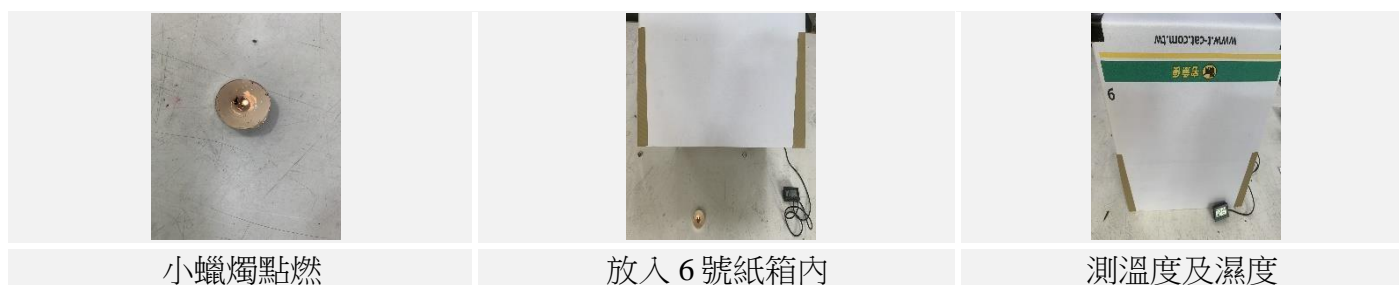
(二)將小蠟燭點燃，放入 5 號紙箱（有裝上下導氣管）內



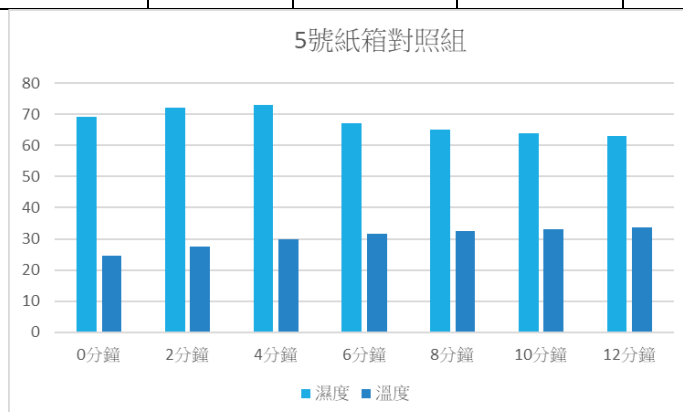
5 號紙箱模型	0 分鐘	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	12 分鐘
濕度	58	64	68	68	68	67	65
溫度	27.6	27.7	28.3	28.9	29.4	29.8	30.2



小結：我們發現濕度先增加，然後不變，從 8 分鐘開始下降，0 到 12 分鐘溫度相差 2.6 度，最後溫度差趨近平衡，表示熱效流效果佳，濕度增加的原因應該是紙箱內部的水分因為溫度上升而釋出但是 12 分鐘的濕度 65%還是比一開始的 58%高，我們推測是溫度還沒有達到明顯熱對流的關係，但是從濕度最高值 4 分鐘 68%到 12 分鐘 65%，還是下降了，代表溫度上升與空氣導管結合是可以降低濕度的。(三)將小蠟燭點燃，放入 6 號紙箱（沒有裝上下導氣管）內，當作對照組






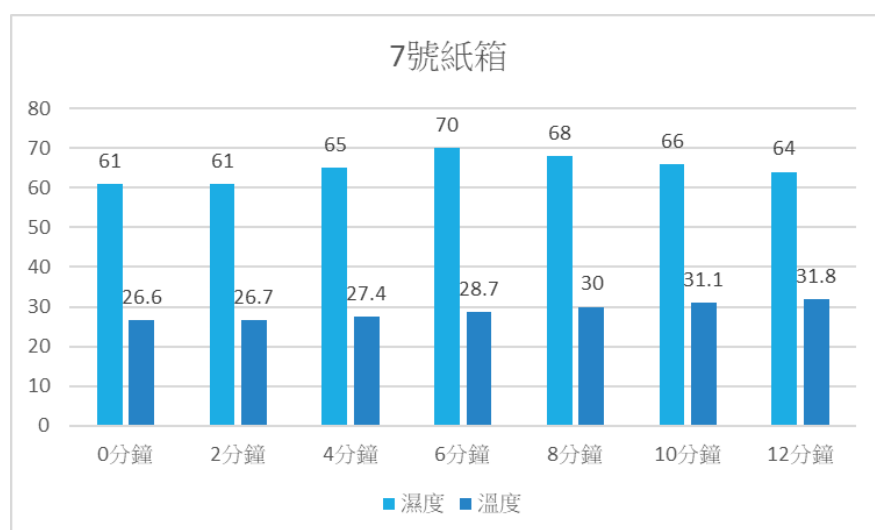
6 號紙箱模型	0 分鐘	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	12 分鐘
濕度	69	72	73	67	65	64	63
溫度	24.7	27.5	29.9	31.5	32.5	33.0	33.7



小結：實驗中我們發現，0 到 12 分鐘溫度相差 9 度。與上一組實驗有裝上下導氣管 0 到 12 分鐘溫度相差 2.6 度，有很明顯的差異，所以熱對流通風是很重要的。濕度方面則是先增加而後下降，從 4 分鐘開始下降，12 分鐘 63% 比 0 分鐘的 69% 下降了 6%，證明溫度上升配合空氣對流濕度可以下降。

(4) 將 7 號紙箱（有裝上下導氣管）中間放入一個內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 10 公分，紙箱內部 20 公分。

							
7 號紙箱外部		紙箱內部				銅管加熱測溫度及濕度	
7 號紙箱模型	0 分鐘	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	12 分鐘
濕度	61	61	65	70	68	66	64
溫度	26.6	26.7	27.4	28.7	30	31.1	31.8

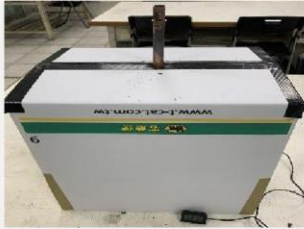


結論：

我們發現濕度先增加後逐漸下降，從 4 分鐘開始下降，0 到 12 分鐘溫度相差 5.2 度

(5) 將 8 號紙箱（沒裝上下導氣管）中間放入一個內徑 12mm 厚 1mm 圓形銅管長 300mm，紙箱外部 10 公分，紙箱內部 20 公分。

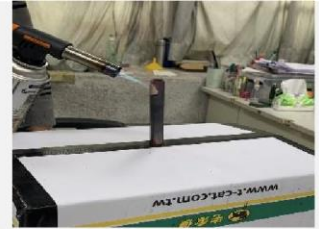
300mm，紙箱外部 10 公分，紙箱內部 20 公分。



8號紙箱外部

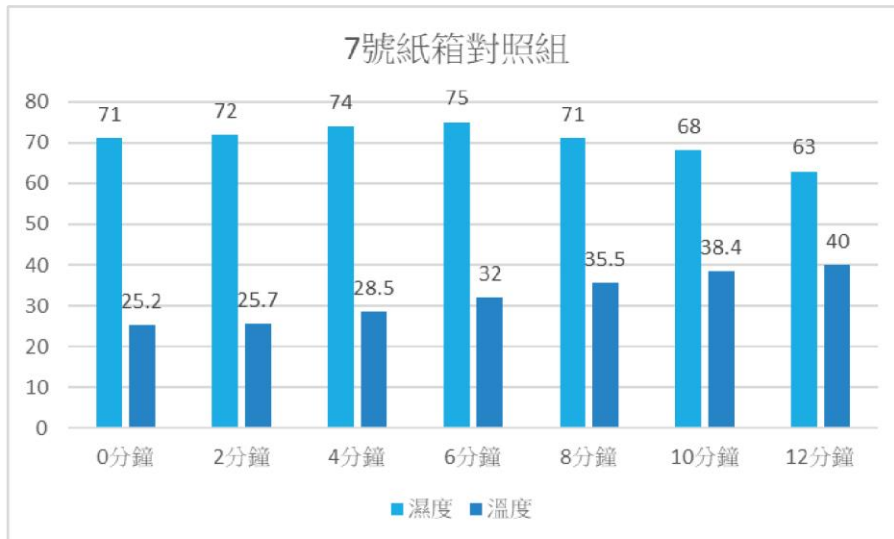


紙箱內部



銅管加熱測溫度及濕度

8號紙箱模型	0分鐘	2分鐘	4分鐘	6分鐘	8分鐘	10分鐘	12分鐘
濕度	71	72	74	75	71	68	63
溫度	25.2	25.7	28.5	32	35.5	38.4	40



結論：

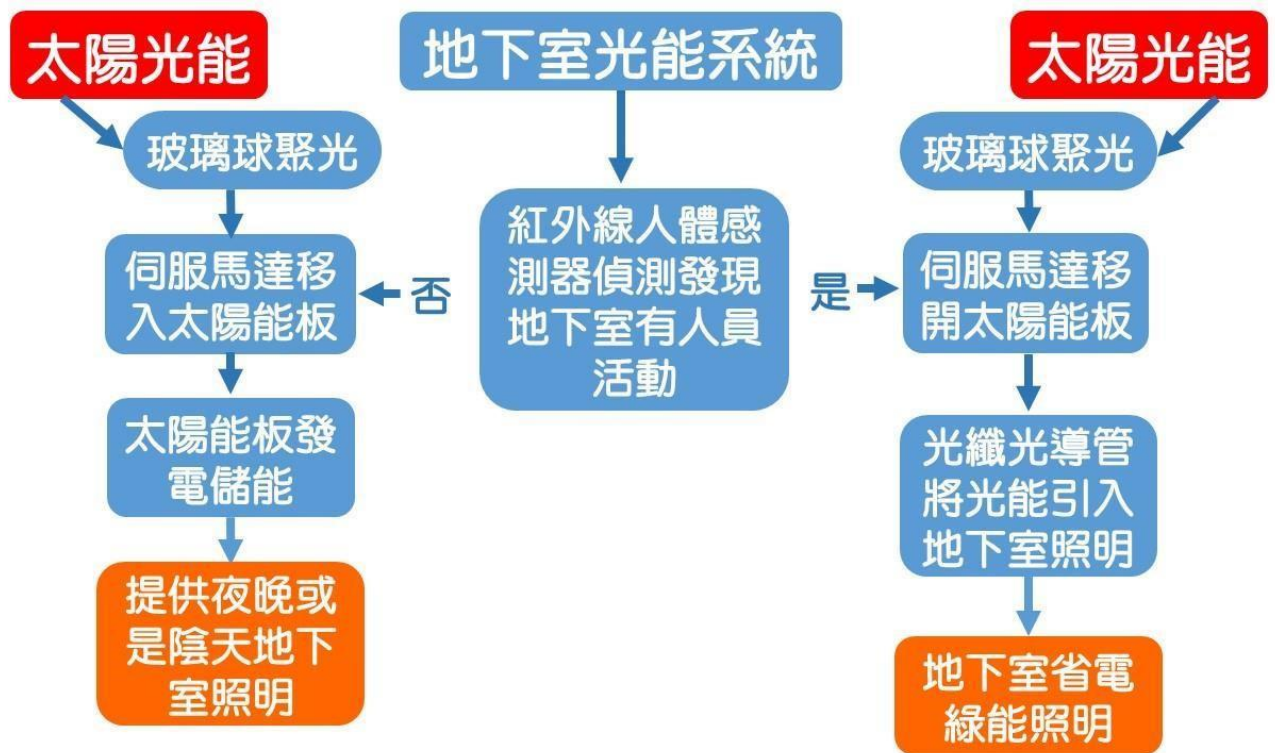
我們發現0到12分鐘溫度相差14.8度。與上一組實驗有裝上下導氣管0到12分鐘溫度相差5.2度，有很明顯的差異，所以熱對流通風是很重要的。


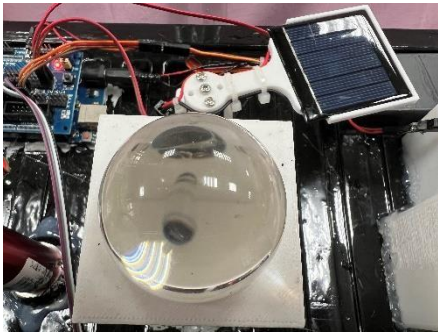
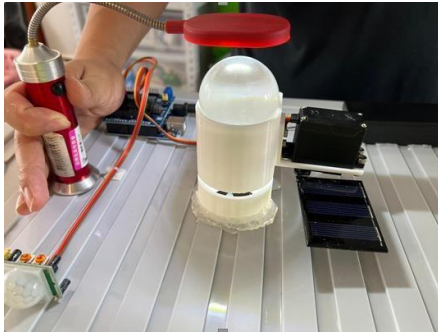

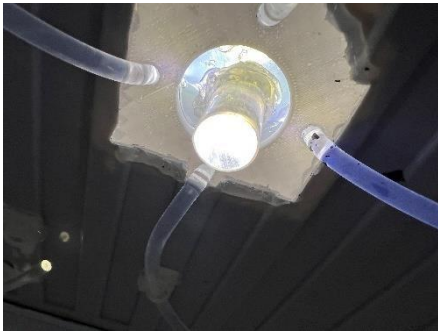
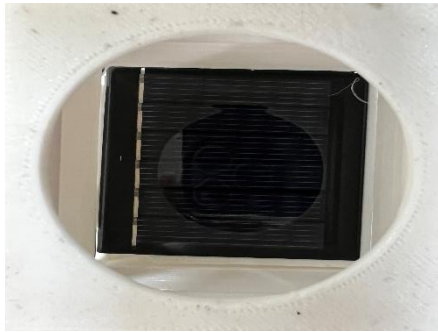
濕度先增加後逐漸下降，從6分鐘開始下降，12分鐘63%比0分鐘的71%下降了8

%，證明溫度上升配合空氣對流濕度可以下降，這也驗證了我們的設計，以銅管將太陽照射的熱能引導到地下室釋出熱能，藉由溫度的提高與通風管路的設計，達到降低地下室溼氣的目的，因為我們是採取智慧型的設計，這套系統將主要在白天中運作，夜晚時，銅管與通風管道都會封閉，以免地下室夜晚時溫度過於降低與受潮。

八、紅外線感應室內照明與太陽能發電儲電轉換組裝

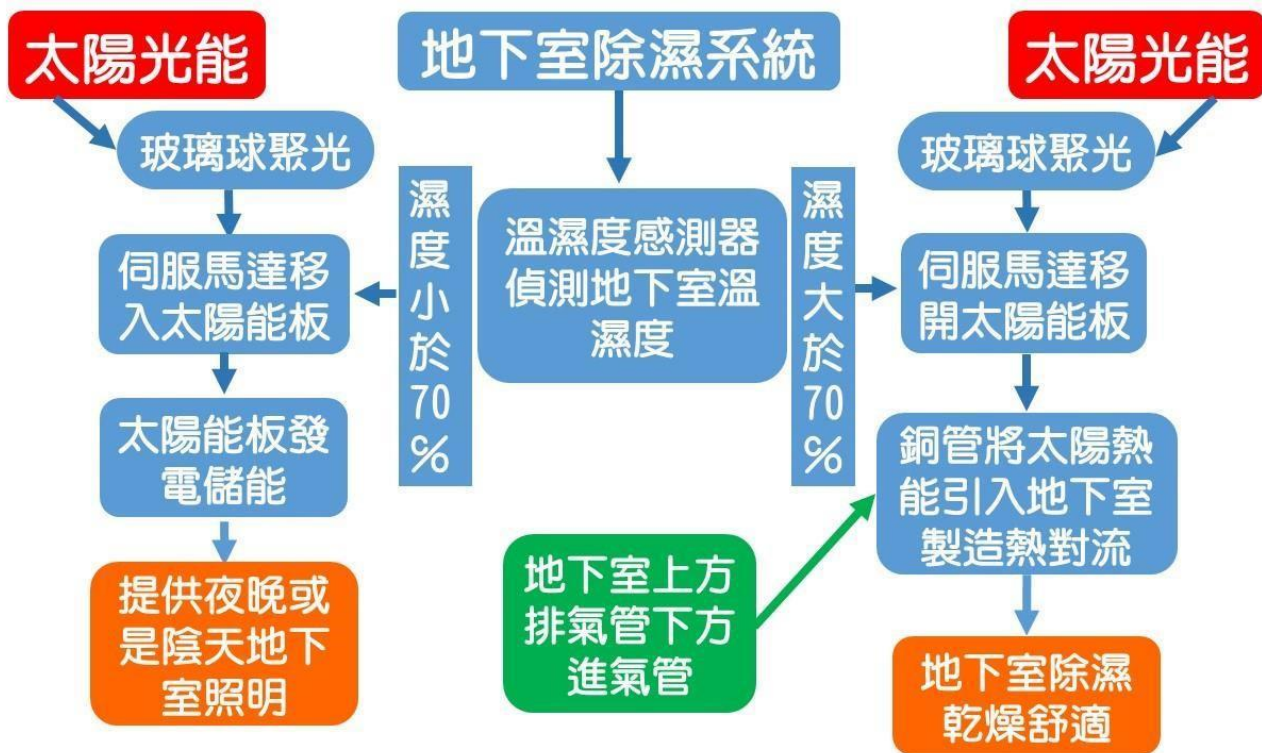
1. 畫出邏輯圖。
2. 設計 Arduino 程式。
3. 上傳到智能晶片，驗證紅外線人體感測器偵測發現地下室有人員活動伺服馬達可以移出導光管路線，讓光線經由光導管進入地下室模型。


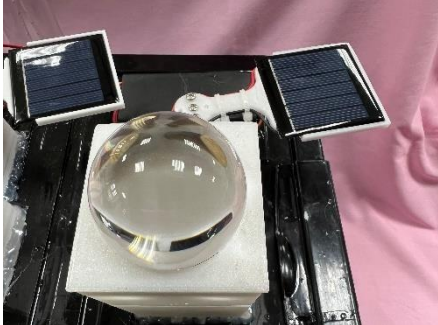
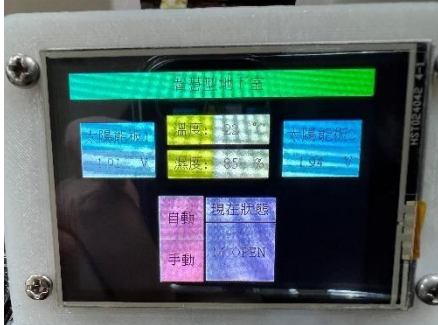
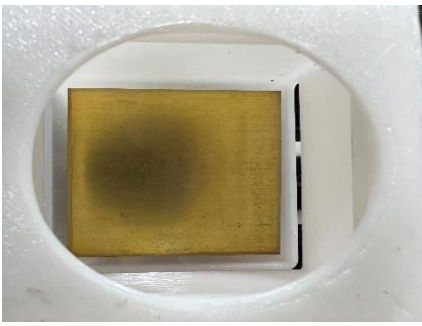

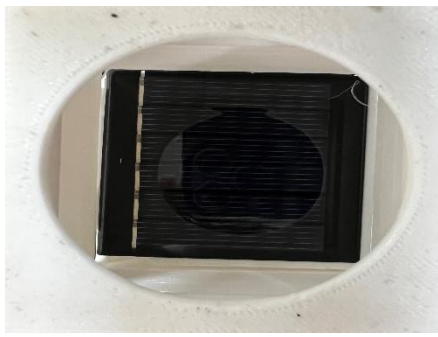


		
紅外線感應器偵測人員	玻璃球聚集太陽光能	檯燈模擬太陽光
		
紅外線感應器偵測到人員導光條將太陽光引導至地下室		未偵測到人員活動太陽光提供太陽能發電

九、溼度感應與室內溼度與太陽能發電儲電轉換組裝

溫濕度感測器偵測地下室濕度大於 70%，伺服馬達可以移出銅管導熱路線，讓太陽熱能可以經由銅管進入地下室，配合通風管路降低地下室模型濕度



		
濕度感應器偵測紙箱濕度	玻璃球聚集太陽熱能	顯示器顯示溫溼度與發電
		
濕度感應器偵測到濕度大於 70%將太陽熱能透過銅管引導至地下室，配合進排氣管將潮濕空氣排出		未偵測到人員活動太陽光提供太陽能發電

陸、討論

一、太陽能板發電連接燈源導光性研究

(1) 太陽能板(98mm*58mm)有保護膜和沒保護膜電壓及電流的比較，我們發現沒保護

膜的電壓及電流較高，可能因為有保護膜會有些阻擋光直接進入太陽能板或使光有些發生反射及折射現象。

- (2) 太陽能板(98mm*58mm)和太陽能板(54mm*54mm)電壓及電流的比較，我們發現太陽能板(98mm*58mm)電壓高出 2 倍多及電流高出 4 倍多，可能因為陽光光線接觸面積有關，接觸面積愈大，電壓及電流愈大。
- (3) 將太陽能板(98mm*58mm)在暗室接白光 LED 燈、紅光 LED 燈、藍光 LED 燈的比較照度，我們發現白光 LED 燈照度最亮，其次藍光 LED，紅光 LED 最暗，可能因為白光是全反射的因素。
- (4) 將太陽能板(98mm*58mm)在暗室接 1 個白 LED 燈，和接 2 個白 LED 燈的比較照度，我們發現接 2 個白 LED 燈照度較亮，但不成 2 倍，可能因為太陽能板發電的電流不足以讓 2 個白 LED 燈完全發亮的因素。
- (5) 將長方形紙板(110mm*80mm)挖直徑 5 mm 圓形一個小孔，和兩個小孔覆蓋在太陽能板(98mm*58mm)上，測電流、電壓及照度的比較，我們發現挖兩個小孔電流、電壓及照度比挖一個小孔高，可能因為與太陽光線接觸面積有關。
- (6) 將長方形紙板(110mm*80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板(98mm*58mm)上，加上直徑 80mm 玻璃球聚焦圓形小孔上，我們發現其電流、電壓及照度比挖四個小孔還要高，可能因為陽光聚焦能量較大的因素。
- (7) 將長方形紙板(110mm*80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔增加，電流、電壓增加但差異不大，照度相差比較大，可能因為小孔增加，太陽光線接觸面積也增加。

2、 太陽能板傾斜角度與發電研究（23°27'07.77"N 120°27'45.86"E）AM8：00

太陽能板傾斜角度 5~10 度電壓及電流差不多，18~25 度電壓及電流遞減但差異不大，18 度最大，10 度最小。可能因為我們陽光固定在早自修上午 8 時左右進行實驗，而這個時間的太陽角度與太陽能板 18 度剛好是垂直的關係。

3、 光纖導光管導光性研究

- (1) 我們發現照度:五根導光管>四根導光管>三根導光管>二根導光管>一根導光管，沒成正比，上升幅度很大，可能因為導光管數量增加，照度也增加。五根導光管和四根導光管增加幅度比較趨緩，可能跟箱子的空間大小有關。
- (2) 我們發現挖五個小孔覆蓋太陽能板照度比一根導光管在太陽下照度還小，可能是導光管全反射的原因。
- (3) 我們發現挖 2 個小孔覆蓋太陽能板照度比一根導光管在檯燈下照度還小，可能是導光管全反射的原因。

四、熱導管導熱性研究

- (1) 我們發現一支散熱銅片 95mm*8mm，1 分鐘散熱 21.25 卡，兩支散熱銅，1 分鐘散熱 48.75 卡，大於 2 倍。可能因為厚紙板和燒杯杯口緊密度有關。
- (2) 我們發現一個內徑 4mm 圓形銅管，紙箱內部銅管有加隔熱管溫度相差 3 度，沒加隔熱管溫度相差 6 度，濕度相差 1%，紙箱外部 1 個銅管包覆隔熱管溫度差 8.4 度，所以紙箱內部銅管有加隔熱管，隔熱效果比較好，濕度增加可能原因是紙箱紙的溼度原故。
- (3) 我們發現紙箱放兩個內徑 4mm 圓形銅管，銅管沒加隔熱管比放一個銅管溫度差大於 5 倍，有加隔熱管溫度比放一個銅管溫度差大於 2 倍，所以銅管熱導效果好。
- (4) 我們發現紙箱放兩個內徑 12mm 圓形銅管，銅管沒加隔熱管比放一個銅管溫度差大於 2 倍，有加隔熱管溫度比放一個銅管溫度差大於 2 倍，所以銅管熱導效果好。

五、散熱鰭片比較性研究

- (1) 散熱片跟熱水接觸，散熱鰭片沒跟熱水接觸，1 分鐘散熱 27.5 卡比散熱片散熱 1 分鐘 21.25 卡多 6.25 卡，所以有裝散熱鰭片散熱效果比較好。
- (2) 散熱鰭片跟熱水接觸，散熱鰭片只有 15mm 散熱，1 分鐘散熱 18.75 卡。散熱片跟熱水接觸，散熱片 50mm 散熱 1 分鐘 21.25 卡，若散熱長度一樣，散熱鰭片散熱效果比較好。因散熱鰭片跟空氣接觸表面積較大。
- (3) 我們發現兩支散熱銅片 > 1 支散熱銅片 + 散熱鰭片 > 1 支散熱銅片。

六、熱對流效應研究

- (1) 我們發現降溫速度:4 號紙箱 > 1 號紙箱模型 > 2 號紙箱模型 > 3 號紙箱模型；實驗結果發現越符合進風口越低、出風口越高原理的紙箱模型，空氣流動的效果就越好，熱水的降溫速度就越快。
- (2) 實驗用 4 號紙箱放入炙熱鐵管，發現 0~4 分鐘溫度下降最快，表示熱對流效應佳。

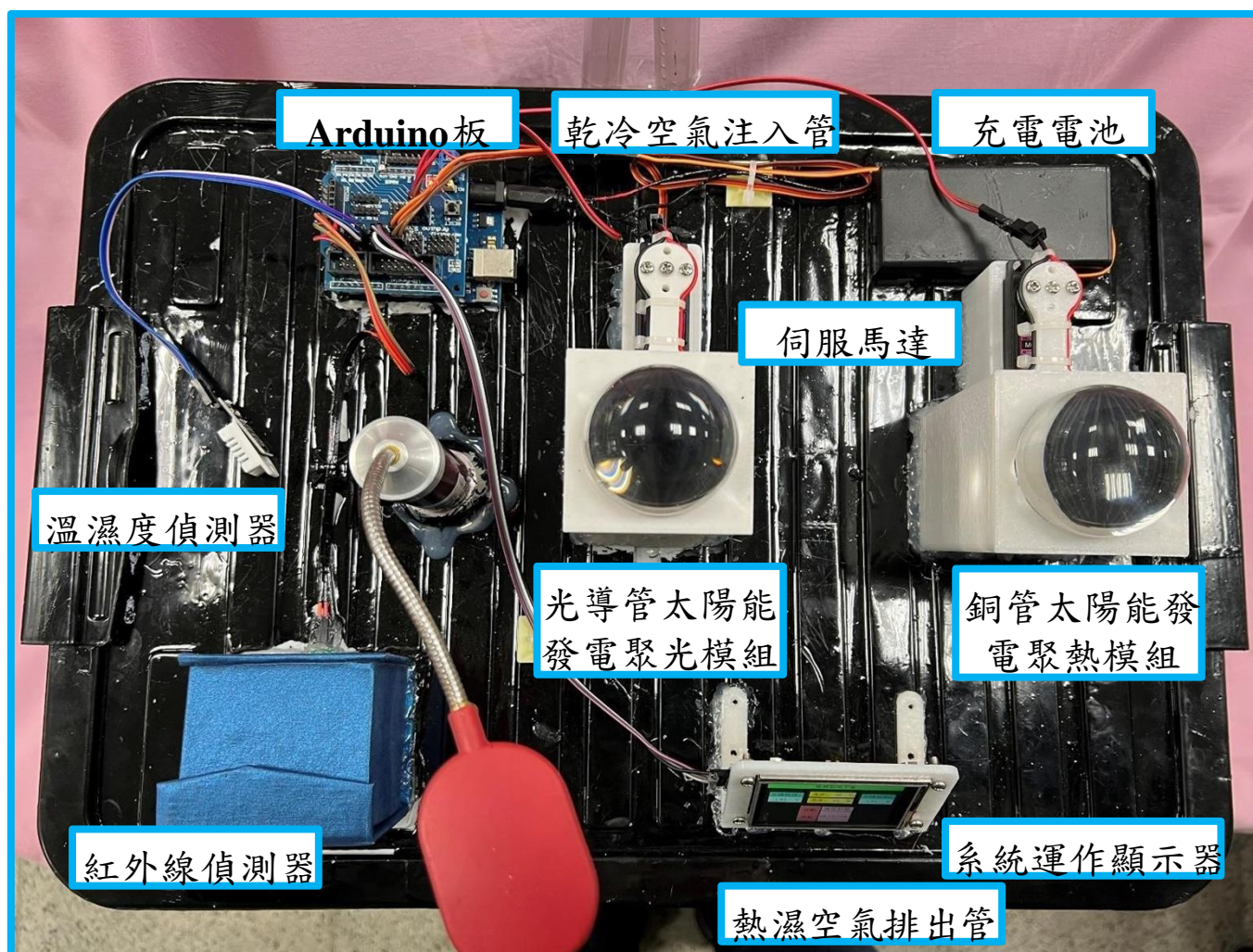
七、熱對流效應與室內溼度研究

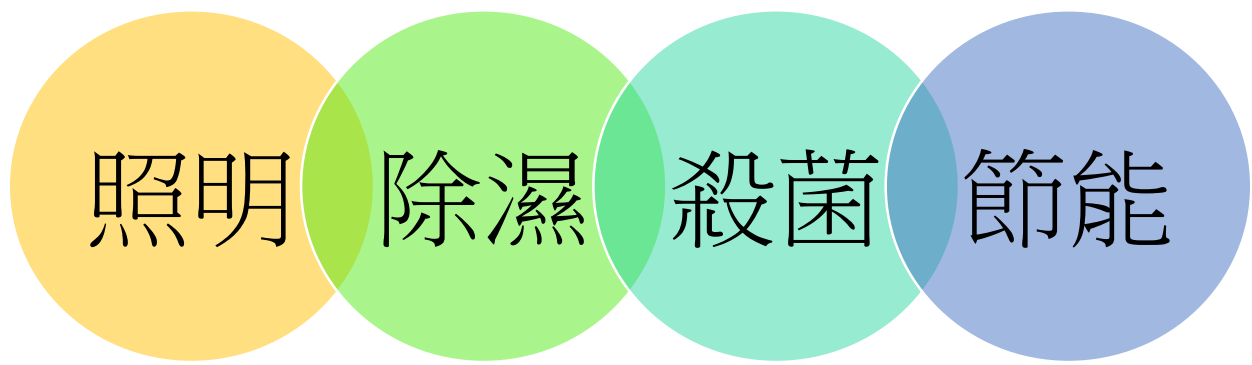
- (1) 我們將小蠟燭點燃當作穩定的熱源，放在 5 號紙箱內，發現溫度差隨著時間增加而變少，最後趨近穩定，0 到 12 分鐘溫度差 2.6 度，對照組 6 號紙箱內溫度差到 9 度，表示 5 號紙箱熱對流效應佳。溼度方面 5 號紙箱 8 分鐘開始下降趨近穩定，對照組 5 號紙箱內溼度 4 分鐘開始下降變化很大。
- (2) 我們將銅管加熱當穩定的熱源，放在 7 號紙箱內，0 到 12 分鐘溫度差 5.2 度，對照組 8 號紙箱內溫度差到 14.8 度，表示 7 號紙箱熱對流效應佳。溼度方面 7 號紙箱 6 分鐘開始下降，下降幅度趨近穩定，對照組 8 號紙箱內溼度 6 分鐘開始下降變化很大。

8、紅外線感應室內照明與太陽能發電儲電轉換組裝 我們將 Arduino 模組、太陽能板、太陽能光收集器、紅外線感應器、太陽能電池、太陽能板伺服馬達組裝。紅外線感應地下室會偵測有沒有人，若沒人太陽能板旋轉馬達會把太陽能板把地下室入口關閉，讓陽光照射太陽能板，太陽能板會收集電能到太陽能電池儲存，若有人太陽能板伺服馬達會把太陽能板把地下室入口打開，陽光照射導光管，提供地下室光源。夜晚或是陰天電源由太陽能電池提供。

9、光度感應與室內照明與太陽能發電儲電轉換組裝

組裝 Arduino 模組、太陽能板、太陽能熱收集器、溫濕度感應器、太陽能電池、太陽能板旋轉馬達。溫濕度感應器偵測小於 70%，伺服馬達會把太陽能板把地下室入口關閉，讓陽光照射太陽能板，太陽能板會收集電能到太陽能電池儲存，濕度大於 70%，伺服馬達會把太陽能板移出銅管導熱路線，讓太陽熱能可以經由銅管進入地下室，配合通風管路降低地下室模型濕度。





照明：藉由屋頂玻璃球聚集太陽光線導入地下室提供照明。

除濕：銅管將太陽的熱帶入地下室，藉由風管讓空氣排出與引入形成熱對流，帶出地下室溼氣。

殺菌：導光管帶入的太陽光中包含紫外線，可以幫地下室適當消毒。

節能：照明、除濕、消毒都是藉由玻璃球聚光與導光管引入地下室，生活在地下室就如同在頂樓，無需使用電源，而且智慧化太陽能發電儲存備用電源。

柒、結論

- 1、太陽能板(98mm*58mm)有保護膜和沒保護膜，沒保護膜電壓及電流較高。使用太陽能板時記得將保護膜撕下。
- 2、太陽能板(98mm*58mm)比太陽能板(54mm*54mm)電壓及電流高出 2 倍以上。太陽能板面積越大發出的電壓及電流越大。
- 3、太陽能板(98mm*58mm) 在暗室接白光 LED 照度最亮、其次藍光 LED，紅光 LED 最暗。
- 4、將長方形紙板(110mm*80mm)挖直徑 5 mm 圓形小孔，覆蓋在太陽能板上，加上直徑 80mm 玻璃球聚焦圓形小孔上，其電流、電壓及照度比四個小孔大。使用玻璃球可以提高太陽能板發電效率
- 5、嘉義地區上午 8 時太陽能板傾斜角度電壓、電流、照度是 18 度最大，10 度最小。太陽能板與太陽角度垂直時發電效率最佳
- 6、五根導光管 > 四根導光管 > 三根導光管 > 二根導光管 > 一根導光管，沒成正比。導光管數量越多照度越亮
- 7、五個和導光管頂端面積一樣大的小孔紙板覆蓋太陽能板照度比一根導光管在太陽下照度還小。
導光管導光亮度大於 5 倍的太陽能板發電再提供給白光 LED 燈
- 8、一支散熱銅片 95mm*8mm，1 分鐘散熱 21.25 卡，兩支散熱銅，1 分鐘散熱 48.75 卡。
散熱銅片使用數目越多散熱越快

- 9、 降溫速度:4 號紙箱（上下開）>1 號紙箱模型（上中開）>2 號紙箱模型（上開窗）>3 號紙箱模型(中開窗)
進風口越低、出風口越高原理的紙箱模型，空氣流動的效果就越好
- 10、 小蠟燭當熱源:熱對流 5 號紙箱（沒裝上下導氣管）>6 號紙箱模型（有裝上下導氣管），銅管加熱當熱源:7 號紙箱模型（沒裝上下導氣管）>8 號紙箱模型（有裝上下導氣管）
有沒有裝上下導氣管讓室內空氣對流溫度相異很大
- 11、 實驗中紙箱濕度先增加後逐漸下降，從 6 分鐘開始下降，12 分鐘 63%比 0 分鐘的 71%下降了 8%。，先上升可能是溫度上升讓原本紙箱的水分釋出，而後因為熱對流作用，熱濕的空氣被帶出了。
溫度上升配合空氣對流濕度可以下降，這也驗證了我們的設計，以銅管將太陽照射的熱能引導到地下室釋出熱能，藉由溫度的提高與通風管路的設計，達到降低地下室溼氣的目的，因為我們是採取智慧型的設計，這套系統將主要在白天中運作，夜晚時，銅管與通風管道都會封閉，以免地下室夜晚時溫度過於降低與受潮。

捌、參考文獻資料及其他

- 1、 戰勝科展的第 1 本書—溫度與熱。貓頭鷹出版。
- 2、 自然科學大百科。第 16 冊聲、光、熱。綠地球國際有限公司。
- 3、 牛頓科學研習百科（物理）—熱的世界。牛頓出版股份有限公司。
- 4、 溫度感測 DS18B20

<https://makerpro.cc/2019/05/most-common-used-temperature-measurement-ic-on-arduino-ds18b20/> 五、Arduino 與 OLED

<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-sh1106-oled/>