

教育部110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：環境和睦創意颯科學

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

一、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。

二、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。



二、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。

三、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。

四、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。

參、目前研究成果：

科學研究

項目	成績
111 年度嘉義縣第 62 屆團體成績	第一名
111 年度嘉義縣第 62 屆科展機電與資訊組 熱透了涼一夏~智慧節能屋降溫方案之研究	第二名 最佳能源科技獎
111 年度嘉義縣第 62 屆科展物理組 凝聚力——水的聚光加熱及發電之探討	第三名
111 年度嘉義縣第 62 屆科展地球科學組 「輻」「炘」高照-磚塊屋塗料隔絕太陽輻射效果之研究	第三名 最佳能源科技獎
111 年度嘉義縣第 62 屆科展生物組 相得「抑」「樟」-精油對植物生長影響之探討	第四名
111 年度嘉義縣第 62 屆科展物理組 自投羅網—自製運送糧食投擲器之探討	入選

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
金牌	TWED21020	災害應變	斜坡物理煞車系統
銀牌	TWEG21026	環保綠能	節能貨櫃屋
銀牌	TWEF21012	農糧	太陽能智能防雨除草機
銅牌	TWEE21024	教育	節能護眼教室
佳作	TWES21067	健康照顧	健康舒眠系統

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，與豐富美感體驗，培養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	
校訂課程主題與內容	一年級	社區 後庄大宅名三和 和睦由來知多少	世界 山林水土守護員 樹木銀行急救站	光影 科學玩具新樂園 追尋我的飛行夢	資源 和睦減塑小尖兵 走讀社區回收站
	二年級	走讀 八掌溪畔齊溯源 映月橋邊憶家鄉	科文 異國米食大賞 舌尖上的饗宴	飛行 創意遊戲魔法師 光影科學實驗室	永續 邑米社大生態員 黑水虻魚菜共生
	三年級	文化 萬善公祠藏史話 吳鳳故事眾紛紜	國際 世界發明之旅 和睦科學故事	太陽 北回歸線's 學校 大自然的風水學	健康 健康生活智慧王 天然清潔品手作
	四年級	傳承 八獎義渡傳善行 菸樓轉型展風華	關聯 大自然的寶藏 點亮世界的台灣	後裔 來自太陽的你 科技綠能永續	促進 和睦小小護理師 社區健康防護站
	五年級	在地 阿里山公路起點 公館滯洪能發電	全球 有機科技農場 和睦小小農耕隊	科技 解放你的大腦 談思考玩創意	有機 和睦小小發明家 實用防疫新創作
	六年級	連結 石碇埔出水緣份 原民智慧在和睦	議題 空汙調查報告 綠色植物清淨機	創新 學習革命動起來 雲端翻轉亮起來	生活 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、校訂主軸課程二：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 4. 共讀團書—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	實地走察 講解聆聽 創作學習	繪本導讀 觀察紀錄 分組實作 藝術創作	閱讀理解 口頭發表 分組合作 實作體驗	閱讀理解 分組合作 口頭發表 短文寫作	實作探究 分組實作 遊戲學習	分組實作 口頭發表 分組討論 觀察紀錄
核心素養	生活-E-A2 生活-E-B2	生活-E-B1 生活-E-C3	自-E-A2 國-E-C3 藝-E-B1	自-E-A2 國-E-C3 英-E-B1	社-E-C3 自-E-A2 英-E-B1	自-E-B2 自-E-A2 藝-E-C3
學習表現	生2-I-1 生4-I-3 生5-I-2	生1-I-1 生6-I-5 生4-I-3	自 ai-II-1 國5-II-11 藝1-II-6	自 an-II-3 國6-II-4 英2-II-3	社2b-III-1 自 ai-III-3 英 2-III-2	自 ah-III-2 自 po-III-1 藝1-III-6
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



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

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



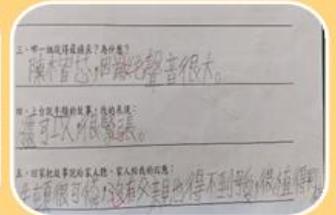
深化：製作宣導海報與製作科學玩具



Evaluate



評量：學生進行心得分享與互評



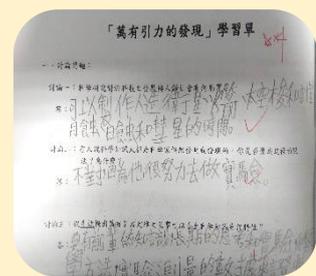
(一) 差異化教學

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。
瑀晨爸：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：玩轉新科技

(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	實作體驗 口頭報告 寫學習單	觀察記錄 分組討論 實作體驗	分組設計 合作學習 實作體驗	實作學習 分組設計 成果發表	實作觀察 分組討論 主題探究	實作體驗 分組討論 數位發表
核心素養	生活-E-A2 生活-E-B2	國-E-A2 生活-E-B2	自-E-B2 自-E-C1	自-E-B2 自-E-C1	自-E-B2 綜-E-A2	自-E-A2 國-E-B2
學習表現	生2-I-2 生3-I-1 生2-I-5	國 5-I-3 生2-I-3 生3-I-1	自 pe-II-2 自 an-II-3	自 pe-II-2 自 an-II-3	自 pe-III-1 自 pc-III-2 綜2b-III-1	自 ai-III-3 自 pa-III-2 國6-III-3
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、校訂主軸課程三：玩轉新科技

(二) 6E 教學模式示例說明—以五年級「解放你的大腦，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 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。 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。
教學特色	結合五年級自然科「力與運動」單元，以 6E 教學模式讓孩子進行探究學習，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。



(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。

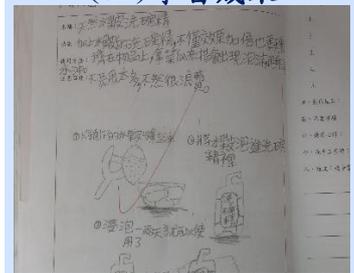
(二) 親師生回饋

季穎說：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

熱透了涼一夏~智慧節能屋降溫方案之研究

摘要

本研究係探討建築物外牆設計影響室溫變化的情形，並利用探討的結果結合Arduino面板，設計一款能同時偵測夾層水溫控制抽換水與外牆攀爬植物的自動澆灌系統。實驗操作變因包含建築物方位和樓層、外牆顏色、隔熱介質、外牆夾層距離、氣冷系統、水冷系統、氣冷和水冷的排列組合等。

研究結果顯示：南北向與低樓層建築物較涼爽，建築物塗料顏色與聚熱程度呈現正相關，因為顏色愈淡反射熱源輻射性質越良好，顏色越重越能夠吸收熱源輻射。草皮和薜荔都能良好阻絕熱傳導，土壤的水分蒸發與植物的蒸散作用可以調節溫度。外牆夾層數愈多可以幫助阻隔熱輻射，氣冷系統下方開口洞數愈大愈多，熱對流較好因此溫度較不容易上升，水冷系統的夾層水牆愈厚愈能阻隔熱的熱傳導；且水冷的阻熱效果比氣冷好。綜上所述，我們建築物坐北朝南，東西面外牆使用水牆夾層，並將攀藤類植物置於外牆，利用Arduino面板結合太陽能面板（朝南23.5度），偵測水牆溫度並抽換夾層水，作為洗澡熱水。另外監測外牆攀藤類植物土壤溼度，土壤太過乾燥時自動澆灌用水。

壹、研究動機

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。

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。

與課程相關單元：

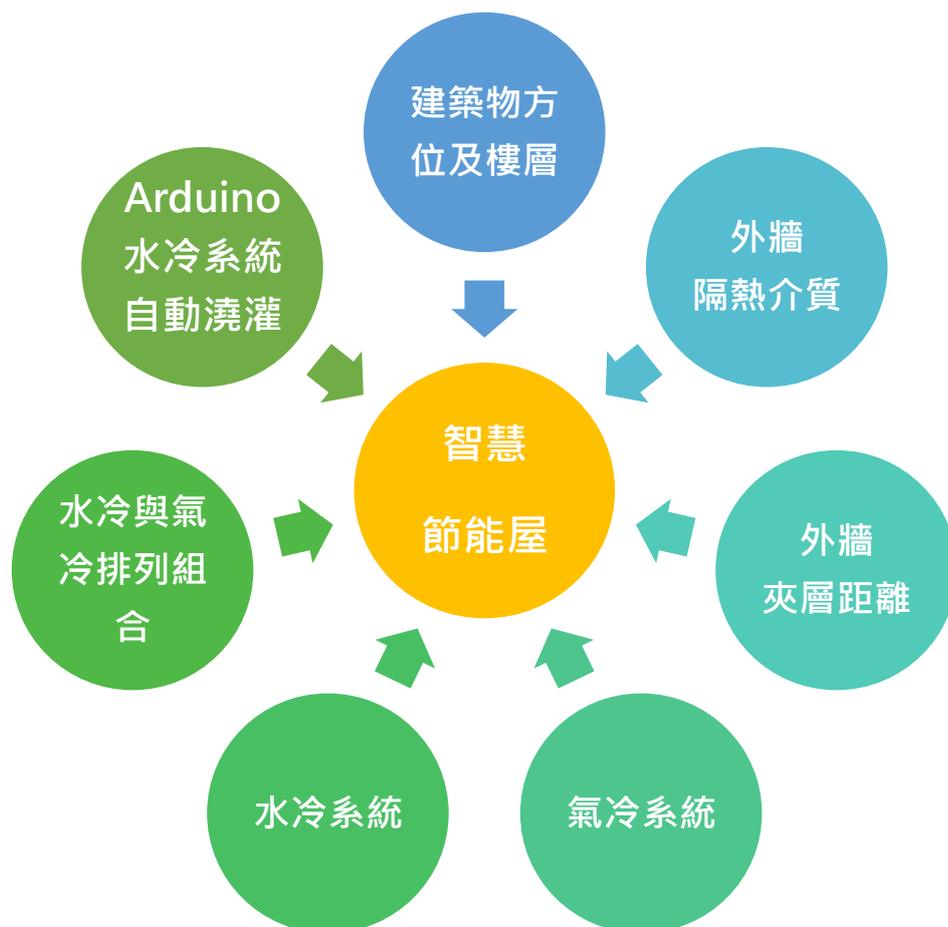
自然與生活科技四下第二單元水的移動（康軒版）

自然與生活科技五上第三單元熱對物質的影響（翰林版）

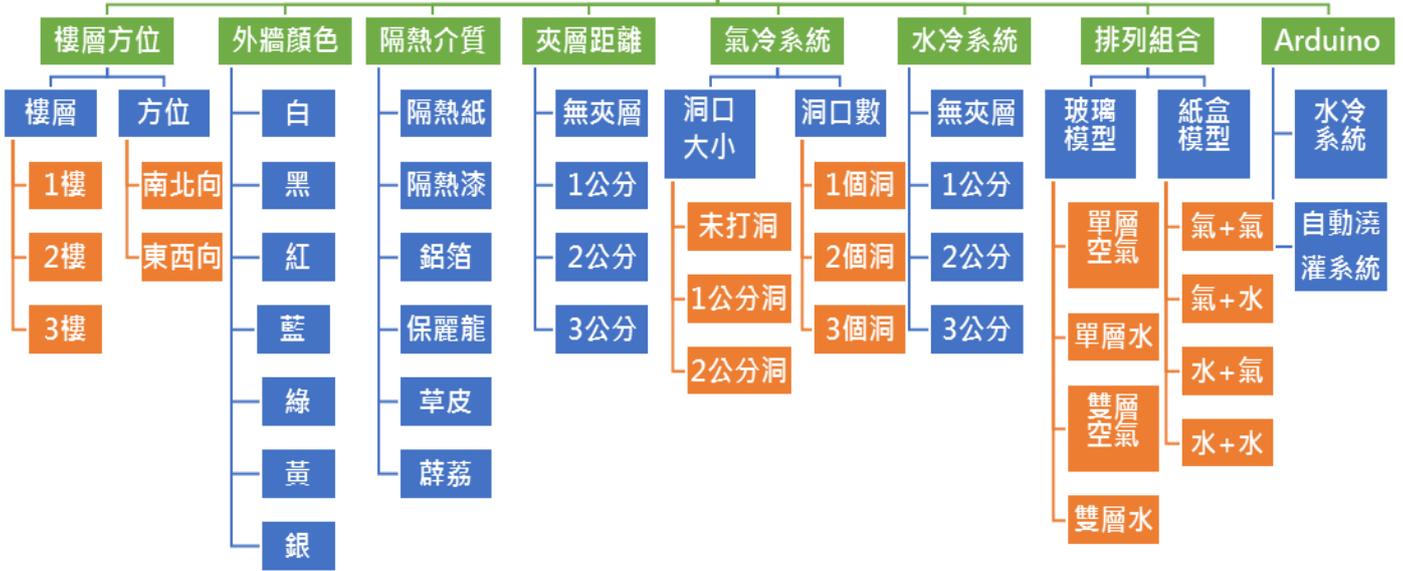
自然與生活科技六下第三單元物質的變化（康軒版）

貳、研究目的

- 一、調查學校不同建築物樓層、方位與教室「蘊熱力」有何關係？
- 二、建築物外牆「顏色」與建築物「蘊熱力」有何關係？
- 三、不同外牆「隔熱介質」會影響建築物「蘊熱力」嗎？
- 四、外牆「夾層距離」差異會影響建築物「蘊熱力」嗎？
- 五、外牆夾層利用熱對流「氣冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？
- 六、外牆夾層使用「水冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？
- 七、排列組合「氣冷系統」與「水冷系統」與教室「蘊熱力」有何關係？
- 八、利用Arduino 製作智慧「水冷系統」與外牆植物自動澆灌系統。

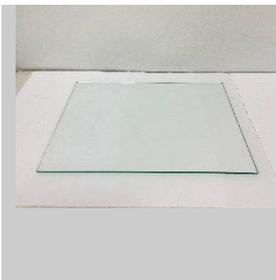


智慧節能屋



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



玻璃板



玻璃屋模型



紙盒模型



保麗龍



鋁箔紙



草皮



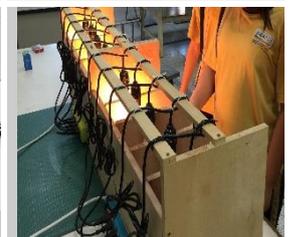
薜荔



隔熱漆



隔熱紙



燈具組



電暖器



電子溫度計



水銀溫度計



紅外線溫度計



計時器

肆、研究過程與方法

一、蒐集彙整研究資料：

我們仔細觀察建築造型、方位、外表材質後，並且從網路上搜尋相關資料，彙整後獲得以下知識：

(一) 熱傳導：熱傳導效應是指熱能從高溫向低溫部分轉移的過程，是一個分子向另一個分子傳遞振動能的結果。各種材料的熱傳導性能差異，傳導性能好的，如金屬，還包括了自由電子的移動，所以傳熱速度快，可以做熱交換器材料，傳導性能不好的可以做熱絕緣材料。物體本身的密度越高，熱傳導率就越高，也就是代表著熱傳遞的速度越快。

(二) 熱對流：當液體或氣體物質一部分受熱時，體積膨脹，密度減少，逐漸上升，其位置由周圍溫度較低、密度較大的物質補充之，此物質再受熱上升，周圍物質又來補充，如此循環不已，遂將熱量由流動之流體傳播到各處。在基本的對流中，熱源加熱氣體表面周圍，而且其他流動性物體如風等將熱帶走，冷流因此取代熱流。

(三) 熱輻射：熱輻射係指特定溫度下的物體藉由電磁波和環境作能量交換。如果一個物體的溫度比外界高，釋放能量就會大於吸收能量，使其溫度降低。熱平衡時，即表示熱的吸收率=放射率。物體的熱輻射譜是連續的，並且和物質本身的種類無關，只和溫度有關。所謂的黑體係指，照射在物體上面的電磁波會被該物體完全吸收。

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。

二、測定方法：

1. 不同校園建築物方位、樓層溫度測量

(1) 準備紅外線溫度計

(2) 分別至學校東昇樓（東西向中央走廊）、育英樓（東西向）、日新樓（南北向）一、二、三、四樓放置溫度計。

(3) 分別於AM08:00、AM09:00、PM10:00、PM11:00、PM12:00、PM13:00、PM14:00、AM15:00、AM16:00 進行測量。

(4) 測量十次。

(5) 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間六次求平均值。

2.自訂模型測量

- (1) 準備紅外線溫度計。
- (2) 以電暖器模擬陽光分別對玻璃模屋型和玻璃板進行照射。
- (3) 每分鐘對玻璃屋模型的前、後、左、右四面溫度與模型內溫度進行測量。
- (4) 將玻璃板分別貼上或塗上隔熱介質後(隔熱紙、隔熱漆、鋁箔、保麗龍、草皮)，每分鐘對玻璃板進行溫度測量。
- (5) 測量十次。
- (6) 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間四次求平均值。

3. 以自製模型燈具組測量

- (1) 準備紅外線溫度計
- (2) 以燈泡模擬陽光自製燈具組。
- (3) 將各種壓克力顏料塗抹均勻於自製水泥塊與木板上。
- (4) 以燈泡發光 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘、30 分鐘進行不同色差溫度測量（白色、黑色、紅色、藍色、綠色、黃色、銀色）水泥塊與木板。
- (5) 測量十次。
- (6) 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間四次求平均值。

三、實驗設計與條件：

- (一) 使用相同的電暖器。
- (二) 使用相同紅外線溫度計，測量距離與定點固定。
- (三) 模型測量時須將門窗緊閉且不開啟空調與電扇，並且拉上窗簾以免影響電暖器和燈泡溫度。
- (四) 不同材質的取樣高度不一，在樣品下墊上物品，讓樣品感溫處至熱源的距離一致。
- (五) 測量十次，依大小排序後排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間四次求平均值，排除極端植誤差。

四、實驗步驟：

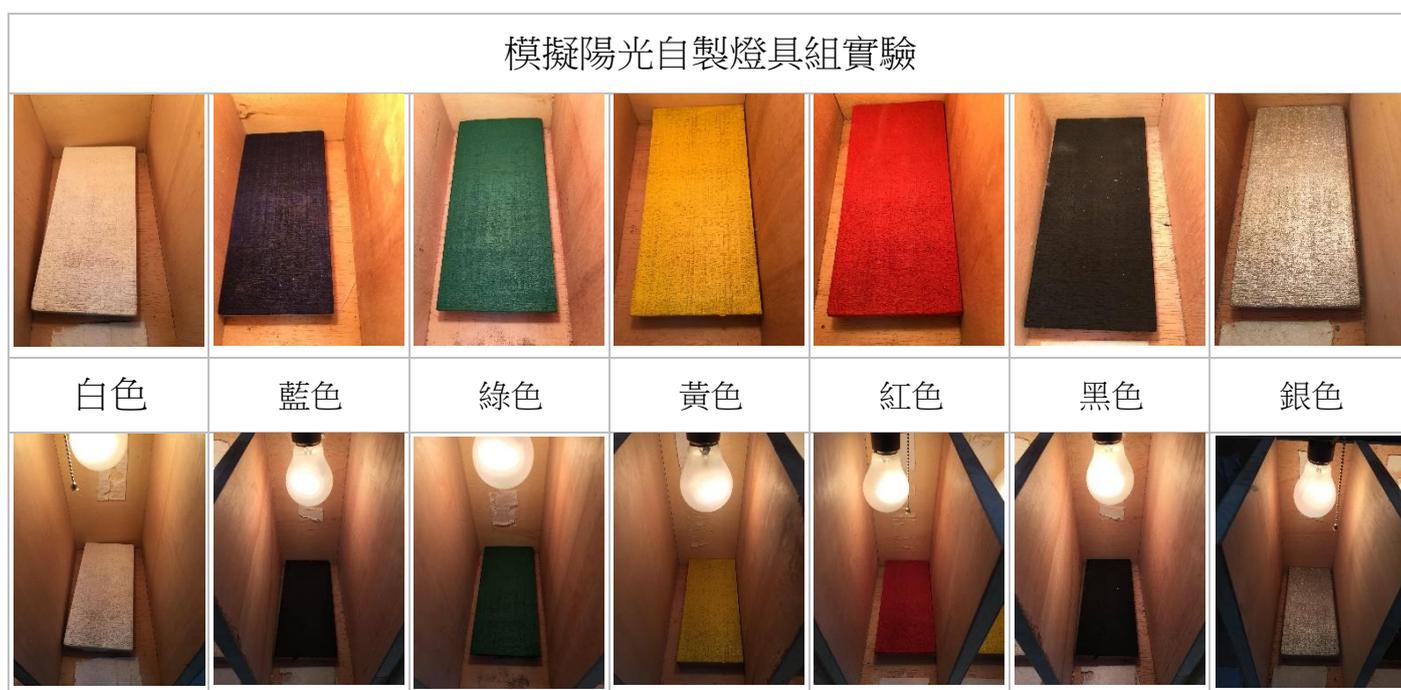
(一) 實驗一：調查學校不同建築物樓層、方位與教室「蘊熱力」有何關係？

1. 準備紅外線溫度計
2. 分別至學校東側教室（東西向中央走廊）、西側教室（東西向）、南側教室（南北向）一、二、三、四樓放置溫度計。
3. 分別於AM08:00、AM09:00、PM10:00、PM11:00、PM12:00、PM13:00、PM14:00、AM15:00、AM16:00 進行測量。
4. 測量 10 次。
5. 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間 6 次求平均值，紀錄 30 天後取平均值。

南側教室（南北向）			
			
東側教室（東西向中央走廊）			
			
西側教室（東西向）			
			

(二) 實驗二：建築物外牆「顏色」與建築物「蘊熱力」有何關係？

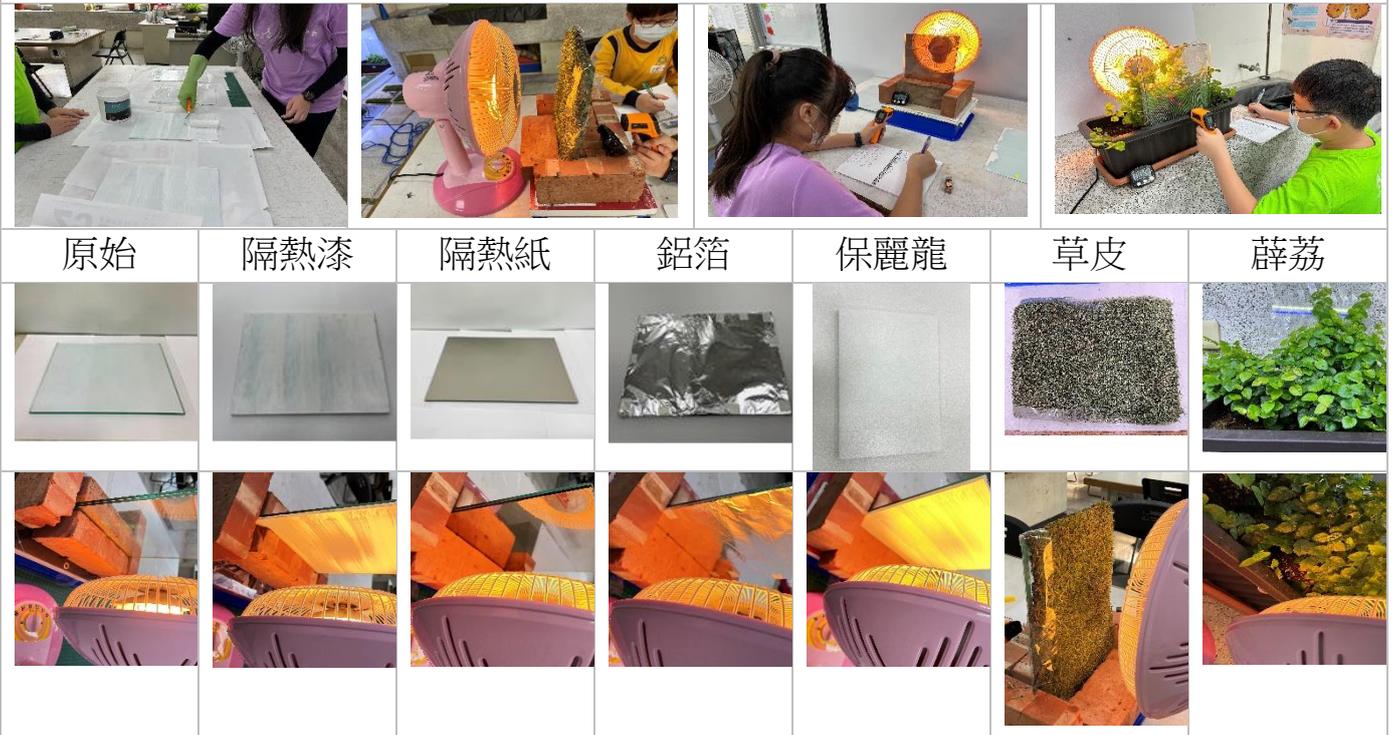
1. 準備自製燈具組、溫度計、計時器。
2. 以燈泡模擬陽光自製燈具組。
3. 將水泥粉末以固定比例 3:1 與水攪拌均勻後，倒置於固定大小的鋁箔模型上。
4. 為避免受傷及吸入水泥粉末，操作同學戴上手套及口罩。
5. 以燈泡發光 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘、30 分鐘進行不同「顏色」溫度測量。
6. 測量 6 次。
7. 將記錄數值依大小排序後，排除最大與最小極端值，取中間次求平均值。



(三) 實驗三：不同外牆「隔熱介質」會影響建築物「蘊熱力」嗎？

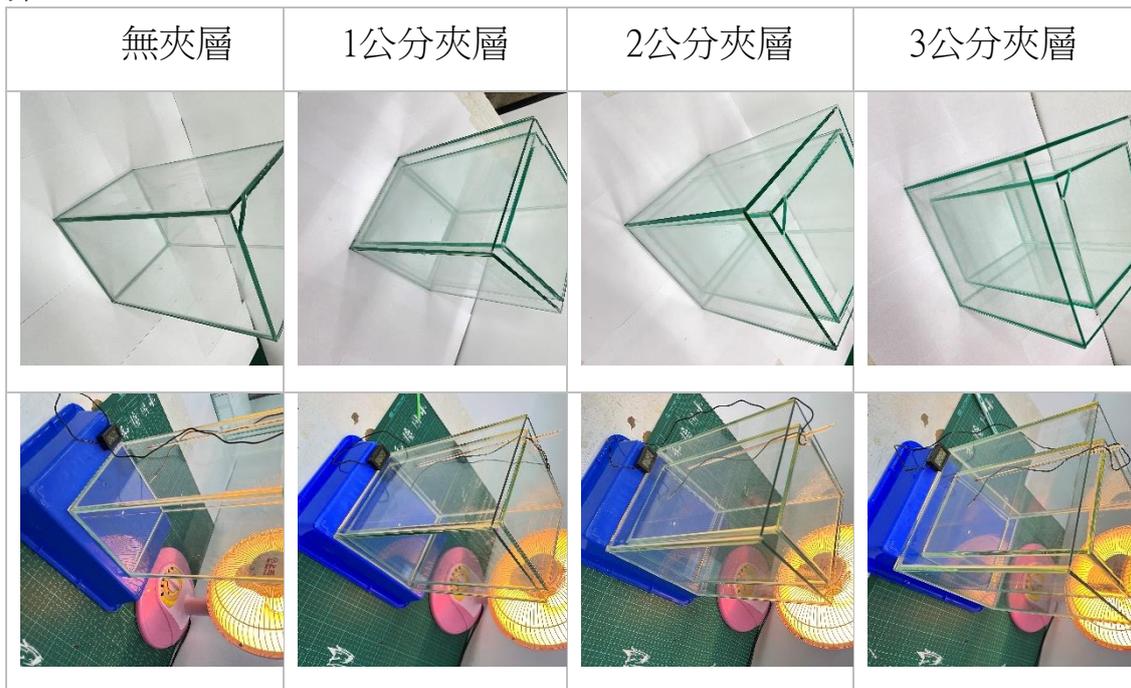
1. 準備溫度計、電暖器、計時器。
2. 利用電暖器模擬陽光照射玻璃板。
3. 將玻璃板分別加上隔熱漆、隔熱紙、鋁箔、保麗龍、草皮、薜荔等介質。
4. 每分鐘對玻璃面板進行溫度測量。
5. 測量 10 次
6. 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間 6 次求平均值。

探討隔熱介質實驗



(四) 實驗四：外牆「夾層距離」差異會影響建築物「蘊熱力」嗎？

1. 準備溫度計、電暖器、計時器。
2. 以電暖器模擬陽光。
3. 照射一層 1 公分夾層、一層 2 公分夾層、兩層 1 公分夾層玻璃模型。
4. 每分鐘對玻璃屋模型前、後、左、右四面溫度與模型內溫度進行測量。
5. 測量 10 次。
6. 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間 6 次求平均值。



(五) 實驗五：外牆夾層利用熱對流「氣冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？

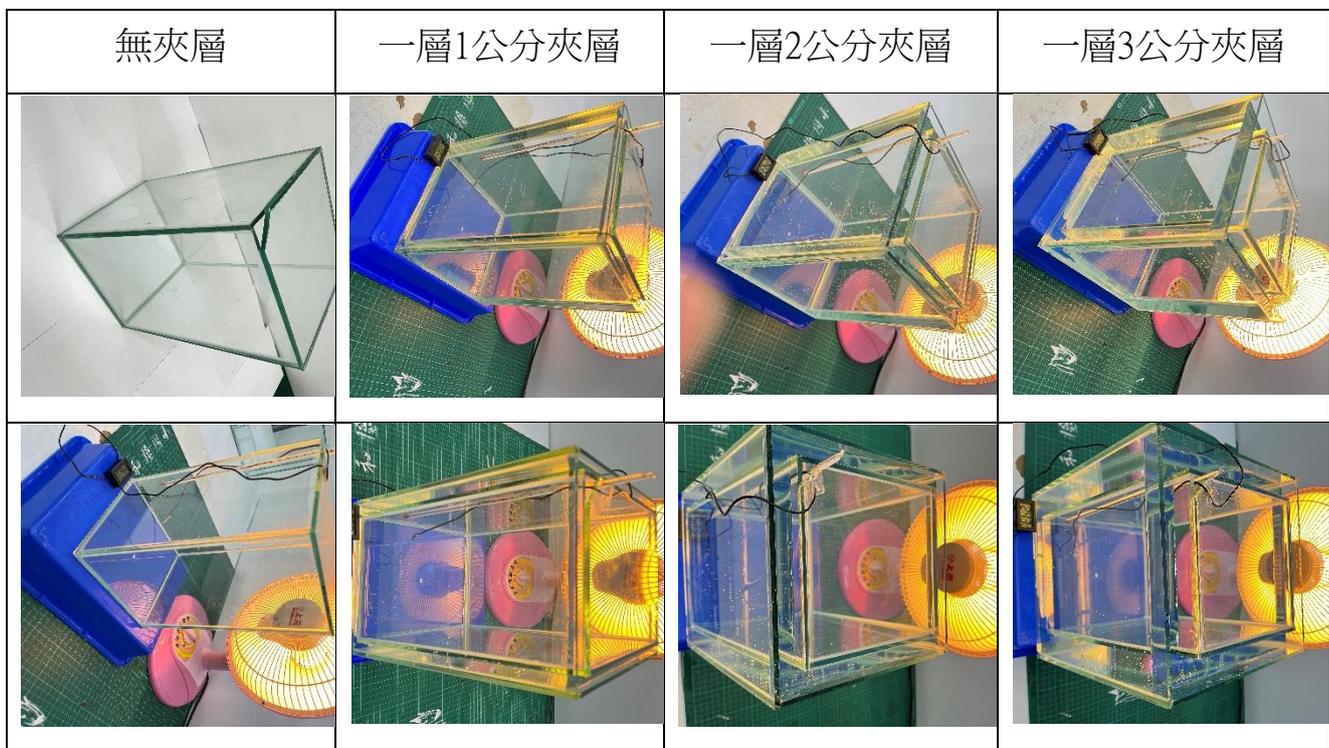
1. 準備溫度計、電暖器、計時器。

- 以電暖器模擬陽光。
- 準備相同紙盒模型，將盒子一面分別不打洞、直徑1公分1個洞、直徑2公分1個洞。
- 準備相同紙盒模型，一面分別打直徑2公分1個洞、2個洞、3個洞。
- 每分鐘對紙盒前、後、左、右四面溫度與模型內溫度進行測量。
- 測量10次。
- 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩極端值，取中間6次求平均值。



(六) 實驗六：外牆夾層使用「水冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？

- 準備溫度計、電暖器、計時器。
- 準備無夾層、1公分夾層裝水、2公分夾層裝水、3公分夾層裝水的玻璃屋模型。
- 以電暖器模擬陽光照射玻璃模型。
- 每分鐘對玻璃屋模型前、後、左、右四面溫度與模型內溫度進行測量，測量30分鐘。
- 每面測量10次。
- 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間4次求平均值。



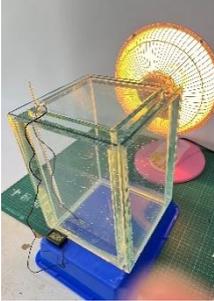
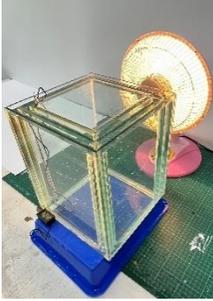
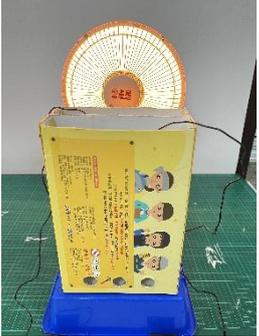
(七) 實驗七：排列組合「氣冷系統」與「水冷系統」與教室「蘊熱力」有何關係？

1. 「氣冷」與「水冷」溫度上升比較

- (1) 準備紅外線溫度計、水銀溫度計與電子溫度計、電暖器、計時器。
- (2) 以電暖器模擬陽光輻射熱源，照射二層1公分夾層、一層2公分夾層的玻璃屋模型。
- (3) 每分鐘對玻璃屋模型前、後、左、右四面溫度與模型內溫度進行測量，測量30分鐘。測量10次。
- (4) 將記錄數值依大小排序後，排除最大兩次與最小兩次極端值，取中間6次求平均值。

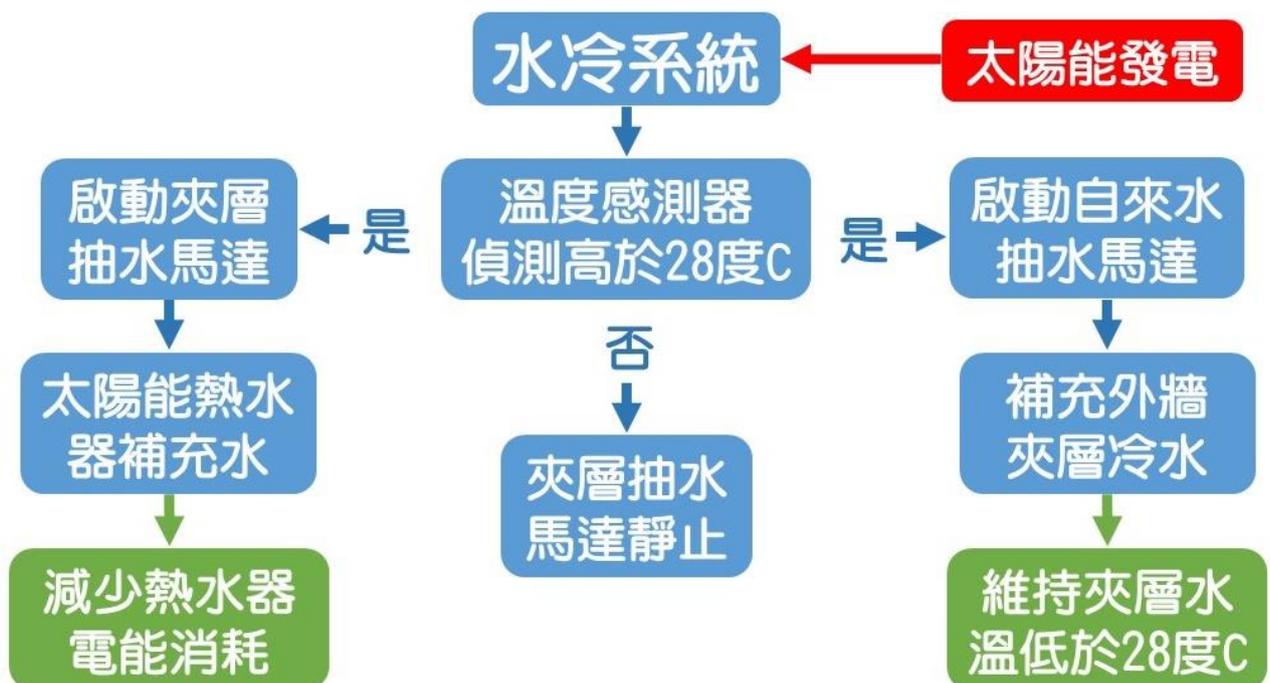
2. 「氣冷」與「水冷」排列組合溫度上升比較

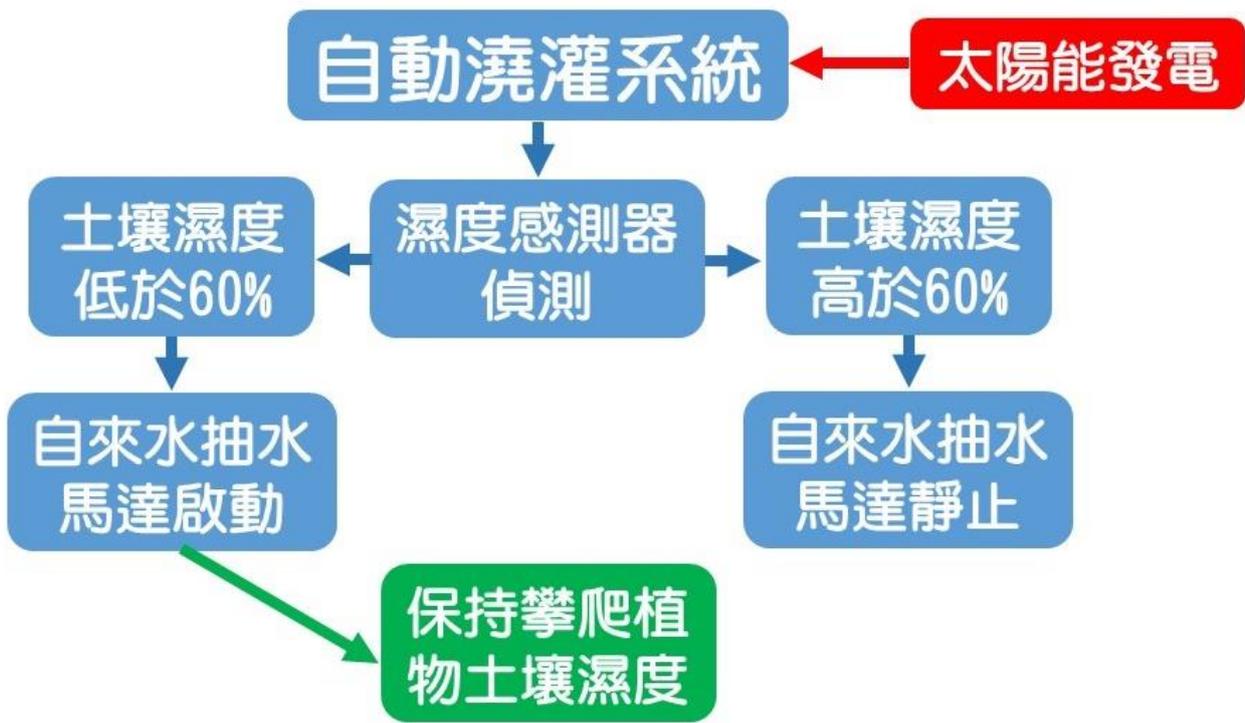
- (1) 「氣冷」模組與「水冷」模組均使用固定大小模型，以下方鑽出效果最佳3個直徑2公分圓形進氣口「氣冷」模組。
- (2) 分別依兩層「氣冷」+「氣冷」模組，兩層「水冷」+「水冷」模組、「水冷」+「氣冷」與「氣冷」+「水冷」進行實驗並測量。

一層2公分夾層			兩層1公分夾層		
原始模型	夾層裝空氣	夾層裝水	原始模型	夾層裝空氣	夾層裝水
					
兩層夾層（「氣冷」與「水冷」排列組合）					
「氣冷」+「氣冷」		「氣冷」+「水冷」		「水冷」+「氣冷」	
					
					

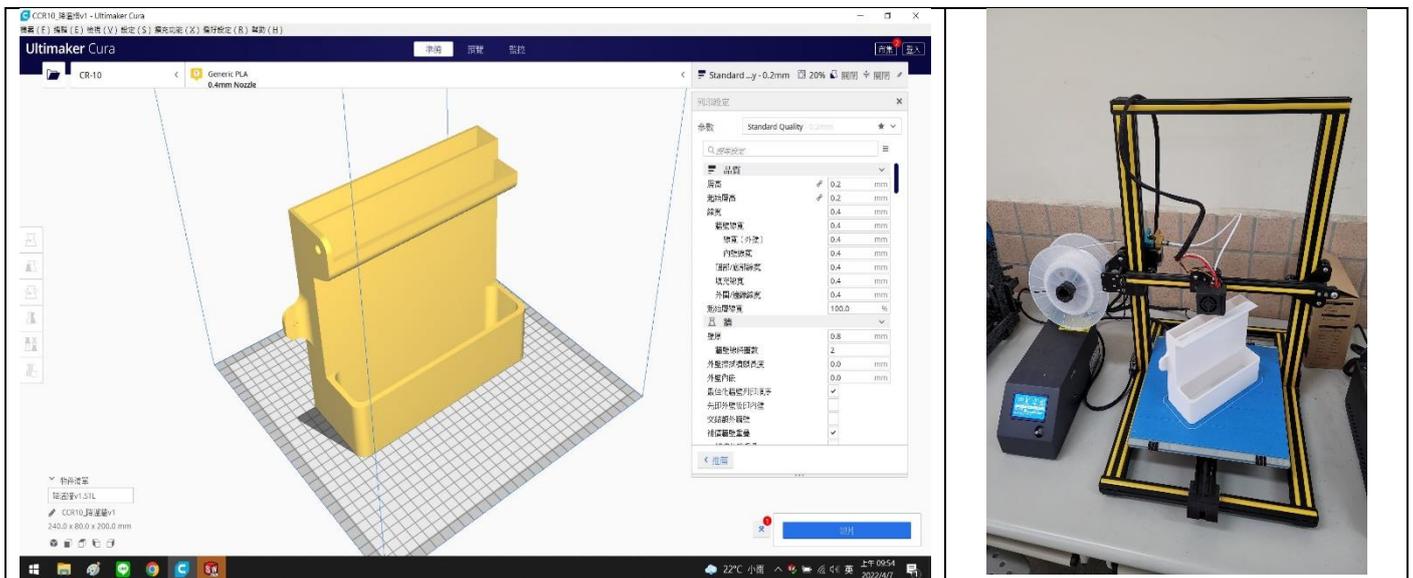
(八) 實驗八：利用Arduino 製作智慧「水冷系統」與外牆植物自動澆灌系統。

1. 畫出邏輯圖。
2. 設計 Arduino 程式。
3. 上傳到智能晶片，驗證夾層水溫達28度時是否能夠自動。





使用Ultimaker Cura軟體設計3D列印-製作內外牆及攀牆植物澆灌模型



設計 Arduino 程式

1. 函式庫及初始設定（網路引用）
2. 設計主程式（無限迴圈）

```
void loop(void)
{
  sensors.requestTemperatures(); //下指令要求取得溫度感測器的溫度值
  temp=sensors.getTempCByIndex(0); //將溫度感測數值存放到temp變數
  wet = map(analogRead(A0), 0, 1023, 0, 100); //將土壤濕度感測數值轉換成百分比，存放到變數wet
  oled(); //呼叫顯示溫溼度副程式
  if(temp>28){ //當溫度高於28度時，呼叫換水副程式
    change_water();
  }
  if(wet<60){ //當土壤濕度低於60%時，呼叫澆花S副程式
    water_flowers();
  }
}
```

3. 設計副程式（依條件啟動）

```
void change_water(){
  display.clearDisplay(); //清除畫面
  display.setCursor(22,20); //在座標(22,20)地方顯示change
  display.println("Change");
  display.setCursor(30,40); //在座標(30,40)地方顯示Water
  display.println("Water");
  display.display(); //輸出顯示
  out_motor.run(FORWARD); //將水槽水抽出5秒
  delay(5000);
  in_motor.run(FORWARD); //將自來水抽入水槽5秒，同時關閉抽出水槽的馬達
  out_motor.run(RELEASE);
  delay(5000);
  out_motor.run(RELEASE); //抽入與抽出的馬達接關閉
  in_motor.run(RELEASE);
}

void water_flowers(){
  display.clearDisplay(); //清除畫面
  display.setCursor(35,20); //在座標(35,20)地方顯示Water
  display.println("Water");
  display.setCursor(20,40); //在座標(20,40)地方顯示Flowers
  display.println("Flowers");
  display.display();
  flower_motor.run(FORWARD); //抽水至澆花槽5秒
  delay(5000);
  flower_motor.run(RELEASE); //關閉澆花馬達
}

void oled(){
  display.clearDisplay(); //清除畫面
  display.setCursor(25,10); //在座標(25,10)地方顯示溫度
  display.print("T:");
  display.println(temp,1);
  display.setCursor(25,40); //在座標(25,40)地方顯示土壤濕度
  display.print("H:");
  display.print(wet);
  display.print("%");
  display.display(); //輸出顯示
}
```

伍、結果與討論

本研究主要探討建築物方位、樓層、外牆材質、外牆夾層厚度、外牆夾層介質、外牆隔熱介質的對溫度變化的影響。操縱變因為「建築物方位、樓層」、「外牆夾層數」、「外牆夾層厚度」、「外牆隔熱介質」、「氣冷系統」、「水冷系統」等，實驗分為實際觀測與製作室內模型

希望能提出科學數據佐證何種建築方式及隔熱材質，可以有效降低夏季室內溫度，減少電扇與冷氣運作，並達成節能減碳永續校園愛護地球環保概念。

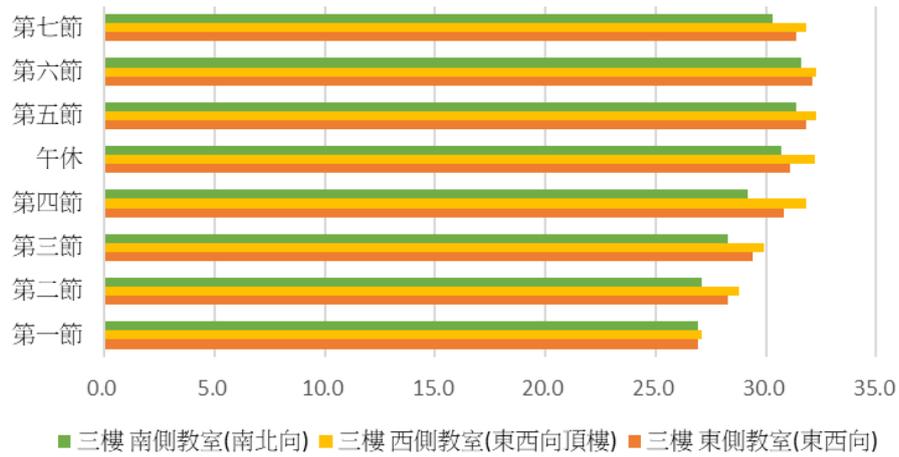
一、實驗一：調查學校不同建築物樓層、方位與教室「蘊熱力」有何關係？

(一) 實驗結果：學校不同建築物樓層、方位與教室「蘊熱力」的影響關係表

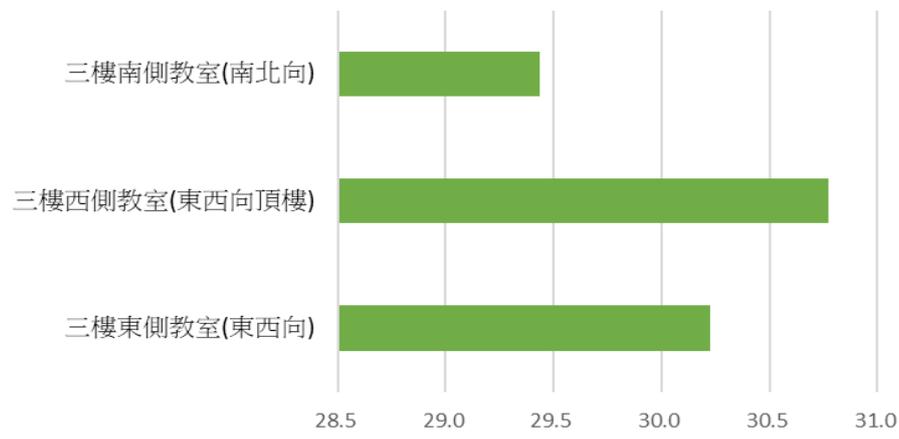
我的學校教室下課時間平均溫度 (°C)

地點 時間	一樓			二樓			三樓			四樓	
	東側 教室	西側 教室	南側 教室	東側 教室	西側 教室	南側 教室	東側 教室	西側 教室	南側 教室	東側 教室	南側 教室
第一節	25.1	25.6	26.9	27.3	25.8	26.1	26.9	26.5	26.3	26.8	27.1
第二節	26.2	26.2	28.3	28.8	26.4	27.8	27.1	27.2	27.1	27.3	28.8
第三節	26.9	27.8	29.4	30.6	28.3	29.1	28.3	28.4	28.4	28.9	29.9
第四節	27.2	29.3	30.8	31.2	30.9	29.6	29.2	29.5	28.9	30.2	31.8
午休	28.2	30.5	31.1	31.9	31.3	30.6	30.7	30.6	29.5	30.6	32.2
第五節	28.5	31.9	31.8	32.2	31.7	31.2	31.4	31.4	30.6	31.8	32.3
第六節	28.2	31.8	32.1	32.4	30.2	31.6	31.6	31.7	31.7	32.1	32.3
第七節	27.7	30.3	31.4	31.3	29.6	31.4	30.3	31.2	30.2	31.8	31.8
平均	27.3	29.2	30.2	30.7	29.3	29.7	29.4	29.6	29.1	29.8	30.8

建築物方位與蘊熱力關係表



建築物方向與蘊熱力關係- 平均溫度



地點 時間	東側教室 (°C)				南側教室 (°C)				西側教室 (°C)		
	一樓	二樓	三樓	四樓	一樓	二樓	三樓	四樓	一樓	二樓	三樓
第一節下課	25.1	26.3	25.8	25.6	26.8	26.1	26.9	27.1	26.9	27.3	26.5
第二節下課	26.2	27.1	26.4	26.2	27.3	27.8	28.3	28.8	27.1	28.8	27.2
第三節下課	26.9	28.4	28.3	27.8	28.9	29.1	29.4	29.9	28.3	30.6	28.4
第四節下課	27.2	28.9	30.9	29.3	30.2	29.6	30.8	31.8	29.2	31.2	29.5
午休	28.2	29.5	31.3	30.5	30.6	30.6	31.1	32.2	30.7	31.9	30.6
第五節下課	28.5	30.6	31.7	31.9	31.8	31.2	31.8	32.3	31.4	32.2	31.4
第六節下課	28.2	31.7	30.2	31.8	32.1	31.6	32.1	32.3	31.6	32.4	31.7
第七節下課	27.7	30.2	29.6	30.3	31.8	31.4	31.4	31.8	30.3	31.3	31.2
平均	27.3	29.1	29.3	29.2	29.8	29.7	30.2	30.8	29.4	30.7	29.6

(二) 討論：

實驗結果如上表格與圖表，共觀測學校東側教室（東西向中央走廊）、西側教室（東西向頂樓）、南側教室（南北向）1、2、3、4樓，10天進行排序後捨去前後各兩天極端值，以排序中間六天求取平均值。

(1) 以建築物方位為比較基準

由觀察結果中，我們發現大部分時間溫度高低呈現西側教室（東西向頂樓）> 東側教室（東西向中央走廊）> 南側教室（南北向）。

我們認為應該是東西向教室因為大部分太陽光直射熱輻射的關係所以西側教室（東西向頂樓）和東側教室（東西向中央走廊）溫度高於南側教室（南北向）。而西側教室（東西向頂樓）溫度高於東側教室（東西向中央走廊）應該是西側教室頂樓熱傳導的關係。

(2) 以建築物樓層為比較基準

由觀察結果中，我們發現東側教室（東西向）與西側教室（東西向）樓層溫度呈現四樓> 三樓> 二樓> 一樓，我們認為東西向教室因為太陽光先熱輻射頂樓水泥，再熱傳導的關係所以溫度四樓> 三樓> 二樓> 一樓。

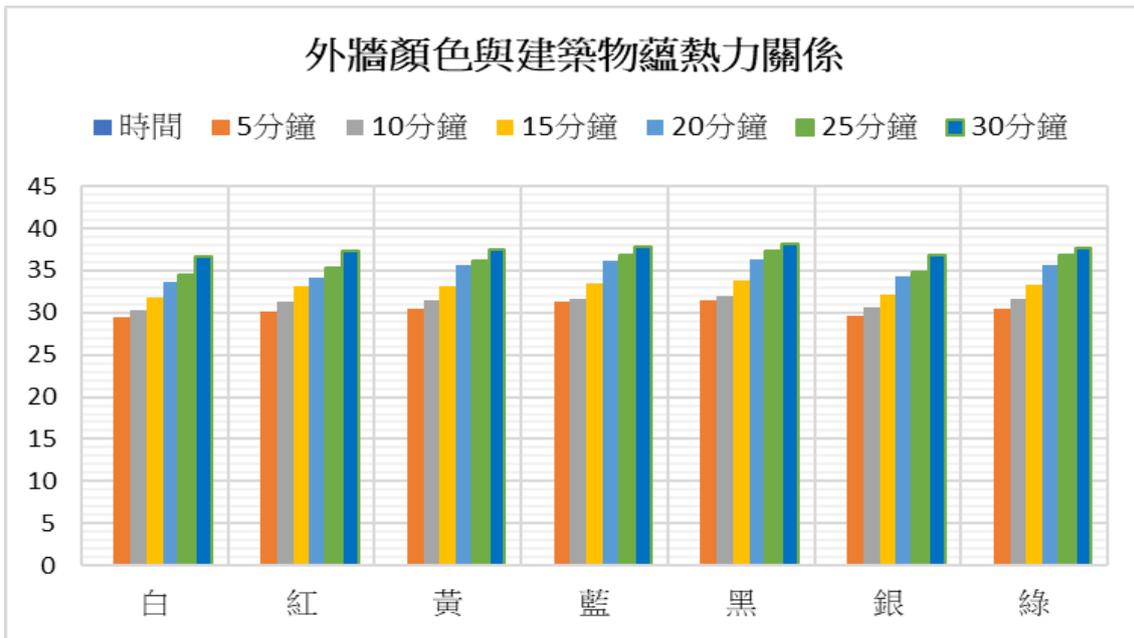
南側教室（南北向）的觀察結果呈現四樓> 一樓> 三樓> 二樓的溫度差異，我們認為是南側教室因為南北向，所以南北風力明顯，所以除了太陽熱輻射與熱傳導變項外，氣流變項也應納入微氣候考量，南側教室一樓因為學校周遭住家建築阻擋氣流的關係，溫度較高。

小結：透過測量學校不同建築物，我們發現南北向教室溫度較東西向溫度涼爽，樓層低較樓層高溫度涼爽，所以我們建議新建教室時能儘量納入「建築物方位」考量儘量以南北向進行設計，而高樓層普遍較低樓層溫度高，所以可以採用屋頂隔熱物質減低熱傳導，甚至利用屋頂熱能裝置太陽能發電。

二、實驗二：建築物外牆「顏色」與建築物「蘊熱力」有何關係？

(一) 實驗結果：「顏色」與建築物蘊熱力的關係表

顏色 時間	白	紅	黃	藍	黑	銀	綠
5分鐘	29.5	30.2	30.4	31.3	31.5	29.7	30.5
10分鐘	30.3	31.3	31.5	31.7	31.9	30.6	31.6
15分鐘	31.8	33.1	33.2	33.5	33.8	32.1	33.3
20分鐘	33.7	34.2	35.6	36.1	36.4	34.3	35.7
25分鐘	34.4	35.3	36.2	36.9	37.4	34.8	36.8
30分鐘	36.7	37.3	37.5	37.8	38.2	36.9	37.6



(二) 討論：

實驗結果如上表格與圖表，我們共測試十次分別以5分鐘、10分鐘、15分鐘、20分鐘、25分鐘、30分鐘以白色、銀色、紅色、黃色、綠色、藍色、黑色進行建築物表面溫度測量，測量10次。進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值。

結果發現表面溫度由低至高分別為白色> 銀色> 紅色> 黃色> 綠色> 藍色> 黑色，而且從5分鐘開始測量至30分鐘結果都相同，我們認為色差愈淡反射熱源輻射性質越良好，顏色越重越能夠吸收熱源輻射，所以我們認為建築物的塗料顏色與聚熱程度呈現正相關，建議學校外牆可以粉刷淡色系顏料以避免吸收太陽輻射熱源。

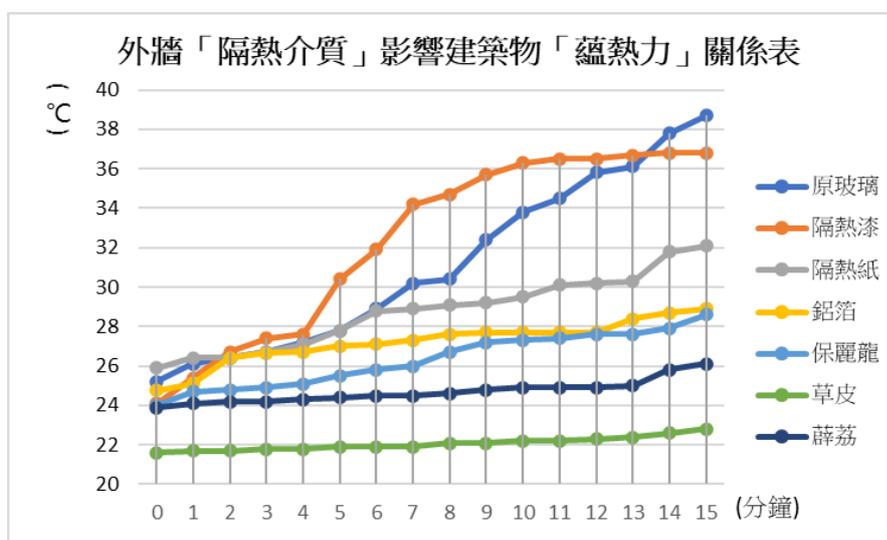
小結：學校建築物的塗料顏色與聚熱程度呈現正相關，因為色差愈淡反射熱源輻射性質越良好，顏色越重越能夠吸收熱源輻射。

三、實驗三：不同外牆「隔熱介質」會影響建築物「蘊熱力」嗎？

(一) 實驗結果：外牆「隔熱介質」影響建築物「蘊熱力」關係表

材質 時間	原玻璃	隔熱漆	隔熱紙	鋁箔	保麗龍	草皮	薜荔
0分	25.2	24.1	25.9	24.8	24.0	21.6	23.9
1分	26.1	25.4	26.4	25.1	24.7	21.7	24.1
2分	26.4	26.7	26.4	26.4	24.8	21.7	24.2

3分	26.7	27.4	26.7	26.7	24.9	21.8	24.2
4分	27.2	27.6	27.1	26.7	25.1	21.8	24.3
5分	27.8	30.4	27.8	27.0	25.5	21.9	24.4
6分	28.9	31.9	28.8	27.1	25.8	21.9	24.5
7分	30.2	34.2	28.9	27.3	26.0	21.9	24.5
8分	30.4	34.7	29.1	27.6	26.7	22.1	24.6
9分	32.4	35.7	29.2	27.7	27.2	22.1	24.8
10分	33.8	36.3	29.5	27.7	27.3	22.2	24.9
11分	34.5	36.5	30.1	27.7	27.4	22.2	24.9
12分	35.8	36.5	30.2	27.7	27.6	22.3	24.9
13分	36.1	36.7	30.3	28.4	27.6	22.4	25.0
14分	37.8	36.8	31.8	28.7	27.9	22.6	25.8
15分	38.7	36.8	32.1	28.9	28.6	22.8	26.1



(二) 討論：

在我們準備實驗的過程中，上網搜尋到綠色植物牆的建築，在牆上栽種各種植物，能美化環境營造自然生態氛圍，還能淨化空氣和降低噪音，且有助調節氣溫，因此我們也將植物列入隔熱介質的比較，希望使外牆佈滿綠色植物，我們選用爬藤類的薜荔與草皮。

實驗結果如上表格與圖表，在每分鐘分別進行「隔熱介質」溫度測量，共測試十次進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值，我們發現溫度上升由多到少分別為原玻璃、隔熱漆、隔熱紙、鋁箔、保麗龍、薜荔、草皮，溫度上升較少的是草皮和爬藤植物薜荔，次之的是保麗龍、鋁箔和隔熱紙，最後則是隔熱漆和沒有安裝隔熱介質的玻璃。

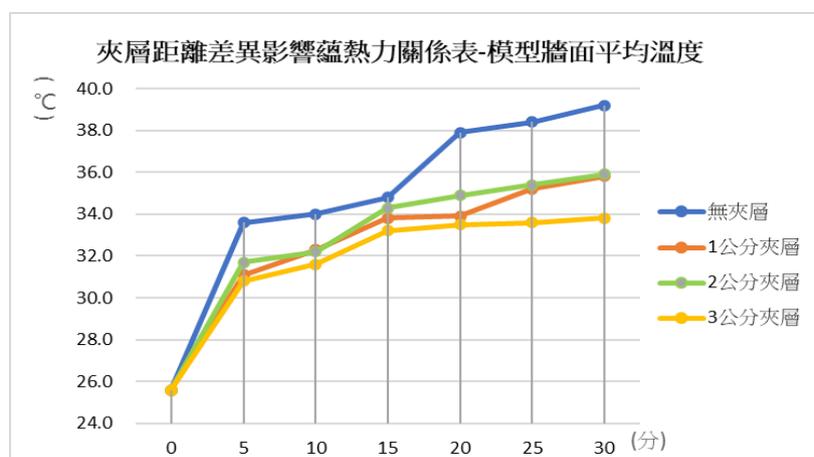
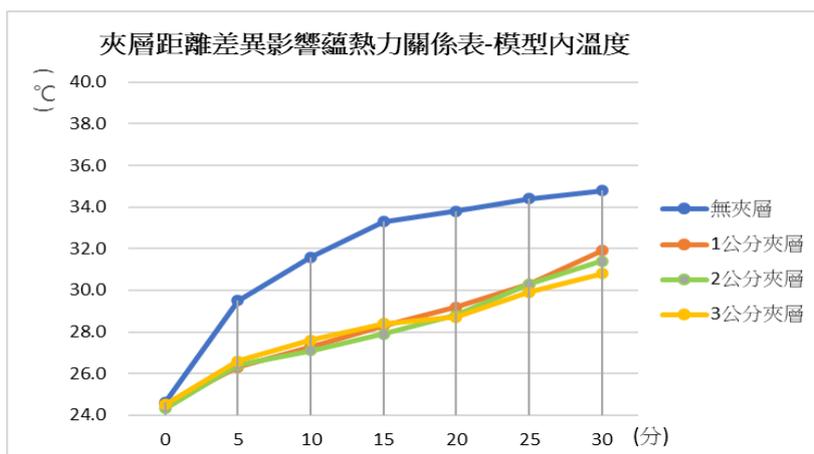
草皮溫度上升最少的原因應該是因為土壤具有厚度可以隔絕熱傳導，而且土壤內含有水分，水分在蒸發的過程中吸收熱量可以幫助調節溫度，另外植物的葉子可以反射光線抵擋輻射熱，並且植物的蒸散作用也能增加空氣濕度來協助調節溫度，而保麗龍則是利用發泡隔熱材獨立氣泡阻絕空氣產生對流作用，而達到隔熱效果，鋁箔和隔熱紙則是能夠反射光線，有效阻隔熱輻射，所以能夠減少溫度的上升。

小結：草皮、薜荔都能夠良好的阻絕熱輻射，並透過蒸發與蒸散作用調節溫度，所以建議建築外牆時可以使用植物牆，雖然草皮隔熱降溫的效果較佳，但是要將草皮安裝在牆面上不太容易，所以從便利性及適用性來看，牆面建議使用像薜荔的攀藤類植物。

四、實驗四：外牆「夾層距離」差異會影響建築物「蘊熱力」嗎？

(一) 實驗結果：外牆「夾層距離」差異影響建築物「蘊熱力」關係表。

時間	模型內溫度				模型外牆四面平均溫度			
	無夾層	1公分夾層	2公分夾層	3公分夾層	無夾層	1公分夾層	2公分夾層	3公分夾層
0分	24.6	24.5	24.3	24.5	25.6	25.6	25.6	25.6
5分	29.5	26.3	26.4	26.6	33.6	31.1	31.7	30.8
10分	31.6	27.3	27.1	27.6	34.0	32.3	32.2	31.6
15分	33.3	28.3	27.9	28.4	34.8	33.8	34.3	33.2
20分	33.8	29.2	28.8	28.7	37.9	33.9	34.9	33.5
25分	34.4	30.3	30.3	29.9	38.4	35.2	35.4	33.8
30分	34.8	31.9	31.4	30.8	39.2	35.8	35.6	34.3



(二) 討論：

實驗結果如上表格與圖表，我們分別在每分鐘對無夾層、夾層1公分、夾層2公分、夾層3公分的玻璃屋模型進行溫度測量，測量十次。進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值。

結果發現玻璃屋模型內溫度及外牆表面溫度，溫度最高且上升最快為無夾層的玻璃屋模型，而具有夾層的玻璃屋模型溫度上升較為緩慢，並且溫度上升幅度較小，所以具有夾層的玻璃屋溫度較低，我們認為是因為夾層有多一面牆能阻隔輻射熱，而以夾層距離來看，3公分夾層距離略勝2公分和1公分，是因為夾層距離愈大，熱輻射的距離必須拉長的緣故。

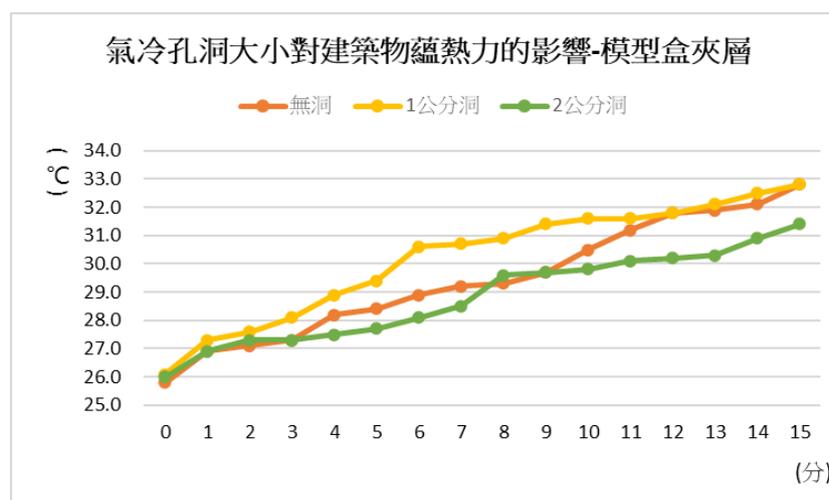
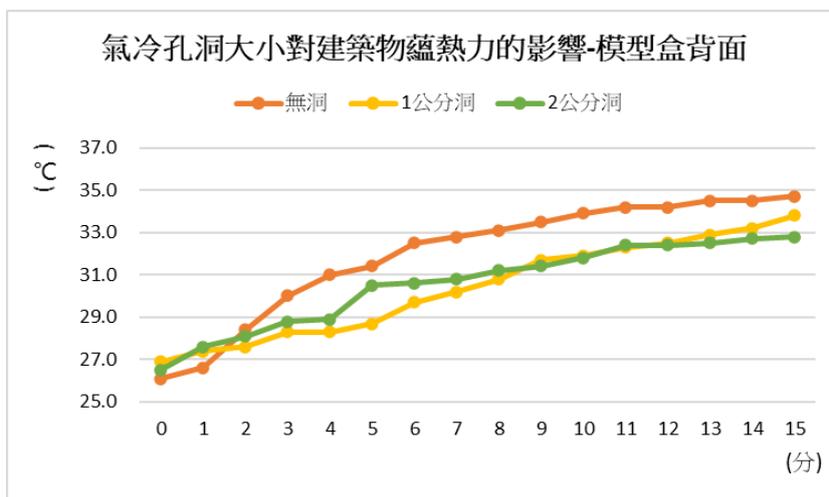
小結：建築物具有夾層的隔熱效果愈佳，是因為多一面牆可以阻隔熱輻射，而夾層距離差異會影響蘊熱力，但1公分、2公分、3公分距離相近，因此溫度的差別也較不明顯。

五、實驗五：外牆夾層利用熱對流「氣冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？

(一) 實驗結果：

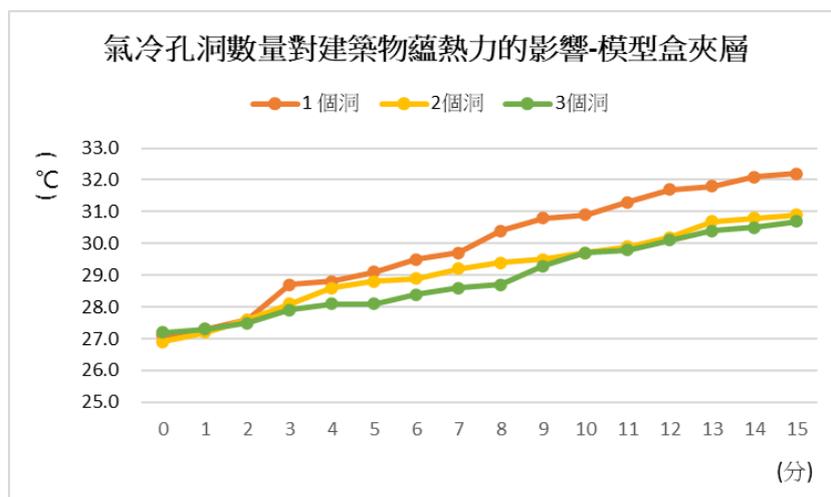
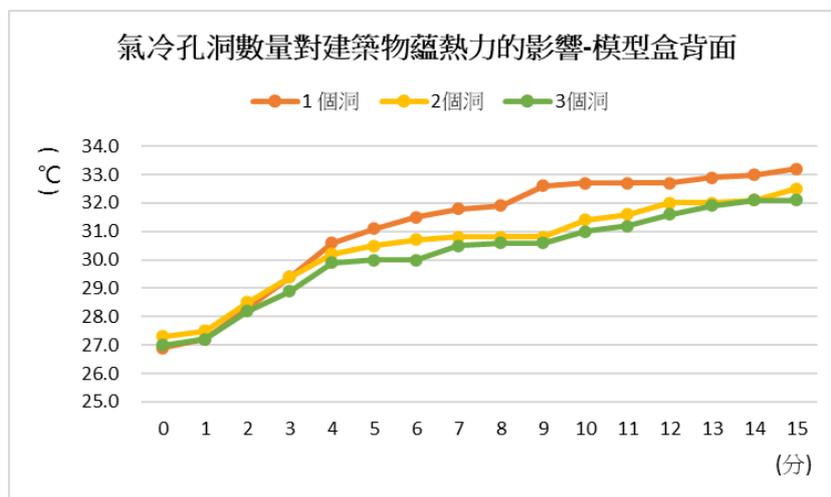
4. 氣冷孔洞大小對建築物蘊熱力的影響：模型盒未打洞、直徑 1 公分 1 個洞、直徑 2 公分 1 個洞的溫度上升情形。

種類 時間	背面溫度			夾層內溫度		
	無洞	1 公分洞 1 個	2 公分洞 1 個	無洞	1 公分洞 1 個	2 公分洞 1 個
0 分	26.1	26.9	26.5	25.8	26.1	26.0
1 分	26.6	27.4	27.6	26.9	27.3	26.9
2 分	28.4	27.6	28.1	27.1	27.6	27.3
3 分	30.0	28.3	28.8	27.3	28.1	27.5
4 分	31.0	28.3	28.9	28.2	28.9	27.3
5 分	31.4	28.7	30.5	28.4	29.4	27.7
6 分	32.5	29.7	30.8	28.9	30.9	28.5
7 分	33.1	30.2	30.6	29.2	30.7	28.1
8 分	32.8	30.8	31.2	29.3	30.6	29.6
9 分	34.5	31.7	31.4	29.4	31.6	29.7
10 分	34.2	31.9	31.8	29.4	31.6	29.8
11 分	33.5	32.3	32.4	31.2	31.4	30.1
12 分	33.9	32.5	32.5	31.8	31.8	30.2
13 分	34.2	32.9	32.4	31.9	32.1	30.3
14 分	34.7	33.2	32.8	32.1	32.5	30.9
15 分	34.5	33.8	32.7	32.8	32.8	31.4



5. 氣冷孔洞數量對建築物蘊熱力的影響：比較模型盒分別打1個直徑2公分洞、2個直徑2公分洞和3個直徑2公分洞的溫度上升情形

種類 時間	背面溫度			夾層內溫度		
	2公分洞1 個	2公分洞2 個	2公分洞3 個	2公分洞1 個	2公分洞2 個	2公分洞3 個
0分	26.9	27.3	27.0	27.1	26.9	27.2
1分	27.2	27.5	27.2	27.3	27.2	27.3
2分	28.3	28.5	28.2	27.6	27.6	27.5
3分	29.4	29.4	28.9	28.7	28.1	27.9
4分	30.6	30.2	29.9	28.8	28.6	28.1
5分	31.1	30.5	30.0	29.1	28.8	28.1
6分	31.5	30.7	30.0	29.5	28.9	28.4
7分	31.8	30.8	30.5	29.7	29.2	28.6
8分	31.9	30.8	30.6	30.4	29.4	28.7
9分	32.6	30.8	30.6	30.8	29.5	29.3
10分	32.7	31.4	31.0	30.9	29.7	29.7
11分	32.7	31.6	31.2	31.3	29.9	29.8
12分	32.7	32.0	31.6	31.7	30.2	30.1
13分	32.9	32.0	31.9	31.8	30.7	30.4
14分	33.0	32.1	32.1	32.1	30.8	30.5
15分	33.2	32.5	32.1	32.2	30.9	30.7



(二) 討論：

實驗結果如上表格及圖表，我們每分鐘分別對未打洞、直徑1公分圓洞、直徑2公分圓洞的模型盒，進行溫度的測量，共測量十次。進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值。

我們發現溫度上升由多到少分別為未打洞、直徑1公分圓洞、直徑2公分圓洞的模型盒，溫度上升較少的是開口較大的模型盒，因此我們再分別對1個直徑2公分圓洞、2個直徑2公分圓洞、3個直徑2公分圓洞的模型盒來做比較，進行溫度變化的測量，結果發現以3個直徑2公分圓洞的溫度上升最少，次之的是2個洞，最後則是1個洞。

我們認為原因應該是因為開口較大，可以吸入的冷風較多，再從中空且開放的夾層讓空氣對流，空氣流動是循環的，當空氣受熱後體積膨脹密度減少而逐漸上升，低處的熱空氣會往高處上升離開，內部空出的位置則由下方的洞口氣流補足，因此溫度上升較少。另外觀察到模型盒夾層的溫度較背面溫度來的低，應該是因為紙盒熱傳導的速度較快，而夾層內因為有冷熱空氣產生熱對流的關係所以溫度較低。

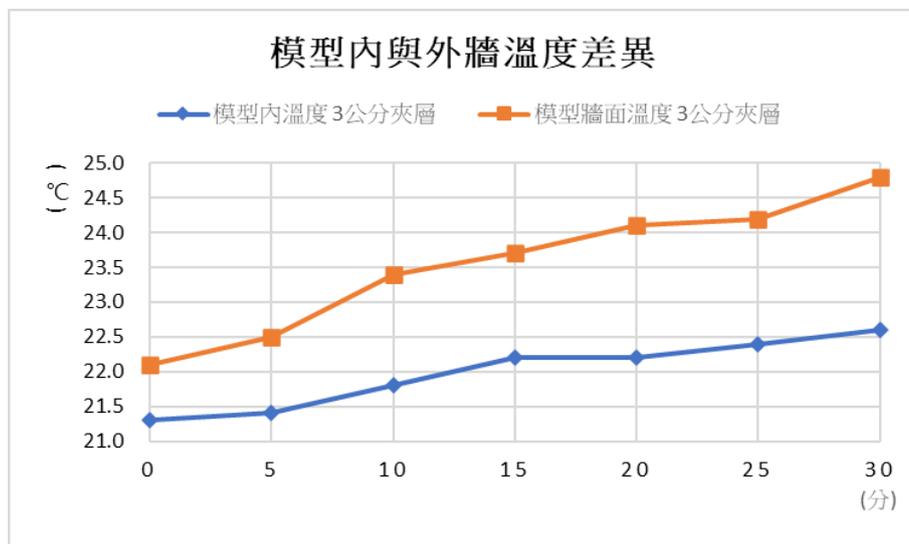
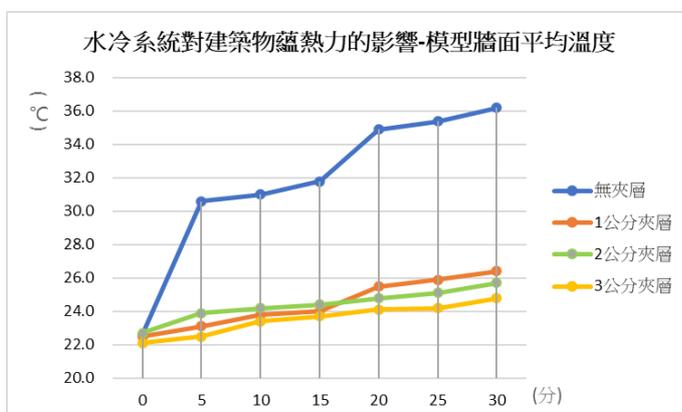
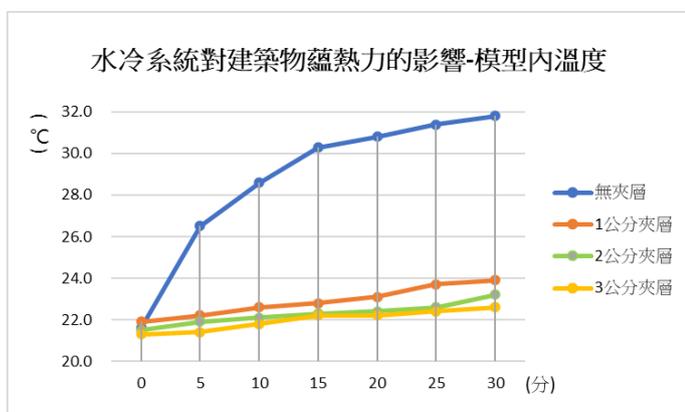
小結：模型盒的洞口數愈多，可以吸入的冷風就愈多，當熱空氣由上方離開，冷空氣

由下方洞口補入，可以幫助調節溫度。

六、實驗六：外牆夾層使用「水冷系統」，會影響建築物的「蘊熱力」嗎？

(一) 實驗結果：

夾層 時間	模型內溫度				模型外牆四面平均溫度			
	無夾層	1公分夾層	2公分夾層	3公分夾層	無夾層	1公分夾層	2公分夾層	3公分夾層
0分	21.6	21.9	21.5	21.3	22.6	22.5	22.7	22.1
5分	26.5	22.2	21.9	21.4	30.6	23.1	23.9	22.5
10分	28.6	22.6	22.1	21.8	31.0	23.8	24.2	23.4
15分	30.3	22.8	22.3	22.2	31.8	24.0	24.4	23.7
20分	30.8	23.1	22.4	22.2	34.9	25.5	24.8	24.1
25分	31.4	23.7	22.6	22.4	35.4	25.9	25.1	24.2
30分	31.8	23.9	23.2	22.6	36.2	26.4	25.7	24.8



(二) 討論：

實驗結果如上表格與圖表，我們在每5分鐘對無夾層和夾層1公分裝水的玻璃屋模型，進行模型內和外牆四面溫度測量，共測十次，進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值。

實驗結果發現夾層裝水相較於無夾層的玻璃屋模型溫度上升較少，我們認為因為水

的比熱較大，水牆愈厚熱傳導的距離也愈長，所以可以減少熱傳導的效果，因此我們繼續比較夾層1公分、2公分、3公分的玻璃屋模型。

從實驗結果中，我們發現溫度上升由大到小分別是一層夾層距離1公分、2公分、3公分的玻璃屋模型，3公分夾層的效果最好，我們認為是因為距離愈遠夾層裝水也愈多，水牆愈厚熱輻射和熱傳導的距離愈大，因此防止熱傳播的效果也較好，另外以3公分夾層為例，分別比較模型內溫度和玻璃外牆四面平均溫度，也發現模型內溫度較外牆溫度低，外牆夾層裝水能有效將熱隔絕在外部。

小結：夾層距離愈大，夾層水牆愈厚，隔熱效果愈好，但是1公分和2公分夾層裝水的水冷效果也都相當不錯，因此如果以便利性、價格和節能的考量來看，一面水牆已經可以達到很好的降溫效果。

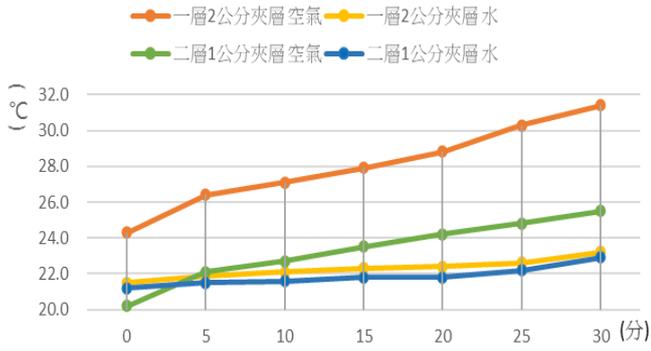
七、實驗七：排列組合「氣冷系統」與「水冷系統」與教室「蘊熱力」有何關係？

(一) 實驗結果：

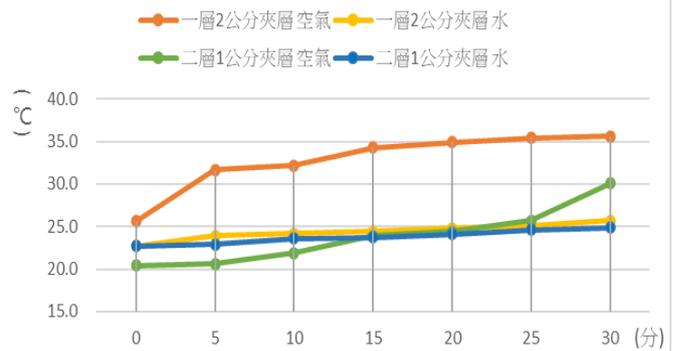
1. 「氣冷」與「水冷」溫度上升比較

種類 時間	模型內溫度				模型外牆四面平均溫度			
	一層 2 公分夾層		二層 1 公分夾層		一層 2 公分夾層		二層 1 公分夾層	
	空氣	水	空氣	水	空氣	水	空氣	水
0 分	20.5	21.5	20.2	21.2	22.1	19.7	21.5	20.6
5 分	22.7	21.9	22.1	21.5	22.8	21.8	21.8	20.4
10 分	23.8	22.1	22.7	21.6	23.6	21.6	22.8	20.7
15 分	24.8	22.3	23.5	21.8	24.5	21.4	23.4	20.9
20 分	25.5	22.6	24.2	21.8	25.4	21.9	23.8	21.4
25 分	26.2	22.9	24.8	21.9	26.4	22.1	24.8	21.5
30 分	27.1	23.4	25.5	22.2	27.1	22.9	25.2	21.4

氣冷與水冷溫度上升比較-模型內溫度

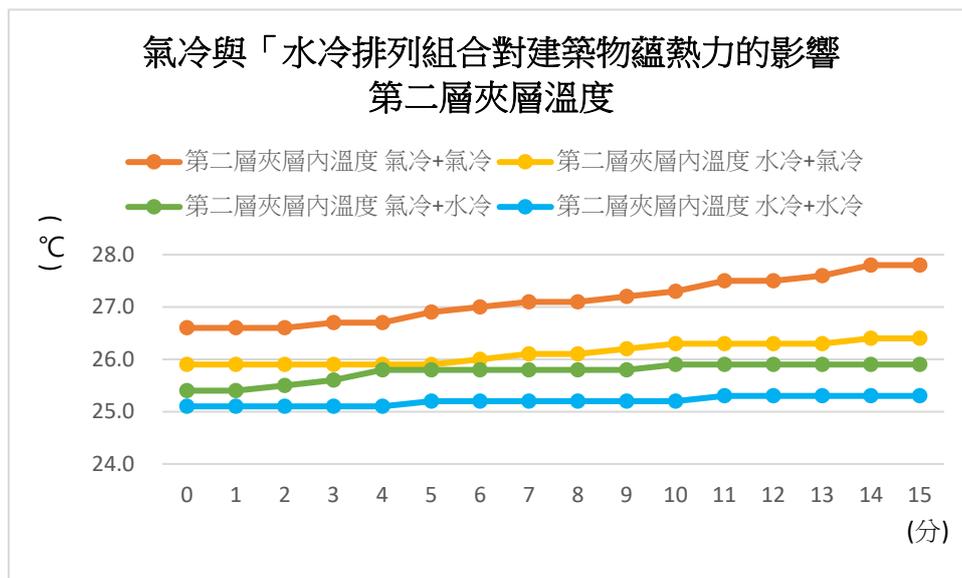
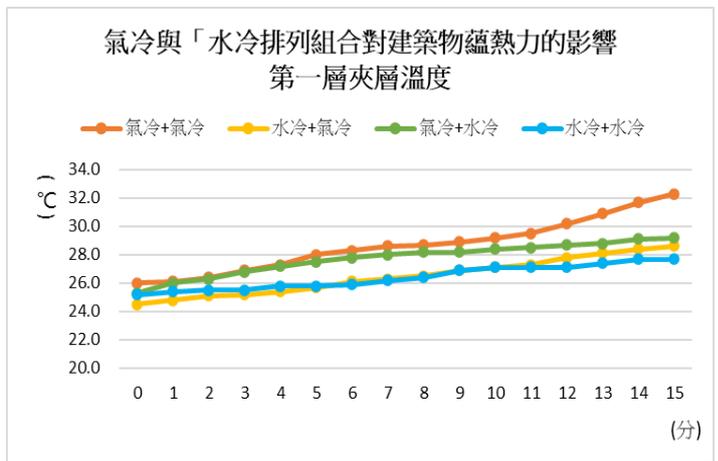
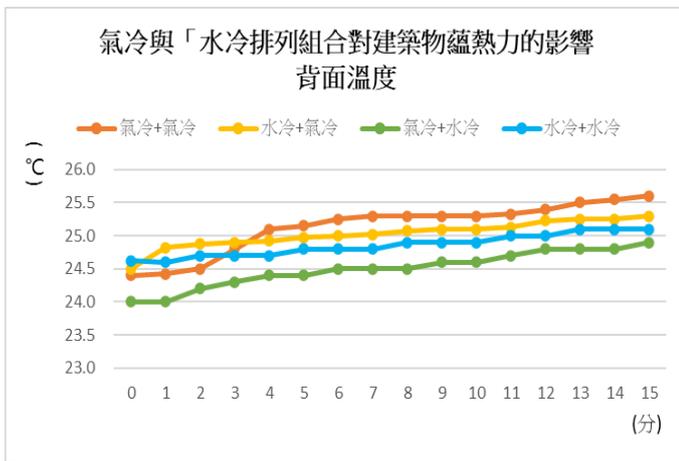


氣冷與水冷溫度上升比較-模型牆面平均溫度



2. 「氣冷」與「水冷」排列組合對建築物蘊熱力的影響

組合 時間	背面溫度				第一層夾層內溫度				第二層夾層內溫度			
	氣冷 + 氣冷	水冷 + 氣冷	氣冷 + 水冷	水冷 + 水冷	氣冷 + 氣冷	水冷 + 氣冷	氣冷 + 水冷	水冷 + 水冷	氣冷 + 氣冷	水冷 + 氣冷	氣冷 + 水冷	水冷 + 水冷
0分	24.4	24.5	24.0	24.6	26.0	24.5	25.3	25.2	26.6	25.9	25.4	25.1
1分	24.4	24.8	24.0	24.6	26.1	24.8	26.0	25.4	26.6	25.9	25.4	25.1
2分	24.5	24.9	24.2	24.7	26.4	25.1	26.3	25.5	26.6	25.9	25.5	25.1
3分	24.8	24.9	24.3	24.7	26.9	25.2	26.8	25.5	26.7	25.9	25.6	25.1
4分	25.1	24.9	24.4	24.7	27.3	25.4	27.2	25.8	26.7	25.9	25.8	25.1
5分	25.2	25.0	24.4	24.8	28.0	25.7	27.5	25.8	26.9	25.9	25.8	25.2
6分	25.3	25.0	24.5	24.8	28.3	26.1	27.8	25.9	27.0	26.0	25.8	25.2
7分	25.3	25.0	24.5	24.8	28.6	26.3	28.0	26.2	27.1	26.1	25.8	25.2
8分	25.3	25.1	24.5	24.9	28.7	26.5	28.2	26.4	27.1	26.1	25.8	25.2
9分	25.3	25.1	24.6	24.9	28.9	26.9	28.2	26.9	27.2	26.2	25.8	25.2
10分	25.3	25.1	24.6	24.9	29.2	27.1	28.4	27.1	27.3	26.3	25.9	25.2
11分	25.3	25.1	24.7	25.0	29.5	27.3	28.5	27.1	27.5	26.3	25.9	25.3
12分	25.4	25.2	24.8	25.0	30.2	27.8	28.7	27.1	27.5	26.3	25.9	25.3
13分	25.5	25.3	24.8	25.1	30.9	28.1	28.8	27.4	27.6	26.3	25.9	25.3
14分	25.6	25.3	24.8	25.1	31.7	28.4	29.1	27.7	27.8	26.4	25.9	25.3
15分	25.6	25.3	24.9	25.1	32.3	28.6	29.2	27.7	27.8	26.4	25.9	25.3



(二) 討論：

實驗結果如上表格與圖表，第一個實驗分別在每5分鐘對「一層2公分夾層」和「二層1公分夾層」的玻璃屋模型，在裝水與不裝水的情形下，進行氣冷與水冷的溫度上升比較，測量十次，進行排序後捨去前後各兩次極端值，以排序中間六次求取平均值。

結果發現溫度上升由低到高分別是二層1公分夾層水冷、一夾2公分夾層水冷、二層1公分夾層氣冷、一層2公分夾層氣冷，我們發現在相同距離下，雙層較單層夾層的溫度上升較少，我們認為是因為雙夾層較單夾層多一面牆，使牆的厚度增加，因此使熱傳導的時間也增加。

從第一個實驗可以發現相同距離雙層夾層比單層夾層的隔熱表現較好，因此在第二個實驗，我們分別在每分鐘對相同模型，在裝水與不裝水的情形下使用雙層夾層，進行「氣冷」與「水冷」排列組合溫度上升比較，實驗結果如上表格與圖表，溫度上升較少的是「水冷+水冷」，次之的是「氣冷+水冷」和「水冷+氣冷」，上升較多的是

「氣冷+氣冷」，綜合上述兩個實驗，可以發現使用水冷夾層方式的模型溫度上升較少，是因為水的比熱較大，可以有效阻隔熱傳導與熱輻射，因此水冷較氣冷表現較佳，而「氣冷+水冷」和「水冷+氣冷」的組合，兩者隔熱表現相當，應該是因為水冷夾層可以有效阻隔熱能的傳導，而空氣夾層可以讓空氣對流，所以兩者前後交換並無明顯差別，隔熱效果也都相當好。

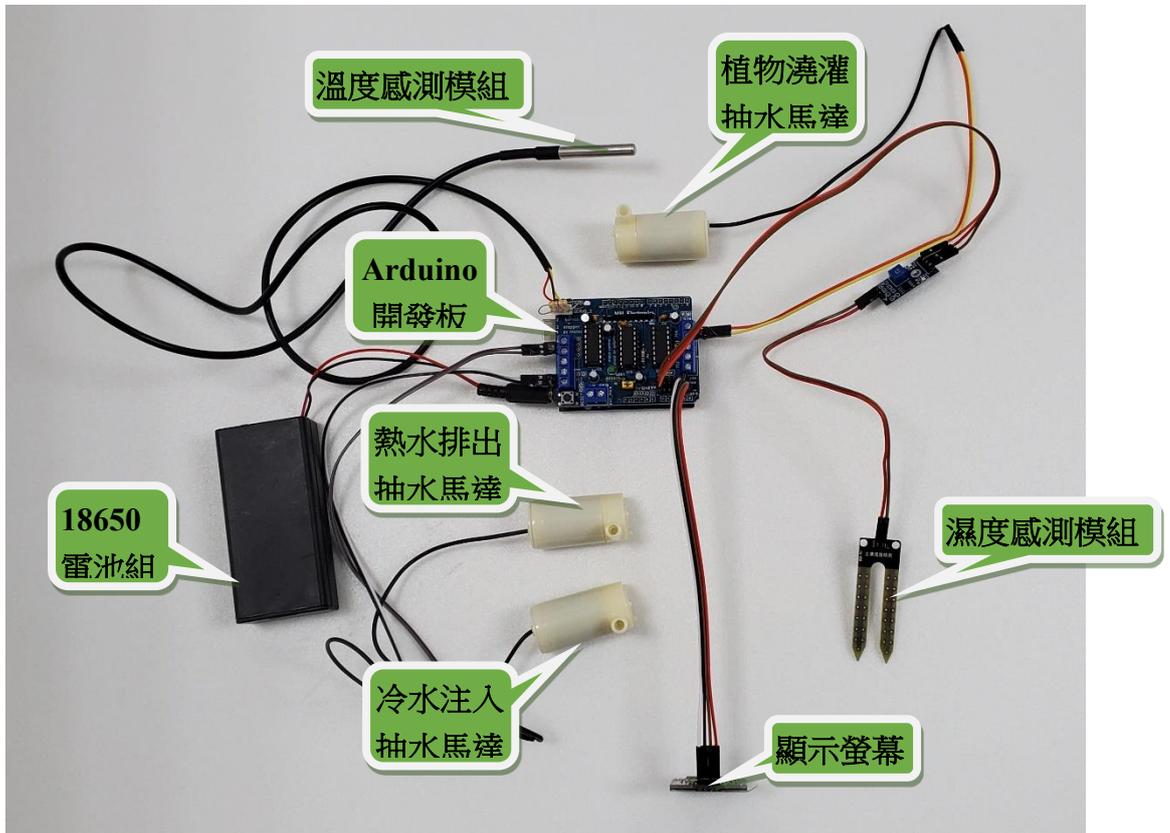
小結：建築物的牆壁夾層數愈多效果愈佳，因為夾層愈多玻璃就愈多層，因此熱輻射的距離必須拉長，且熱源會被吸收的緣故，使用水冷的表現較氣冷更好，因為水的比熱較大，可以有效阻隔熱傳導。

八、實驗八：利用arduino 製作智慧「水冷系統」與外牆植物自動澆灌系統。

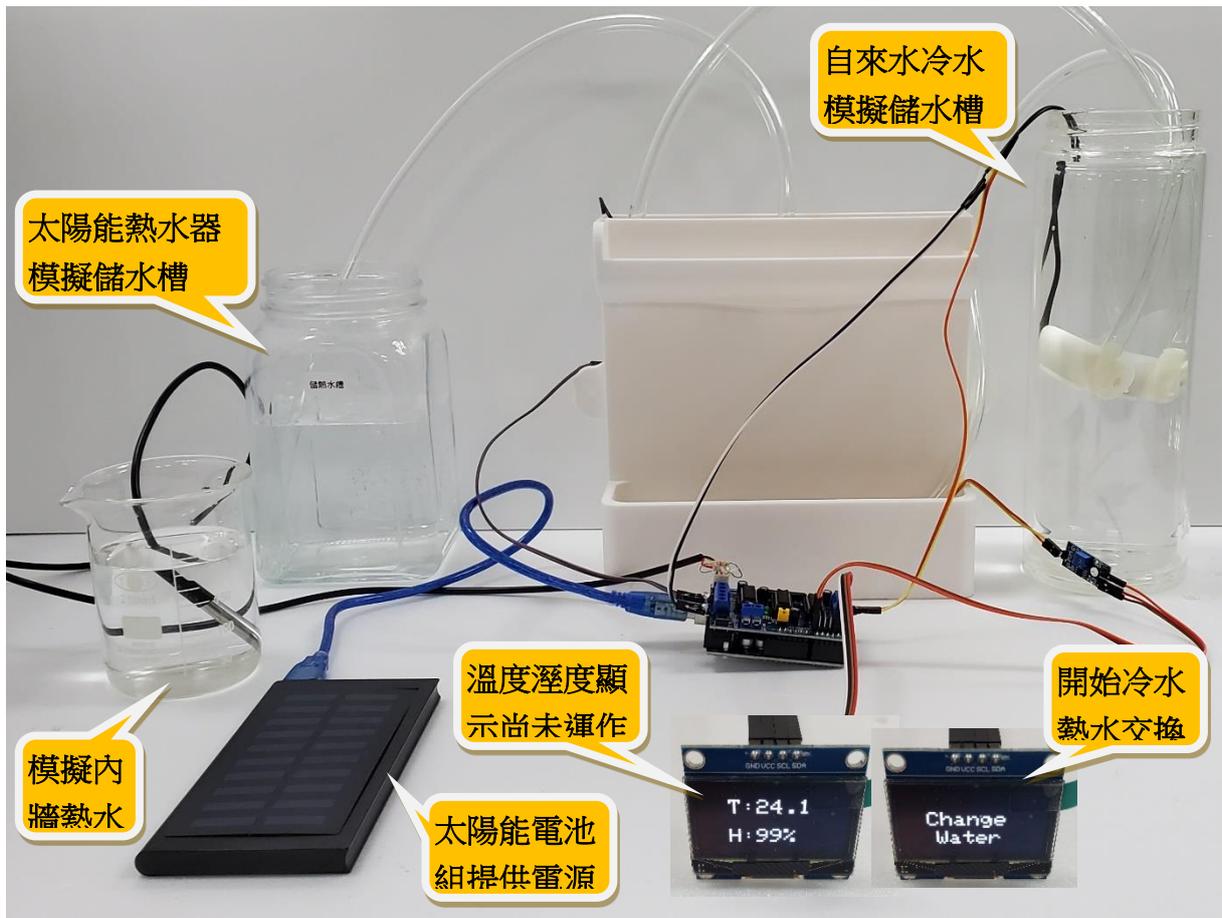
3D列印出內外牆及攀牆植物澆灌模型



組裝arduino模組



進行測試



陸、結論與建議

一、「建築物方位」與「建築物樓層」的差異

- (一) 結論：「建築物方位」與「建築物樓層」差異，與教室的「蘊熱力」呈現正相關，南北向教室溫度較東西向溫度涼爽，樓層低較樓層高溫度涼爽。
- (二) 建議：新建房屋時能儘量納入「建築物方位」考量，儘量以南北向進行設計，而高樓層普遍較低樓層溫度高，所以可以採用屋頂隔熱物質減低熱傳導，甚至利用屋頂熱能裝置太陽能發電。

二、建築物的塗料顏色

- (一) 結論：建築物的塗料顏色與聚熱程度呈現正相關，因為色差愈淡反射熱源輻射性質越良好，顏色越重越能夠吸收熱源輻射。
- (二) 建議：學校外牆可以粉刷淡色系顏料以避免吸收太陽輻射熱源。

三、建築物外牆的隔熱介質

- (一) 結論：草皮和薜荔都能夠良好的阻隔輻射熱，因為植物能夠吸收光能源，通過光合作用把能量儲存起來，減少了反射到大氣中的部分，且植物的土壤和微賽作用都能讓水蒸氣帶走很大一部分熱量，植物本身吸收、反射了本應該射到地表的陽光，降低了地面溫度，也就是減少了地面產生的紅外線輻射，同時減少了牆面熱量的儲存。
- (二) 建議：建築物外牆可以採用植生牆，種植植物在牆面幫助降低夏天陽光直曬下的溫度，雖然草皮效果較好，但建議使用攀藤類植物，方便澆水並照顧，，並達到節能減碳的效果。

四、夾層距離

- (一) 結論：夾層距離愈大，受到熱輻射的影響也愈少，但是距離1、2、3公分的夾層差異不明顯。
- (二) 建議：建築物外牆可以使用夾層，來幫助降低熱輻射和熱傳導的影響。

五、氣冷系統

- (一) 結論：夾層外牆開口愈多，可以吸入的冷風也較多，熱對流的效果會比較好，熱空氣上升從頂部離開，冷空氣由下方補入，可以幫助調節溫度。
- (二) 建議：建築物外牆可以考慮氣冷方式，外牆底部或較低處開口，讓冷空氣可以

進入，若高度夠高也可以引發煙囪效應，幫助散熱。

六、水冷系統

(一) 結論：夾層水牆愈厚，愈能有效防止溫度上升。

(二) 建議：建議在建造建築物時可以採用水冷的方式，一定厚度的水牆可以幫助隔絕熱的傳播。

七、氣冷和水冷的組合

(一) 結論：雙面牆可以降低建築物溫度，雙層水冷降低溫度效果較為顯著，次之為「氣冷+水冷」、「水冷+氣冷」。

(二) 建議：學校建築物可以在面對太陽處增加雙面水冷隔熱牆，可以有效降溫且節能減碳。

八、利用arduino 製作智慧「水冷系統」與外牆植物自動澆灌系統

(一) 結論：運用太陽能發電自動偵測水牆溫度抽換夾層水。另外監測外牆攀藤類植物土壤溼度，土壤太過乾燥時自動澆灌用水，達成既節能又舒適的目的。

(二) 建議：因為台灣地處地震帶，夾牆間壁面可能破裂，所以我們在內側牆面裝置橡膠面避免漏水。

柒、參考資料

一、104年學校溫度觀測紀錄統計表

二、戰勝科展的第1本書—溫度與熱。貓頭鷹出版。

三、牛頓科學研習百科（物理）—熱的世界。牛頓出版股份有限公司。

四、自然科學大百科。第16冊聲、光、熱。綠地球國際有限公司。

凝聚力—水的聚光加熱及發電之探討

摘要

以水的聚光作為加熱及發電的媒介，我們發現，在陽光下，「圓底燒瓶」的聚光加熱及發電效果明顯，裝滿水的 250 毫升燒瓶提升日照加熱 10.8°C、日照發電 13 毫安培；300 毫升燒瓶提升日照加熱 34.7°C、日照發電達 70 毫安培；裝滿水「寶特瓶」提升日照加熱 8.4°C、日照發電 26 毫安培；滿水的「夾鏈袋」提升日照加熱 7.9°C、日照發電 15 毫安培；「5x7 塑膠袋」裝入 750 毫升水，提升日照加熱 12.4°C、日照發電 110 毫安培；7x10 塑膠袋裝入 1800 毫升（近乎裝滿）水，提升日照加熱 10.1°C、日照發電 75 毫安培。因此，球形及圓柱形容器適合作為太陽能加熱的媒介，而聚光紊亂的透明塑膠袋適合作為太陽能發電的媒介，只要在容器中加水，就能發揮其功效。

壹、研究動機

我們在四年級上學期自然課學到了光的特性，包含光的直線前進、光的反射和折射，尤其做了「水入鏡出」的實驗，讓我們對光的折射特別感興趣，加上印象中，在低年級時使用放大鏡觀察樹葉，多麼奇妙的現象，而這些都與光的折射有關。接下來的課程，老師介紹運輸工具與能源，許多運輸工具已加入太陽能做為運行的能源，可以減少碳的排放，對環境永續有莫大的幫助；課堂上，我們也討論到太陽能的運用，像學校屋頂裝設太陽能板發電、家中使用太陽能熱水器，都是利用太陽能。因此，我們想到利用太陽能來加熱及發電是否可行？另外，爸爸帶我上市場時，我曾看到有些攤位用寶特瓶裝水來固定帆布，也看到有些攤位綁上一包包的水袋，經過時似乎有反光的效果，可以驅趕蚊蠅。若是以寶特瓶及水袋當作放大鏡，是否有聚光及加熱、發電的功能？而加熱及發電的效能又是如何？

貳、研究目的

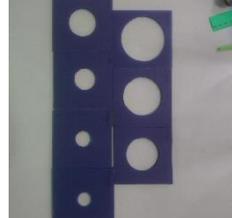
一、探究球型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。	(一) 比較不同直徑玻璃球聚光加熱效果 (二) 比較不同直徑玻璃球聚光發電效果 (三) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光加熱效果 (四) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光發電效果
二、探究圓柱型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。	(一) 比較寶特瓶中不同水量的聚光加熱效果 (二) 比較寶特瓶中不同水量的聚光發電效果
三、探究夾鏈袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。	(一) 比較不同型號夾鏈袋裝入不同水量的焦距 (二) 比較不同型號夾鏈袋裝滿水的聚光加熱及發電效果
四、探究塑膠袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。	(一) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光加熱效果 (二) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光發電效果

參、研究設備及器材：

一、器材：

- (一) 實驗室：實驗鐵架、鐵環、萬用夾、圓底燒瓶、安培計、量筒、燒杯、滴管、尺、碼表、電子溫度計。
- (二) 自備：圓規刀、量角器、玻璃紙、太陽能板、塑膠瓦楞板、長尾夾、棉線、玻璃球、寶特瓶、塑膠繩、手電筒、夾鏈袋、透明塑膠袋。

二、自製設備：

			
焦點投射屏幕	水平投射屏幕	太陽能測量板	鐵製感溫板
			
高度角測量器	23.5 度投射屏幕	藍色玻璃紙屏（護眼）	玻璃球固定板

肆、研究過程或方法

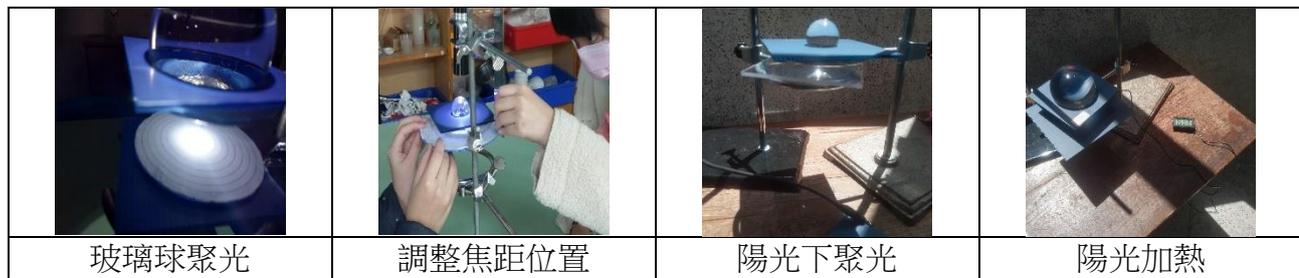
一、探究球型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較不同直徑玻璃球聚光加熱效果

1. 實驗步驟：

- (1) 分別取塑膠瓦楞板以圓規刀切割除直徑 2.3 公分、2.8 公分、3.8 公分、4.8 公分、5.8 公分、6.8 公分、7.8 公分之圓形，做為玻璃球的固定板。
- (2) 取實驗鐵架，以萬用夾固定手電筒，玻璃球置於固定板上並放在鐵環上。
- (3) 以手電筒於玻璃球上方 10 公分處垂直向下照射，分別測量直徑 2.5 公分、3 公分、4 公分、5 公分、6 公分、7 公分、8 公分玻璃球的焦距。
- (4) 在室內及及室外分別以手電筒及陽光照射不同直徑玻璃球加熱鐵製感溫板，鐵製感溫板置於焦點位置。
- (5) 讀取 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘的溫度並記錄。
- (6) 取下玻璃球，以燈光及陽光加熱鐵製感溫板，記錄加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘的溫度。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果：

表一、手電筒照射不同直徑玻璃球的焦距

玻璃球直徑	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
焦距 (cm)	1.5	2	3	3.5	4	4.8	5.8

表二、手電筒照射玻璃球聚光加熱鐵片溫度

玻璃球直徑	無聚光	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
加熱 0 分鐘 (°C)	18.2	18.2	18.3	18.4	18.2	18.3	18.2	18.2
加熱 1 分鐘 (°C)	19.3	19.1	19.3	19.3	19.6	20.2	20.8	21.3
加熱 2 分鐘 (°C)	20.4	20.3	20.6	20.8	21.7	22.5	22.9	23.3
增溫 (°C)	2.2	2.1	2.3	2.4	3.5	4.2	4.7	5.1

表三、陽光照射不同直徑玻璃球的焦距

玻璃球直徑	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
焦距 (cm)	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	3.5	4.2

表四、陽光照射玻璃球聚光加熱鐵片溫度

玻璃球直徑	未聚光	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
加熱 0 分鐘 (°C)	24.7	23.6	23.6	23.3	23.7	23.9	24.4	24.1
加熱 1 分鐘 (°C)	32.7	30.1	30.4	34.5	41.4	50.4	52.8	47.0
加熱 2 分鐘 (°C)	41.4	35.6	34.6	43.7	56.4	63.8	70	76.6
增溫 (°C)	16.7	12	11	20.4	32.7	39.9	45.6	52.5

(1) 從表一、表三可以發現，玻璃球直徑愈長，焦距愈長，但是以手電筒及陽光照射的焦距有些許不同。

(2) 從表二發現，玻璃球直徑大於 4 公分，2 分鐘的手電筒照射聚光加熱效果愈好，可增溫 5.1°C，也就是提升手電筒直接照射溫度 2.9°C。

(3) 從表四可以發現，在陽光下，玻璃球聚光加熱明顯，8 公分玻璃球可以使溫度達 52.5°C，也就是提升陽光直接照射溫度約 35.8°C。

(二) 比較不同直徑玻璃球聚光發電效果

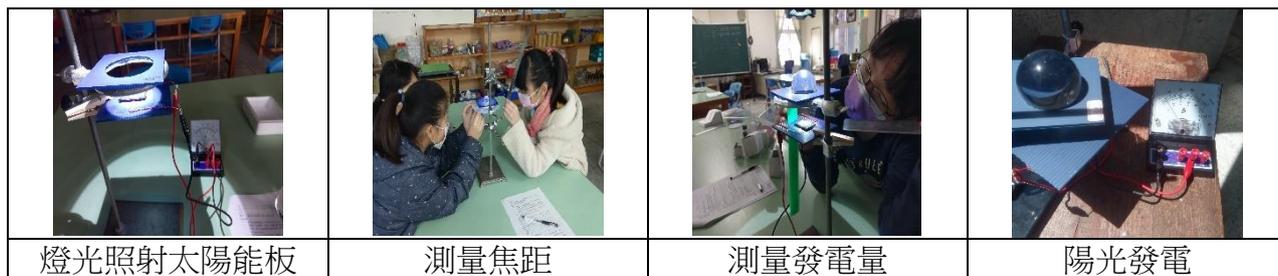
1. 實驗步驟：

(1) 取實驗鐵架，以萬用夾夾住手電筒，將直徑 2.5 公分玻璃球放置於固定板上並放在鐵環上。

(2) 以手電筒於玻璃球上方 10 公分處垂直向下照射。

- (3) 找尋焦距，於焦點處放置太陽能測量板，記錄電流量。
- (4) 上下移動投射屏幕，尋找產生最大電流量位置並記錄電流量及距離。
- (5) 將屏幕移回焦點位置，取下玻璃球後，以燈光照射太陽能測量板，記錄電流量。
- (6) 分別取 3 公分、4 公分、5 公分、6 公分、7 公分、8 公分玻璃球重複步驟 (2) ~ (5)。
- (7) 將裝置移至陽光下，取下手電筒，重複步驟 (3)。
- (8) 取下玻璃球，以陽光照射太陽能測量板，記錄電流量。
- (9) 分別取 3 公分、4 公分、5 公分、6 公分、7 公分、8 公分玻璃球重複步驟 (7)、(8)。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果：

表五、手電筒照射玻璃球聚光產生之電流

玻璃球直徑	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
未放玻璃球的焦距處電流 (mA)	10.5	11	10	11.5	11	11	11
焦距處電流 (mA)	2.5	3	3	3.5	7	6.5	7
最大電流 (mA)	4.5	5	6	10	14	16	17
距球心 (cm)	3.2	3.2	4.9	5.5	6.6	6.6	8.8

表六、陽光照射玻璃球聚光產生之電流

玻璃球直徑	2.5 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分	7 公分	8 公分
未聚焦電流 (mA)	42.5	43.5	60.0	60.0	60.0	62.0	60.0
聚焦電流 (mA)	16.5	17.5	19.0	28.0	50.0	70.0	75.0
相差 (mA)	-26	-26	-41	-32	-10	+8	+15

(1) 從表五發現，太陽能測量板在不同位置，手電筒光線產生的電流大致相同，約 11 毫安培。

(2) 太陽能測量板在焦距處的發電量皆小於直接由手電筒照射，6 公分以上的玻璃球其「最大電流」可以超過手電筒燈光的發電，8 公分玻璃球達 17 毫安培，可提升光照發電 6 毫安培。

(3) 測出最大發電量的位置大約是光線可以涵蓋整片太陽能板。

(4) 從表六可以發現，太陽下聚光發電以 7 公分以上的玻璃球才有效果，8 公分玻璃球可達 75 毫安培，可提升日照發電 15 毫安培。

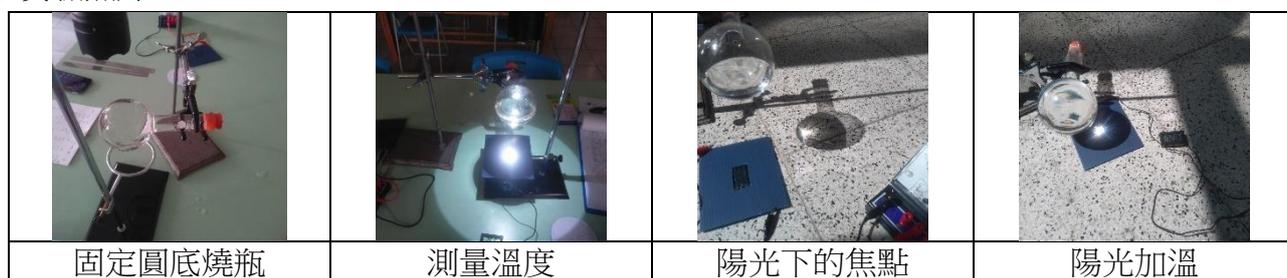
(三) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光加熱效果

1. 實驗步驟：

(1) 分別取 250 毫升、300 毫升的圓底燒瓶。

- (2) 裝水 100 毫升，瓶口以橡皮塞塞緊，並以萬用夾水平固定於鐵架上。
- (3) 取另一鐵架，以萬用夾夾住手電筒，固定於燒瓶上方 10 公分處，垂直向下照射。
- (4) 於燒瓶下方以投射屏幕找焦點並測焦距（以藍色玻璃紙屏護眼）。
- (5) 取下投射屏幕，放上鐵製感溫板加熱。
- (6) 讀取 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘的溫度並記錄。
- (7) 取下燒瓶，以手電筒照射鐵製感溫板，讀取 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘的溫度並記錄。
- (8) 分別於燒瓶中每次加入 100 毫升為單位的水操作，直至裝滿為止，重複步驟 (3) ~ (7)。
- (9) 將裝置移至陽光下，陽光取代手電筒，重複步驟 (1) ~ (6)、(8)。
- (10) 分別取下裝滿水的圓底燒瓶，將鐵製感溫板置於陽光下，讀取 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘的溫度並記錄。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果：

表七、手電筒照射圓底燒瓶中不同水量的焦距

250 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升		
焦距 (cm)	11.8	11.4	12	4.3		
300 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	535 毫升
焦距 (cm)	13.3	13.5	14.7	13.5	13.7	4.9

表八、手電筒照射 250 毫升圓底燒瓶中不同水量聚光加熱鐵片之溫度

250 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	25.5	25.7	26.8	27.3
加熱 1 分鐘 (°C)	26.1	26.3	27.8	27.7
加熱 2 分鐘 (°C)	26.7	26.9	28.3	28.4
增溫 (°C)	1.2	1.2	1.5	1.1
未聚光加熱 0 分鐘 (°C)	25.6	26.5	26.8	26.8
未聚光加熱 1 分鐘 (°C)	26.1	27.0	27.1	27.3
未聚光加熱 2 分鐘 (°C)	26.4	27.4	27.5	27.7
增溫 (°C)	0.8	0.9	0.7	0.9

表九、手電筒照射 300 毫升圓底燒瓶中不同水量聚光加熱鐵片之溫度

300 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	535 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	26.2	25.9	25.9	26.1	26.4	26.3
加熱 1 分鐘 (°C)	27.3	26.8	26.9	26.9	27.1	27.3
加熱 2 分鐘 (°C)	28.5	27.9	27.9	27.9	27.9	28.4

增溫 (°C)	2.3	2	2	1.8	1.5	2.1
未聚光加熱 0 分鐘 (°C)	25.9	26.1	26.2	26.3	26.4	26.4
未聚光加熱 1 分鐘 (°C)	26.7	26.8	26.9	26.9	26.9	27.0
未聚光加熱 2 分鐘 (°C)	27.4	27.5	27.8	27.5	27.4	27.6
增溫 (°C)	1.5	1.4	1.6	1.2	1	1.2

表十、陽光照射燒瓶中不同水量的焦距

250 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升		
焦距 (cm)	13.1	13.3	12	4.3		
300 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	535 毫升
焦距 (cm)	10.8	11.6	13.5	13.7	13.5	2.7

表十一、陽光照射圓底燒瓶中不同水量聚光加熱鐵片之溫度

250 毫升燒瓶	未聚光	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升		
加熱 0 分鐘 (°C)	28.8	27.5	28.6	28.6	28.9		
加熱 1 分鐘 (°C)	35.3	36.9	37.0	39.5	43.1		
加熱 2 分鐘 (°C)	41.2	42.9	43.8	44.8	52.1		
增溫 (°C)	12.4	15.4	15.2	16.2	23.2		
300 毫升燒瓶	未聚光	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	535 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	23.0	22.2	22.5	22.4	22.6	22.6	23.1
加熱 1 分鐘 (°C)	30.6	33.1	37.5	38.0	38.1	42.5	55.2
加熱 2 分鐘 (°C)	37.6	42.8	47.2	48.1	49.3	52.6	72.4
增溫 (°C)	14.6	20.6	24.7	25.7	26.7	30	49.3

(1) 從表七可以發現，裝滿水的圓底燒瓶，其焦距明顯較短。

(2) 從表八、表九可以發現，手電筒光線通過裝水圓底燒瓶，其加熱效果僅比未聚光加熱效果略好。

(3) 從表七、表十的記錄發現，手電筒與陽光照射的焦距仍有些微差異。

(4) 從表十一的記錄發現，陽光通過裝水圓底燒瓶的聚光加熱效果明顯，裝滿水的燒增溫最高，250 毫升尺寸燒瓶溫度可達 23.2°C，提升日照加熱 10.8°C；300 毫升尺寸燒瓶溫度可達 49.3°C，提升日照加熱 34.7°C。

(四) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光發電效果

1. 實驗步驟：

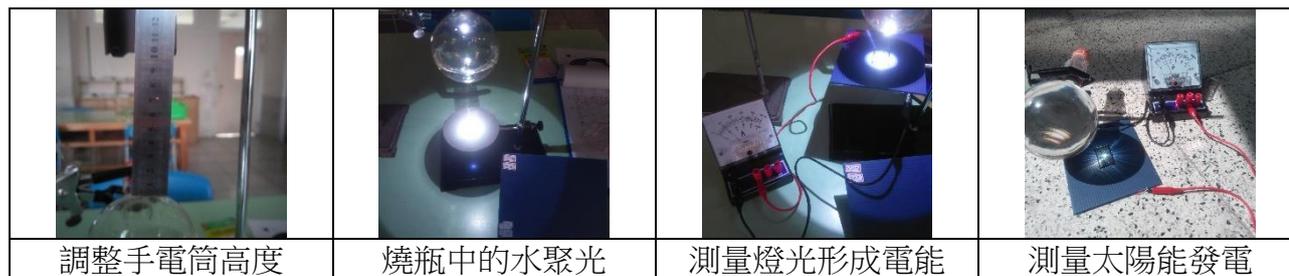
(1) 分別取 250 毫升、300 毫升圓底燒瓶。

(2) 裝水 100 毫升，瓶口以橡皮塞塞緊，並以萬用夾水平固定於鐵架上。

(3) 取另一鐵架，以萬用夾夾住手電筒，固定於燒瓶上方 10 公分處，垂直向下照射。

- (4) 於燒瓶下方以投射屏幕找焦點(以藍色玻璃紙屏護眼)。
- (5) 取下投射屏幕，放上太陽能測量板，讀取電流量並記錄。
- (6) 上下移動投射屏幕，尋找產生最大電流量位置並記錄電流量及距離，將屏幕移回焦點位置。
- (7) 取下燒瓶後，以燈光照射太陽能測量板，記錄電流量。
- (8) 分別於燒瓶中每次加入 100 毫升為單位的水操作，直至裝滿為止，重複步驟(3)~(6)。
- (9) 將裝置移至陽光下，取下手電筒，重複步驟(1)、(2)、(4)、(5)、(7)、(8)。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果

表十二、手電筒照射圓底燒瓶中不同水量聚光發電之電流

250 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升		
未聚光電流 (mA)	3.5	3.5	5	4.5		
聚光電流 (mA)	4	5	6	5		
最大電流 (mA)	5.5	10	8.5	7		
距燒瓶 (cm)	5.4	4.4	5.5	1.2		
300 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	535 毫升
未聚光電流 (mA)	4.5	4	5	3.5	4	4
聚光電流 (mA)	6.5	5	6.5	5.5	5	5
最大電流 (mA)	9	9	9.5	7.5	9	9
距燒瓶 (cm)	16	18	18.7	15.5	19.1	8

表十三、陽光照射圓底燒瓶中不同水量聚光發電之電流

250 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	335 毫升		
未聚光電流 (mA)	31	32	32	30		
聚光電流 (mA)	37	40	41	50		
300 毫升燒瓶	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫	535 毫升
未聚光電流 (mA)	50	50	50	52	55	55
聚光電流 (mA)	60	75	70	78	70	125

(1) 從表十二可以發現，以手電筒照射圓底燒瓶中不同水量，發電效果略高於手電筒燈光直接發電。另外，「最大電流」明顯高於手電筒燈光發電，250 毫升燒瓶中裝入 200 毫升水，最大電流達 10 毫安培，可提升手電筒燈光發電 6.5 毫安培。

(2) 從表十三可以發現，在陽光照射下，圓底燒瓶中不同水量的加熱發電效果優於日照發電，且大部分依水量愈多，發電量愈高，300 毫升燒瓶最多可產生 125 毫安培電流，提升日照發電達 70 毫安培。

二、探究圓柱型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較寶特瓶中不同水量的聚光加熱效果

1. 實驗步驟：

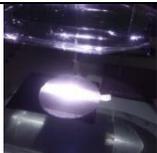
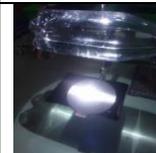
- (1) 取一透明圓柱形寶特瓶，裝入 100 毫升水。
- (2) 以萬用夾將裝水寶特瓶水平固定於鐵架上。
- (3) 以手電筒由上方 10 公分處垂直照射寶特瓶。
- (4) 測量焦距（屏幕與水瓶距離）。
- (5) 將鐵製感溫板放置於焦點位置，測量聚光加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度。
- (6) 取下寶特瓶，以手電筒加熱鐵製感溫板 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘，並記錄溫度。
- (7) 分別在寶特瓶中裝入 200 毫升、300 毫升、400 毫升、500 毫升、612 毫升的水，重複步驟 (2) ~ (6)
- (8) 將裝置移至陽光下，將鐵製感溫板放置陽光下，測量陽光加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度，重複步驟 (1)、(2)、(4)、(5)、(7)。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果

表十四、手電筒照射寶特瓶中不同水量的焦距

容量	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
焦距 (cm)	8	8.2	8.7	8.7	9.1	2.8
焦點照片						

表十五、手電筒照射寶特瓶中不同水量聚光加熱鐵片之溫度

裝入水的容量	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	25.2	25.3	24.9	24.9	24.8	25
加熱 1 分鐘 (°C)	25.5	25.7	25.5	25.3	25.1	25.5
加熱 2 分鐘 (°C)	25.9	26.1	26	25.6	25.4	25.9
增溫 (°C)	0.7	0.8	1.1	0.7	0.6	0.9
未聚光加熱 0 分鐘 (°C)	25.1	25.3	24.8	24.9	24.9	25
未聚光加熱 1 分鐘 (°C)	25.5	25.6	25.4	25.3	25.2	25.4
未聚光加熱 2 分鐘 (°C)	26	26.1	25.9	25.8	25.6	25.8
增溫 (°C)	0.9	0.8	1.1	0.9	0.7	0.8

表十六、陽光照射寶特瓶中不同水量的焦距

容量	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
焦距 (cm)	5.4	5.7	6.1	6.9	7.5	1.8

表十七、陽光照射寶特瓶中不同水量聚光加熱鐵片之溫度 (°C)

裝入水的容量	未聚光	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	22.3	21.9	22.5	21.9	21.9	22.1	21.9
加熱 1 分鐘 (°C)	32.5	33.4	34.6	33.8	34.5	35.8	40.3
加熱 2 分鐘 (°C)	41.1	41.6	44.8	44.6	45.1	45.3	49.1
增溫 (°C)	18.8	19.7	22.3	22.7	23.2	23.2	27.2

(1) 從表十四可以發現，以手電筒照射裝滿水寶特瓶，形成的焦距最短，且焦點形狀呈橄欖球狀，中央較亮。

(2) 從表十五可以發現，以手電筒照射裝水寶特瓶，其加熱效果低於直接用手電筒燈光加熱。

(3) 從表十四、表十六發現，陽光照射形成的焦距短於手電筒的照射。

(4) 從表十七發現，以陽光照射裝水寶特瓶，不同水量皆有聚光加熱的效果，裝滿水效果最佳，溫度可達 49.1°C，提升日照加熱達 8.4°C。

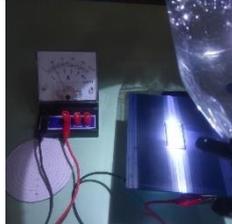
(二) 比較寶特瓶中不同水量的聚光發電效果

1. 實驗步驟：

- (1) 取一透明圓柱形寶特瓶，裝入 100 毫升水。
- (2) 以萬用夾將裝水寶特瓶水平固定於鐵架上。
- (3) 以手電筒由上方 10 公分處垂直照射寶特瓶。
- (4) 於焦點處放置太陽能測量板，測量產生電流。
- (5) 上下移動投射屏幕，尋找產生最大電流量位置並記錄電流量及距離。
- (6) 將屏幕移回焦點位置。
- (7) 取下寶特瓶後，以燈光照射太陽能測量板，記錄電流量。
- (8) 分別在寶特瓶中裝入 200 毫升、300 毫升、400 毫升、500 毫升、612 毫升的水，重複步驟 (2) ~ (7)。

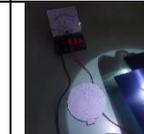
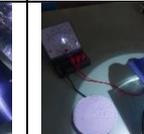
(9) 將裝置移至陽光下，重複步驟(1)、(4)、(7)、(8)。

2. 實驗照片：

			
手電筒下的焦點形狀	燈光發電	陽光下的焦點形狀	寶特瓶聚光發電

3. 實驗結果：

表十八、手電筒照射寶特瓶中不同水量聚光發電之電流

容量	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
未聚光電流 (mA)	7.5	8.0	7.5	7	7	7
聚光電流 (mA)	4	5	6	6	6.5	4
最大電流 (mA)	9	10	10	10	9	11
距寶特瓶 (cm)	10.5	13.5	12.3	12.3	12.4	6
照片						

表十九、陽光照射寶特瓶中不同水量聚光發電之電流

容量	100 毫升	200 毫升	300 毫升	400 毫升	500 毫升	612 毫升
未聚光電流 (mA)	40	41.5	42.5	42	45	46
聚光電流 (mA)	46	48.5	48.5	65	70	72

(1) 從表十八發現，以手電筒照射寶特瓶中的水，聚光發電的效果不如手電筒燈光直接發電；另外「最大電流」略優於手電筒燈光直接發電。

(2) 從表十九發現，寶特瓶不同水量的聚光發電效果優於陽光發電，裝滿水的寶特瓶聚光發電可達 72 毫安培，可提升日照發電 26 毫安培。

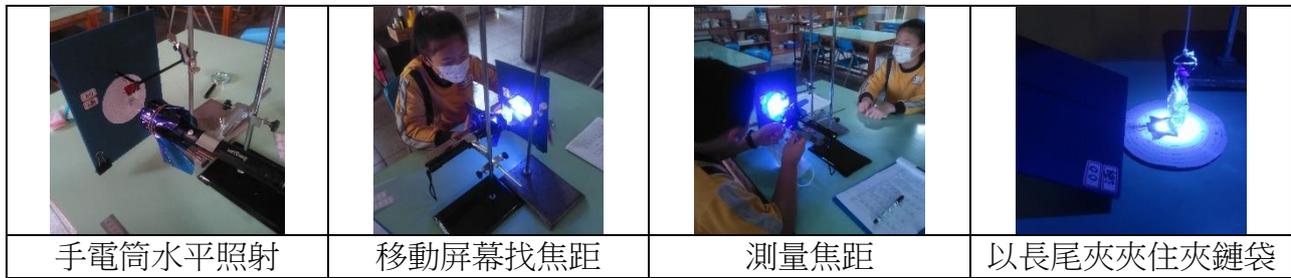
三、探究夾鏈袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較不同型號夾鏈袋裝入不同水量的焦距

1. 實驗步驟：

- (1) 將不同型號夾鏈袋裝滿水。
- (2) 在鐵架上以長尾夾夾住夾鏈袋開口，使其自然垂下。
- (3) 以手電筒由一側約 3 公分處水平照射夾鏈袋。
- (4) 於夾鏈袋另一側放置一深色屏幕以觀察燈光照射之範圍，測量近似焦距之距離及拍攝焦點形狀。
- (5) 取下夾鏈袋拍攝未聚光之燈光投射。
- (6) 分別以 1/3 水量、2/3 水量裝入夾鏈袋中，重複步驟(2)~(4)。
- (7) 步驟(3)手電筒光線入射角改為 66.5 度，模擬太陽位置，距夾鏈袋中央約 15 公分照射，焦點分別投射於桌面及放置傾斜 23.5 度之平台上，測量焦距及聚焦區域大小，重複步驟(1)~(6)。

2. 實驗照片：



手電筒水平照射

移動屏幕找焦距

測量焦距

以長尾夾夾住夾鏈袋

3. 實驗結果

表二十、不同型號夾鏈袋的最大裝水量

各尺寸夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
滿水的容積 (ml)	10	20	33	60	104	204	316
1/3 容積 (ml)	3.3	6.7	11	20	34.7	68	105.3
2/3 容積 (ml)	6.7	13.3	22	40	69.3	136	210.7

表二十一、手電筒水平照射不同水量的焦距

各尺寸夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
裝滿水焦距 (cm)	4.3	5.3	5.2	8.9	7.2	10.2	14.4
1/3 水量焦距 (cm)	5.7	5.4	5.1	7.5	7.2	7.1	8.5
2/3 水量焦距 (cm)	5.4	5	6.3	7.4	7.6	9.5	12.5

表二十二、手電筒水平照射夾鏈袋焦點位置照片

各尺寸夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
裝滿水焦距照片							
1/3 水量焦距照片							
2/3 水量焦距照片							
未聚光照片							

表二十三、手電筒 66.5 度照射夾鏈袋焦點位置照片（投射在桌面）

各尺寸夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
裝滿水焦距照片							
1/3 水量焦距照片							
2/3 水量焦距照片							
未聚光照片							

表二十四、手電筒 66.5 度照射夾鏈袋焦點位置照片（投射 23.5 度屏幕）

各尺寸夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
裝滿水焦距照片							
1/3 水量焦距照片							
2/3 水量焦距照片							
未聚光照片							

(1) 從表二十一發現，裝滿水的夾鏈袋，型號愈大，焦距大致愈長，1/3 水量的夾鏈袋，焦距似乎沒有規律性，但 2/3 水量的夾鏈袋依型號變大，焦距變長。

(2) 從表二十二、表二十三、表二十四發現，夾鏈袋皆有聚光效果，焦點形狀複雜不易測量；另外，焦距位置離夾鏈袋很近。

(3) 裝滿水的焦點較集中，00 號及 0 號袋尺寸較小，裝 1/3 及 2/3 水量仍較輕，較不易集中於底部，4 號、5 號袋水量較多，水集中於底部，有圓柱狀，聚光效果較類似寶特瓶

(二) 比較不同型號夾鏈袋裝滿水的聚光加熱及發電效果

1. 實驗步驟：

(1) 將鐵製感溫板置於陽光下，測量加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度，做為對照組。

(2) 將 00 號夾鏈袋裝滿水。

(3) 在鐵架上以長尾夾夾住夾鏈袋開口，使其自然垂下，置於陽光下。

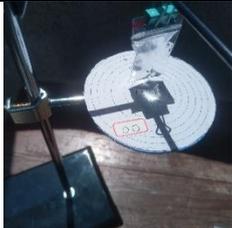
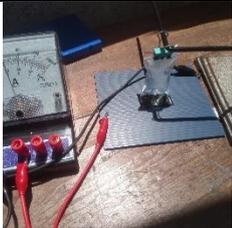
(4) 於夾鏈袋下方以焦點投射屏幕找焦距（焦點與夾鏈袋距離）並記錄。

(5) 於焦距處分別放置鐵製感溫板及太陽能測量板，記錄聚光加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度及聚光產生之電流。

(6) 取下裝水夾鏈袋記錄產生之電流做為對照。

(7) 分別將 0 號、1 號、2 號、3 號、4 號、5 號裝滿水，重複步驟 (3) ~ (6)。

2. 實驗照片：

			
陽光下焦距形狀	測量焦距	陽光聚光加熱	焦點對準鐵片

3. 實驗結果：

表二十五、陽光照射裝滿水夾鏈袋之焦距

夾鏈袋型號	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
焦距 (cm)	0.5~1	0.5~1	0.5~1.2	0.8~1.3	0.8~1.5	1.1~1.8	0.8~2

(第一個數字指夾鏈袋底中央，第二個數字指夾鏈袋底部兩側)

表二十六、陽光照射裝水夾鏈袋聚光加熱之溫度

夾鏈袋型號	未用夾鏈袋	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
加熱 0 分鐘 (°C)	24.7	24.1	24.3	24.5	24.5	24.1	24.5	24.1
加熱 1 分鐘 (°C)	31.7	30.0	28.9	29.8	32.2	32.9	35.5	38.1
加熱 2 分鐘 (°C)	39.2	34.8	33.8	34.5	37.7	39.7	43.3	46.5
增溫 (°C)	14.5	10.7	9.5	10.0	13.2	15.6	18.8	22.4

表二十七、陽光照射裝水夾鏈袋聚光發電之電流

夾鏈袋型號	00 號	0 號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
未聚光電流 (mA)	15	23	25	27	45	62	65
聚光電流 (mA)	44	49	52	55	55	55	50
相差 (mA)	-29	-26	-27	-28	-10	+7	+15

(1) 從表二十五發現，以陽光照射裝滿水的夾鏈袋，其焦距大致不變。

(2) 從表二十六發現，以陽光照射裝滿水的夾鏈袋，00 號至 2 號聚光加熱效果低於陽光直接加熱；3 號~5 號聚光加熱效果優於日照加熱，5 號夾鏈袋增溫 22.4°C，可提升日照 7.9°C。

(3) 從表二十七發現，以陽光照射裝滿水的夾鏈袋，00 號至 3 號聚光發電效果低於日照發電；4 號、5 號夾鏈袋聚光發電效果優於日照發電，5 號夾鏈袋產生電流 22.4 毫安培，可提升日照電流 15 毫安培。

四、探究塑膠袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光加熱效果

1. 實驗步驟：

(1) 取 250 毫升之自來水裝入 5x7 塑膠袋中，以塑膠繩於袋口往下 10 公分處綁緊，並將塑膠繩吊於實驗鐵架上。

(2) 以萬用夾固定手電筒，於水袋上方約 66.5 度角距桌面 15 公分處照射，測量焦距並記錄。

(3) 於焦距處放置鐵製感溫板，分別測量加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度。

(4) 取下塑膠袋，測量手電筒照射感溫鐵片 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度。

(5) 分別在塑膠袋中裝入 500 毫升、750 毫升的水，重複步驟 (1) ~ (2)。

(6) 另取 7×10 塑膠袋分別在塑膠袋中裝入 250 毫升、500 毫升、750 毫升、1000 毫升的水，重複步驟 (1) ~ (4)。

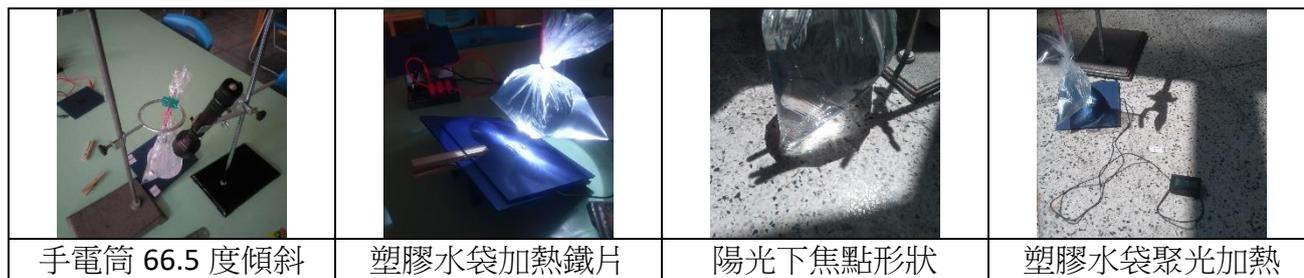
(7) 將裝置移至陽光下放置鐵製感溫板，測量加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度。

(8) 取 250 毫升之自來水裝入 5×7 塑膠袋中，以塑膠繩於袋口往下 10 公分處綁緊，並將塑膠繩吊於實驗鐵架上，於焦距處放置鐵製感溫板，分別測量加熱 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘之溫度。

(9) 分別在塑膠袋中裝入 500 毫升、750 毫升的水，重複步驟 (8)。

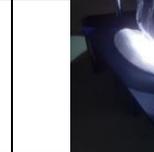
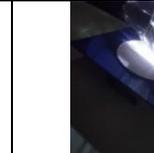
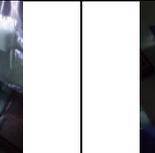
(10) 另取 7×10 塑膠袋分別在塑膠袋中裝入 250 毫升、500 毫升、750 毫升、1000 毫升、1800 毫升的水，重複步驟 (7) ~ (8)。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果：

表二十八、手電筒照射塑膠袋中不同水量之焦距

5×7 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	
焦距 (cm)	2	2.1	1.8	
焦點照片				
7×10 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升
焦距 (cm)	1.3	1.7	2	2.2
焦點照片				

表二十九、手電筒照射塑膠袋中不同水量聚光加熱的溫度

5×7 塑膠袋	未聚光	250 毫升	500 毫升	750 毫升	
加熱 0 分鐘 (°C)	29.1	28.9	28.9	28.8	
加熱 1 分鐘 (°C)	30.2	29.5	29.8	29.7	
加熱 2 分鐘 (°C)	31.1	29.8	30.2	30.5	
增溫 (°C)	2	0.9	1.3	1.7	
7×10 塑膠袋	未聚光	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	25.7	25.7	25.6	25.6	26.1
加熱 1 分鐘 (°C)	26.5	26.4	26.1	26.0	26.9

加熱 2 分鐘 (°C)	27.6	27.0	26.5	26.4	27.5
增溫 (°C)	1.9	1.3	0.9	0.8	1.4

表三十、陽光照射塑膠袋中不同水量的焦距

5x7 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升		
焦距 (cm)	1.0	1.2	1.1		
7x10 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升	1800 毫升
焦距 (cm)	5.2	6.9	8.3	5.3	1.7

表三十一、陽光照射塑膠袋中不同水量聚光加熱的溫度

5x7 塑膠袋	未聚光	250 毫升	500 毫升	750 毫升		
加熱 0 分鐘 (°C)	23.5	23.5	23.3	23.0		
加熱 1 分鐘 (°C)	32.5	33.5	35.9	40.3		
加熱 2 分鐘 (°C)	40.5	42.5	46.1	53.6		
增溫 (°C)	17	19	22.8	30.6		
7x10 塑膠袋	未聚光	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升	1800 毫升
加熱 0 分鐘 (°C)	23.4	22.9	23.5	23.3	23.1	23.3
加熱 1 分鐘 (°C)	31.7	29.1	30.7	34.2	35.3	38.7
加熱 2 分鐘 (°C)	40.2	33.3	35.9	41.7	43.7	50.2
增溫 (°C)	16.8	10.4	12.4	18	20.6	26.9

(1) 從表二十八發現，手電筒照射裝水塑膠袋形成的焦距約在 2 公分左右，焦點形狀不規則，偏長條狀。

(2) 從表二十九發現，以手電筒照射裝水塑膠袋，其聚光加熱效果皆不如手電筒燈光加熱。

(3) 從表三十發現，以陽光照射 5x7 裝水塑膠袋形成的焦距約在 1 公分左右，7x10 裝水塑膠袋形成的焦距較不固定。

(4) 從表三十一發現，以陽光照射 7x10 裝水塑膠袋，袋中水量 250 毫升、500 毫升聚光加熱效果較差，不及日照加熱。

(5) 5x7 塑膠袋裝入 750 毫升水，聚光加熱增溫達 30.6°C，可提升日照加溫 12.4°C；7x10 塑膠袋裝入 1800 毫升（近乎裝滿）水，聚光加熱增溫達 26.9°C，可提升日照加溫 10.1°C。

(二) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光發電效果

1. 實驗步驟：

(1) 取 250 毫升之自來水裝入 5x7 塑膠袋中，以塑膠繩於袋口往下 10 公分處綁緊，並將塑膠繩吊於實驗鐵架上。

(2) 以萬用夾固定手電筒，於水袋上方約 66.5 度角距桌面 15 公分處照射。

(3) 尋找焦距，於焦距處放置太陽能測量板，測量聚光產生之電流。

(4) 取下塑膠袋，測量手電筒形成之電流並記錄。

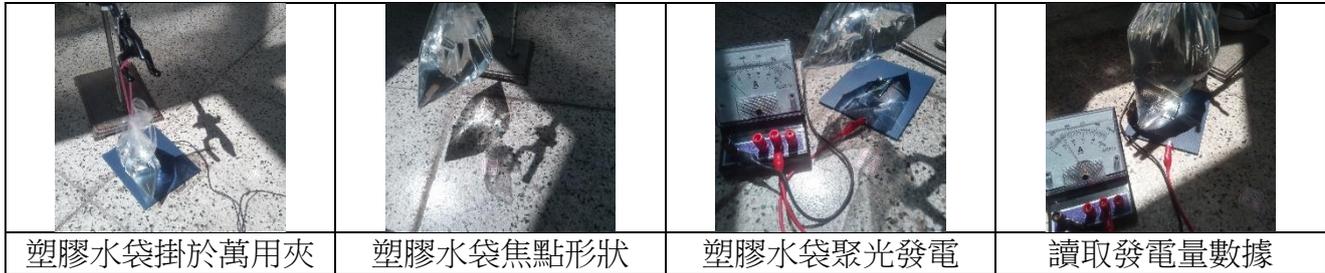
(5) 分別在塑膠袋中裝入 500 毫升、750 毫升的水，重複步驟 (1) ~ (4)。

(6) 另取 7×10 塑膠袋分別在塑膠袋中裝入 250 毫升、500 毫升、750 毫升、1000 毫升的水，重複步驟 (1) ~ (4)。

(7) 將裝置移至陽光下，重複步驟 (1)、(3) ~ (6)。

(8) 加做 1800 毫升水裝入 7×10 塑膠袋實驗。

2. 實驗照片：



3. 實驗結果：

表三十二、手電筒照射塑膠袋中不同水量聚光發電的電流

5×7 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	
未聚光電流 (mA)	9	10	9	
聚光電流 (mA)	6	9	9	
7×10 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升
未聚光電流 (mA)	9	8	9	9
聚光電流 (mA)	8	5	7	6

表三十三、陽光照射塑膠袋中不同水量聚光發電的電流

5×7 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升		
未聚光電流 (mA)	57	60	60		
聚光電流 (mA)	75	140	170		
7×10 塑膠袋	250 毫升	500 毫升	750 毫升	1000 毫升	1800 毫升
未聚光電流 (mA)	60	60	62	65	65
聚光電流 (mA)	50	50	100	100	140

(1) 從表三十二發現，以手電筒照射裝水塑膠袋，其聚光發電效果不如日照發電。

(2) 從表三十三發現，以陽光照射 5×7 裝水塑膠袋，其聚光發電效果優於日照發電，750 毫升最高約可達 170 毫安培，可提升日照發電 110 毫安培；7×10 裝水塑膠袋，750 毫升以上其聚光發電效果優於日照發電，裝入 1800 毫升水發電可達 140 毫安培，可提升日照發電 75 毫安培。

(3) 7×10 裝水塑膠袋裝入 500 毫升以下水量，聚光發電效果不如日照發電。

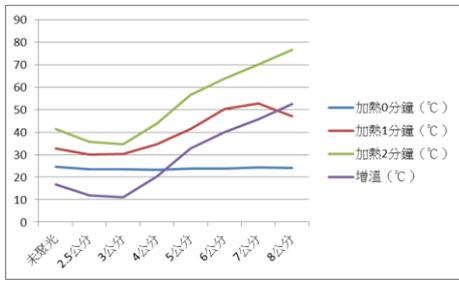
伍、研究結果

一、探究球型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較不同直徑玻璃球聚光加熱效果

1. 陽光及手電筒照射玻璃球形成的焦距有隨玻璃球直徑增加而加長的趨勢。

2. 如圖一，玻璃球直徑大於 4 公分，陽光照射玻璃球之聚光加熱效果明顯，且玻璃球直徑愈長，增溫愈高，以 8 公分玻璃球來說，加熱 2 分鐘，溫度增加 52.5 度。



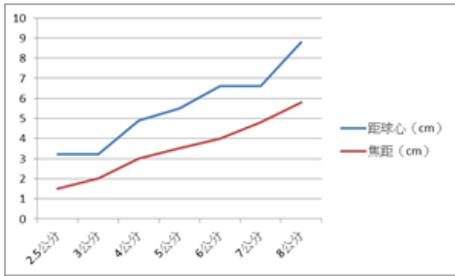
圖一

3.手電筒聚光加熱效果不佳，即使聚光，也沒有明顯溫度提升。

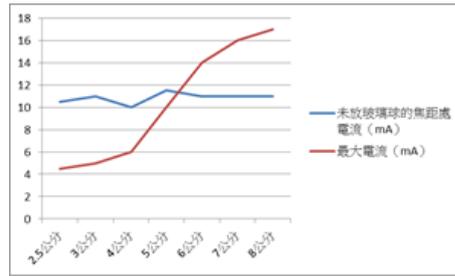
(二) 比較不同直徑玻璃球聚光發電效果

1.以手電筒照射玻璃球，其「最大電流」位置大於焦距，如圖二，此處聚光較為模糊。

但6公分以上的玻璃球，其最大電流明顯大於手電筒燈光發電，如圖三。

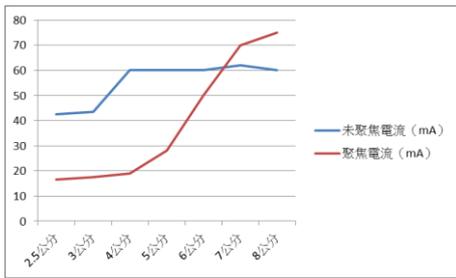


圖二



圖三

2.如圖四，7公分以上玻璃球在陽光下聚光發電效果明顯提升，但6公分以下，聚光發電效果不佳。

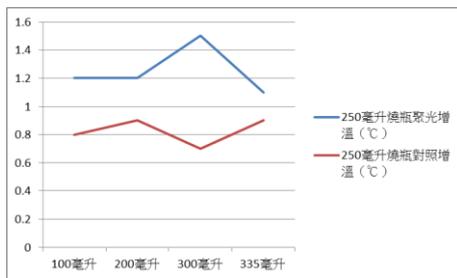


圖四

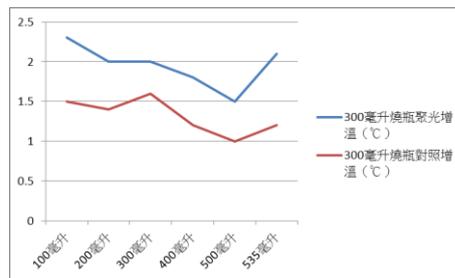
3.手電筒聚光發電效果不佳，即使聚光，也沒有明顯電流提升。

(三) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光加熱效果

1.如圖五、圖六，手電筒光線通過裝水圓底燒瓶，其加熱效果比未聚光加熱效果略好。

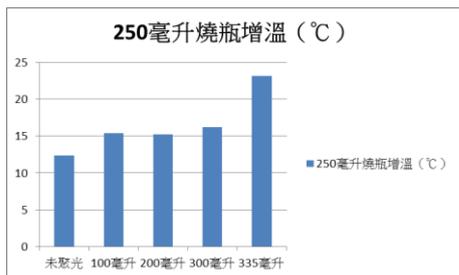


圖五

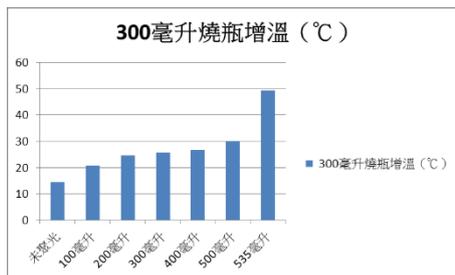


圖六

2.陽光通過裝水圓底燒瓶的聚光加熱效果明顯，如圖七、圖八。



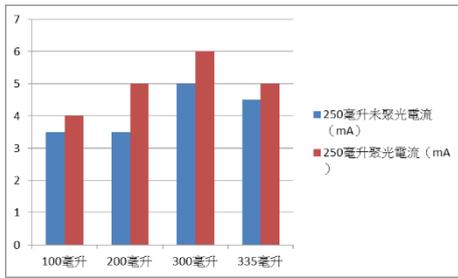
圖七



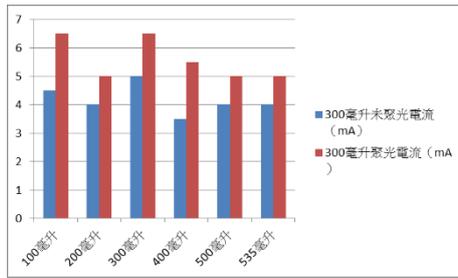
圖八

(四) 比較圓底燒瓶中不同水量的聚光發電效果

1.以手電筒照射燒瓶，其聚光電流皆略大於未聚光電流，具發電效果，如圖九、圖十。

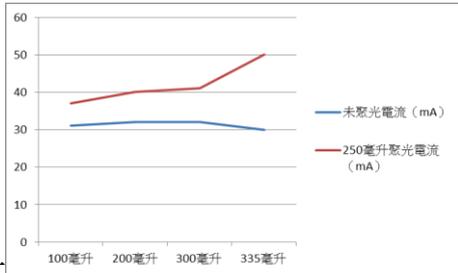


圖九

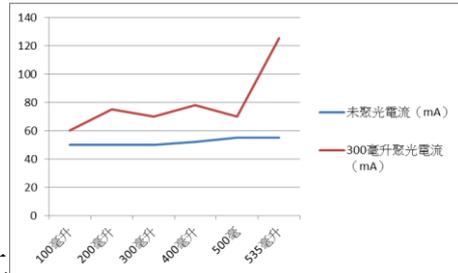


圖十

2.陽光照射下，裝入不同水的圓形燒瓶聚光發電效果皆高於太陽能發電，如圖十一、圖十二。



圖十一

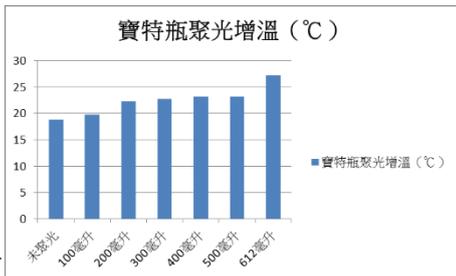


圖十二

二、探究圓柱型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較寶特瓶中不同水量的聚光加熱效果

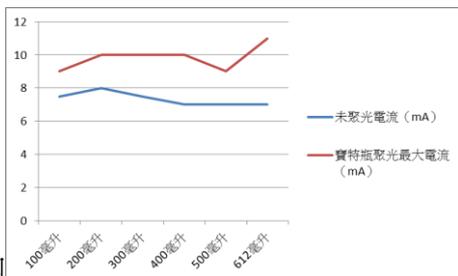
- 1.以手電筒照射裝水寶特瓶，其加熱效果低於直接用手電筒燈光加熱。
- 2.以陽光照射裝水寶特瓶，不同水量皆有聚光加熱的效果，裝滿水效果最佳，如圖十三。



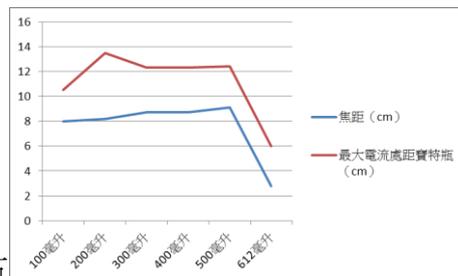
圖十三

(二) 比較寶特瓶中不同水量的聚光發電效果

- 1.以手電筒照射寶特瓶中的水，「最大電流」優於手電筒燈光直接發電如圖十四，其位置不在焦距上，如圖十五。

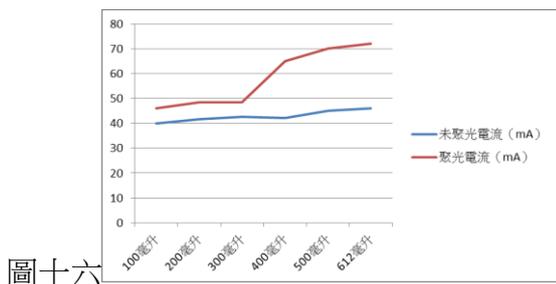


圖十四



圖十五

2.從表十九發現，寶特瓶不同水量的聚光發電效果優於陽光發電，如圖十六。

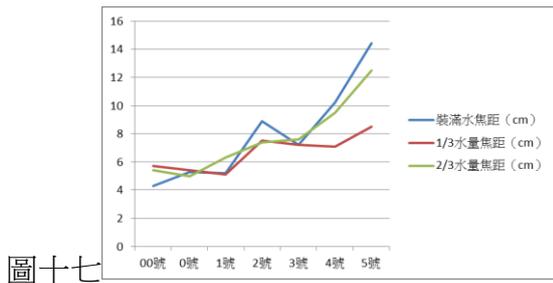


圖十六

三、探究夾鏈袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 比較不同型號夾鏈袋裝入不同水量的焦距

1. 裝滿水的夾鏈袋，型號愈大，焦距大致愈長，以 2/3 水量的夾鏈袋焦距較明顯，如圖十七。



圖十七

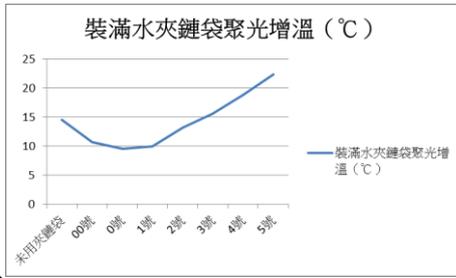
2. 夾鏈袋皆有聚光效果，焦點形狀複雜不易測量，顯示折射路徑紊亂。

3. 未裝滿水的夾鏈袋，水會集中於底部，會有類似圓柱形折射出的焦點，焦點形狀為長條形。

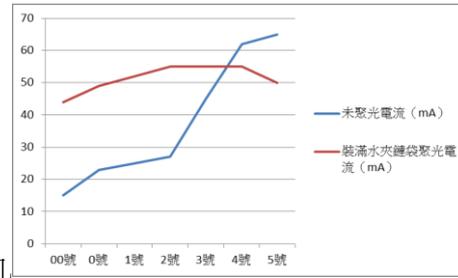
(二) 比較不同型號夾鏈袋裝滿水的聚光加熱及發電效果

1. 以陽光照射裝滿水的夾鏈袋，00 號至 2 號聚光加熱效果低於陽光直接加熱；3 號~5 號聚光加熱效果優於陽光加熱，如圖十八。

2. 以陽光照射裝滿水的夾鏈袋，00 號至 3 號聚光發電效果低於陽光直接發電；4 號、5 號夾鏈袋聚光發電效果優於陽光發電，如圖十九。



圖十八



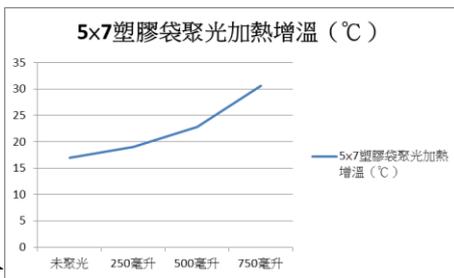
圖十九

四、探究塑膠袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

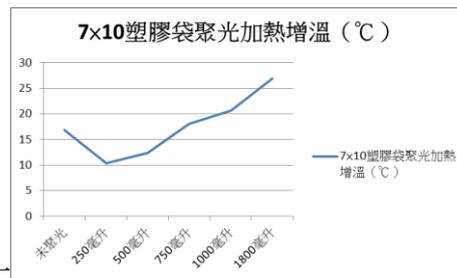
(一) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光加熱效果

1. 以手電筒照射裝水塑膠袋，其聚光加熱效果皆不如手電筒燈光加熱。

2. 以陽光照射 5x7 裝水塑膠袋，袋中水量 250 毫升以上聚光加熱效果良好，如圖二十；7x10 裝水塑膠袋，袋中水量 750 毫升以上聚光加熱效果良好，如圖二十一。



圖二十



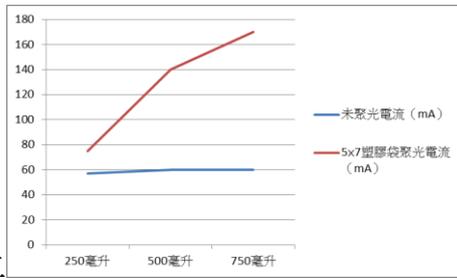
圖二十一

(二) 比較透明塑膠袋裝入不同水量的聚光發電效果

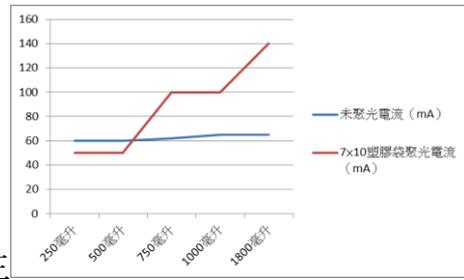
1. 以手電筒照射裝水塑膠袋，其聚光發電效果不如陽光發電。

2. 以陽光照射 5x7 裝水塑膠袋，其聚光發電效果優於陽光發電，750 毫升最高約可達 170 毫安培；7x10 裝水塑膠袋，750 毫升以上其聚光發電效果優於陽光發電，但 500 毫升以下水量，聚光發電效果不如陽光發電。

圖二十二



圖二十三



陸、討論

一、探究球型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果的實驗發現：

(一) 玻璃球直徑 4 公分以下，以手電筒或陽光聚光加熱效果不佳，推測原因可能是通過玻璃球光線較少，其餘光線又被固定板遮住造成。

(二) 實驗前挑選(強光手電筒)是打算避免天氣影響又可以照得很遠，光線類似於平行光，如果在實驗時縮短照射距離，應該可以取代陽光，但是實驗結果顯示手電筒及陽光下的玻璃球焦距有差異，可能是因為手電筒燈光往外擴散，焦距會加長。

(三) 手電筒燈泡是 LED，燈照的溫度無法提升，因此只能將實驗移到陽光下，效果才較明顯。

(四) 玻璃球聚光發電的操作中發現，焦點面積小，無法讓整片太陽能板作用，電流反而小，如果將太陽能板遠離焦距，讓整片太陽能板都有光線照射，就會顯現更好的發電效果，設計尋找最大電流的位置。

(五) 7 公分以上玻璃球在陽光下發電，太陽能板放置於焦距位置卻能得到更高的電流，仔細觀察投射出來的光，發現除了焦點，周圍還有較淡的光，可以布滿整片太陽能板，猜測可能是光在玻璃球中有不少反射、折射而投射在焦點周圍。

(六) 圓底燒瓶裝滿水後的焦距特別短，推測可能是光線進入球狀會發生兩次較大角度折射，就會縮短距離。

(七) 250 毫升圓底燒瓶外圍直徑約 8 公分，與直徑 8 公分玻璃球做比較，焦距 4.2 公分與 4.3 公分，加熱及發電效果方面，玻璃球增溫 52.5℃，電流 75 毫安培，圓底燒瓶增溫 23.2℃，電流 50 毫安培。

二、探究圓柱型容器裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 操作寶特瓶聚光加熱及發電的實驗時間在上午，發現由陽光照射太陽能板的電流有逐漸增大情形，由 40 毫安培增加至 46 毫安培，可能是太陽高度角增大，直射發電效果較好，因此單一實驗最好在同一段時間完成。

三、探究夾鏈袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 原本實驗是將裝水夾鏈袋平放，但思考減少光線遮擋，改為懸吊方式，手電筒以水平及 66.5 度角照射。

(二) 因夾鏈袋焦點形狀複雜，改以照片方式呈現，因此在手電筒上綁藍色玻璃紙降低亮度。

(三) 測量陽光下的夾鏈袋焦距發現，夾鏈袋底部因裝滿水有凹折，故與桌面距離就以就高點和低點同時呈現。

四、探究塑膠袋裝水後聚光及運用聚光加熱、發電之效果。

(一) 塑膠袋的焦點及焦距容易因綁的位置、角度，水的偏移產生很大的不同，因此實驗時就以當下的情形操作。

(二) 塑膠袋中水量較少時，或是塑膠袋較大，會因綁塑膠繩而有很多皺折，會反射燈光及陽光，焦點也較不明顯；相反的，裝滿水的聚光效果較好。

柒、結論

水是大自然中存在的物質，有平衡氣候的功能，而今，氣候變遷特別嚴重，在人們使用能源時，是否能兼顧環境永續？我們的實驗就是希望找出以水做為加熱及發電的媒介，利用水裝入不同的容器進行聚光加熱及發電。透過實驗，我們發現，球形及圓柱形透明容器裝水後，其聚光加熱及發電效果明顯，2 分鐘聚光加熱比日照加熱最高可提升 35°C，聚光發電比日照發電最高可提升 65 毫安培。

夾鏈袋裝水的聚光加熱及發電效果雖沒有球形及圓柱形容器高，較小的夾鏈袋甚至不如日照的效果，但 4 號以上的夾鏈袋裝滿水同樣可以提升日照效果 8°C 及 15 毫安培，仍有使用價值。至於裝水透明塑膠袋，可提升日照效果 13°C 及 95 毫安培，顯示聚光發電相當有效。

綜上所述，裝滿水的球形及圓柱形透明容器非常適合搭配陽光進行加熱，而不規則的透明塑膠袋適合搭配陽光做為太陽能板發電的輔助設備。

捌、參考文獻資料及其他

- 一、翰林出版事業股份有限公司(2021)、自然與生活科技五上第三章熱對物質的影響，P63~P69
- 二、南一書局企業股份有限公司(2021)、自然與生活科技四上第三章光的世界，P60~P69
- 三、南一書局企業股份有限公司(2021)、自然與生活科技四上第四章運輸工具與能源，P90~P95
- 四、聚光太陽能熱發電 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%81%9A%E5%85%89%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD%E7%83%AD%E5%8F%91%E7%94%B5>
- 五、焦距 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%A6%E8%B7%9D>

節能護眼教室

作品名稱	節能護眼教室	隊伍編號	TWES21066	
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：42cm	寬：42cm	高：30cm	重量：1.5kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	用電項目	

作品說明

1. 作品名稱：節能護眼教室

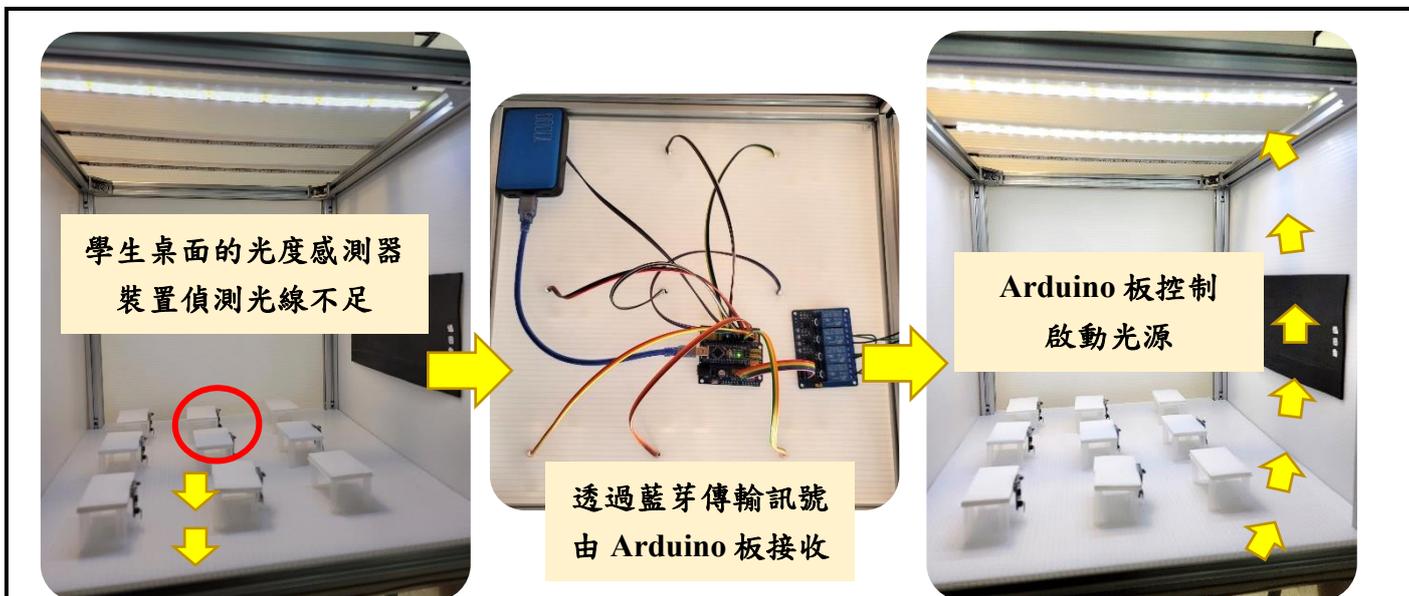
2. 作品設計/創作動機與目的

921大地震時因為地震上下強大震力，許多學校懸吊式走廊整排掉落，地震後重建的學校除了走廊外增設柱子，也多以雙走廊形式設計教室讓教室的橫切面有四隻柱子，極大化的防震。但是我們觀察教室的燈光迴路配置並沒有一定規律，所以通常學生到教室會打開所有燈光，我們認為這是一種不必要的浪費，因為教室雙走廊會讓教室比較接近走廊的學生亮度比較充足，教室比較中央的光度會比較弱，因此教室燈光迴路必須與走廊平行，另外燈光太強與太弱都會傷害學生視力，所以我們以光度偵測器來自動啟動光線是否啟用，不但省電而且護眼。

3. 作品效用與操作方法

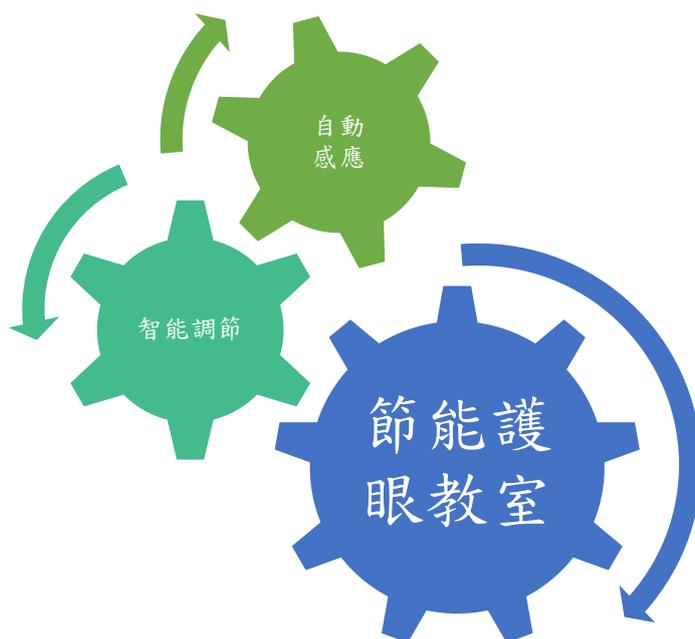
- (1) 將一般教室的燈光迴路改造為與走廊平行。
- (2) 教室中間位置裝置藍芽光度感測器。
- (3) 隨著不同季節不同時間，不一樣的教室外光線，啟動教室教學需要的光源。





4. 作品的傑出特性與創意特質

- (1) 教室燈光迴路與走廊平行與教室內光度明暗區位相同。
- (2) 藍芽光度感測器裝置於學生桌面，外覆透明保護膜自動感應學習區需要的光度。
- (3) 有需要才啟用電源可以能約能源，並且光度適中對學生的視力最佳。



5. 其他考量因素

- (1) 教師辦公區可以增設單一迴路。
- (2) 一般辦公空間也可以使用，節能減碳並且保護眼睛。

曼陀羅思考法則

<p>教室的燈光迴路配置沒有規律，學生到教室會打開所有燈光，這是一種不必要的浪費，教室雙走廊會讓比較接近走廊的學生亮度比較充足，因此教室燈光迴路必須與走廊平行，另外燈光太強與太弱都會傷害學生視力。</p>	<p>燈光迴路為內部管線，本作品的藍芽光度偵測器裝置於教室中央橫線與走廊垂直，至少裝置3個偵測器</p>			<p>可以有各種顏色，為了教學與學習，盡量與學生桌面顏色相符</p>
<p>1. 教室燈光迴路與走廊平行與教室內光度明暗區位相同。 2. 藍芽光度感測器自動感應學習區需要的光度。 3. 節約能源，並且光度適中對學生的視力最佳。</p>	<p>問題</p>	<p>形狀</p>	<p>顏色</p>	<p>1. 藍芽光度偵測器 2. Arduino 板 3. 電源迴路</p>
<p>特性</p>	<p>節能 護眼教室</p>	<p>材料</p>		
<p>延伸</p>	<p>功能</p>	<p>市場</p>		
<p>1. 教師辦公區可以增設單一燈光迴路。 2. 一般辦公空間也可以使用，節能減碳並且保護眼睛。</p>	<p>1. 一般教室燈光迴路改造為與走廊平行。 2. 教室中間位置裝置藍芽光度感測器。 3. 隨著不一樣的教室外光線，最恰當的啟動教室教學需要的光源。</p>			<p>為了節約能源與保護學生視力，最好所有的教室都能夠裝設，所以市場性極佳。</p>

「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	節能貨櫃屋		隊伍編號	TWEG21026
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：50cm	寬：60cm	高：50cm	重量：2.5kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	用電項目	

作品說明

一、 作品名稱：節能貨櫃屋

二、 創作動機與目的/作品設計

台灣位於亞熱帶一年中溫度偏高月份甚多，尤其是因為氣候變遷溫度越來越高而使用冷氣或是電扇等電器只會讓問題越來越嚴重，而位在北回歸線的台灣，除了四季充沛的光電能源，冬天強烈的東北季風與夏天旺盛的西南氣流所帶來的風力、雨量，更是不可小覷。因此我們想要創造出不止能節省能源又可創造能源的居住環境。

三、 作品效用與操作方法

1. 製作雙層外牆，外牆與內牆空隙空氣形成對流再次形成煙囪效應，外牆接收太陽輻射熱不容易熱傳導至內牆，外牆白色也可以反射太陽輻射熱
2. 利用斜屋頂裝置太陽能板，電力提供房子下方冷空氣進氣與上方熱空氣排出加強熱對流效能。
3. 利用雨水儲水裝置與發電系統，提供家用電力，使用完的水再次回收利用於廁所。
4. 利用風力發電系統，提供家用電力。

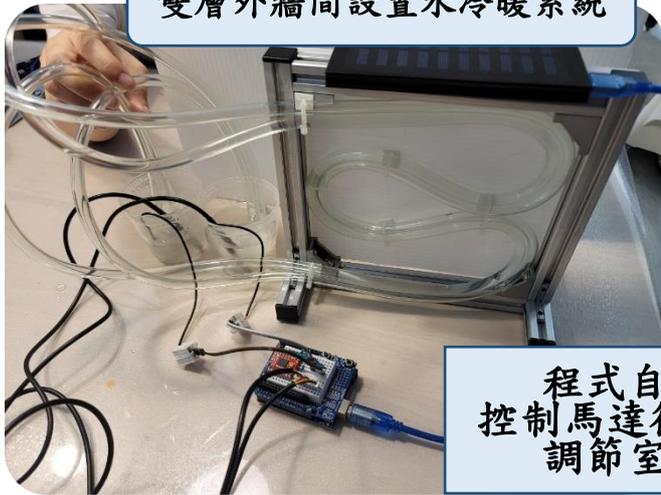


屋頂傾斜23度
增加太陽能板效率

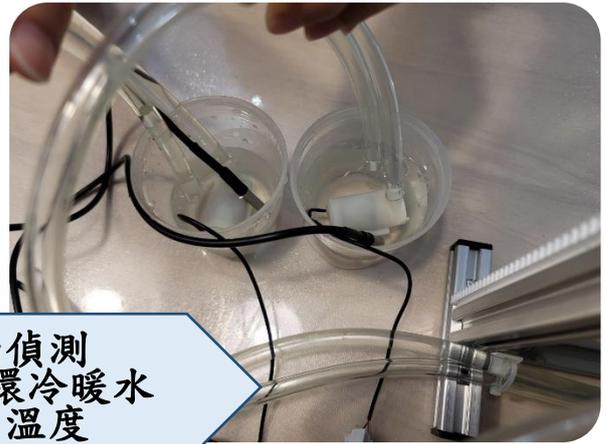
雙層外牆
增加對流散熱

太陽能板、風力發電與水力發電
二十四小時互相搭配，隨時都能發電

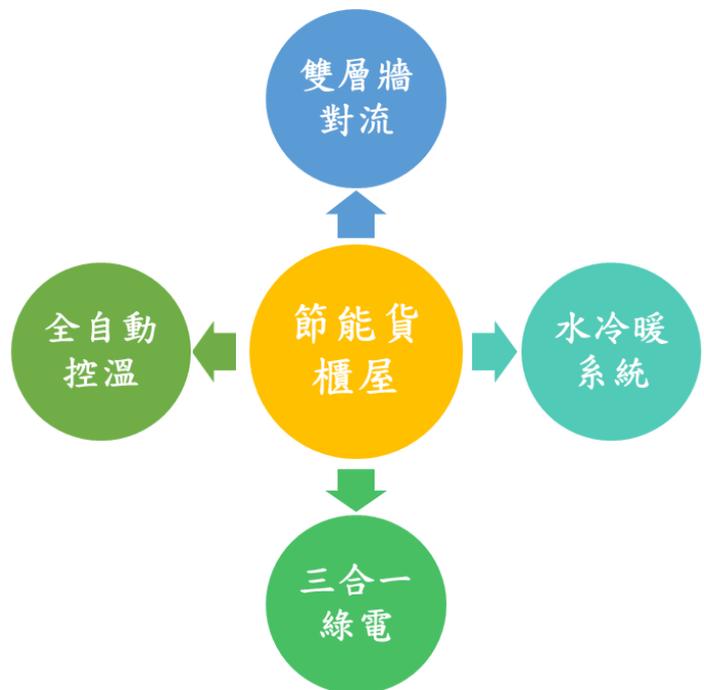
雙層外牆間設置水冷暖系統



程式自動偵測
控制馬達循環冷暖水
調節室內溫度



1. 利用綠建築概念減少能源消耗，同時達成居住舒適度提升。
2. 同時利用太陽能、風力及水力等。
3. 太陽溫度愈高煙囪效應越明顯，太陽能板發電效率也越大進排氣功率就增強，舒適度不變。
4. 運用對流系統使熱空氣向上溢散。



五、 其他考量因素

1. 房子坐北朝南，貨櫃屋頂傾斜面與嘉義地區北回歸線 23.5 度結合，達成太陽能板發電最高效率
2. 水力發電有水流量的問題必須達到一定的水量才能有效果
3. 風力發電有風場的問題，要達到一定的風速才有明顯的效果

曼陀羅思考法則

<p>台灣冬季時間縮短，平均溫度上升，因此希望能在節省能源的情況環境有效降低室內環境溫度。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 斜屋頂 2. 坐北朝南建築 3. 雙層外牆 4. 蓄水池 5. 水冷系統 			<p>白色(淺色)外牆。</p>
<p>利用對流效應使冷空氣進氣與熱空氣排出，降低外部熱源，並使用再生能源結合水冷散熱系統降低建築溫度。</p>	問題	形狀	顏色	<p>木造房屋、水泥房屋均可。外牆可以使用導熱性較低材質，也可考慮使用水冷系統</p>
	特性	節能貨櫃屋	材料	
	延伸	功能	市場	
<p>斜屋頂裝置太陽能板發電以提供水冷系統運作之能量，利用斜屋頂儲水，利用位能製造水力發電</p>	<p>利用兩面牆之間的縫隙產生對流效應，使熱空氣會自然上升與冷空氣回補，降低建築外部環境溫度。</p>			<p>暖化問題迫在眉睫，應用綠建築概念有效降溫將是未來市場主流方向。</p>

「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	智能除草機		隊伍編號	TWEG21025
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：25cm	寬：35 cm	高：15cm	重量：2.7kg
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	用電項目	

作品說明

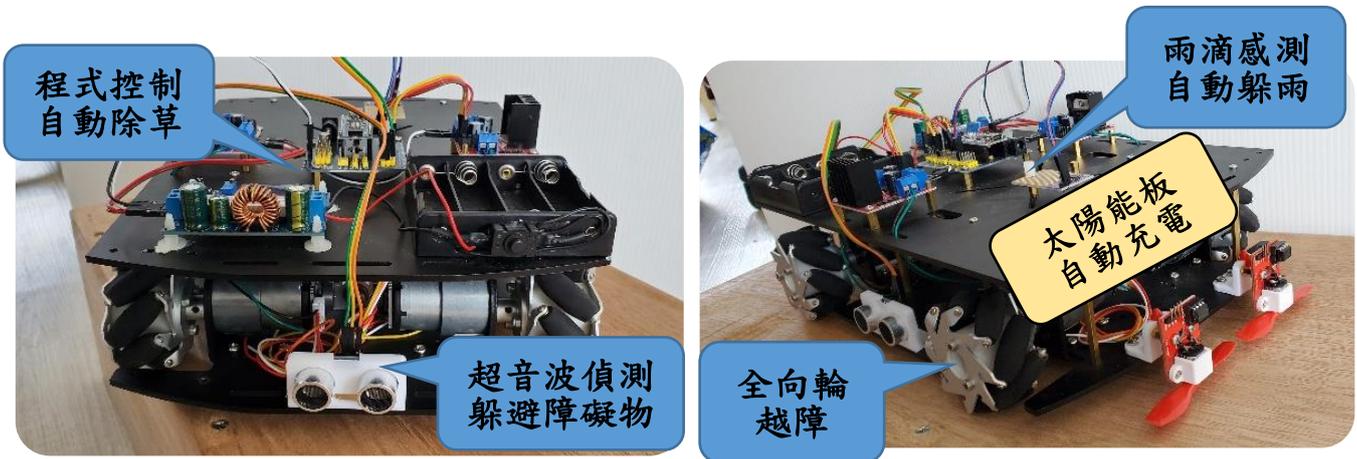
1. 作品名稱：智能除草機

2. 作品設計/創作動機與目的

家中擁有庭院是每個人的夢想，但是現代人生活忙碌時間有限，整理庭院尤其是雜草春風吹又生，割了很快又會再長出來，所以我們從掃地機器人概念出發，我們也想做出一個可以自動割草的機器人，而且因為在戶外可以利用太陽能發電為動力，另外因為在戶外所以輪子要能夠簡單越障，下雨時也能夠回到機器人家避雨。

3. 作品效用與操作方法

- (1) 太陽能充電可以自動割草避開障礙物及自動躲雨的防水機器人。
- (2) 配合雜草生長速度，可以調整固定割草時間。
- (3) 無須操作全自動割草。
- (4) 使用超音波偵測躲避障礙物。



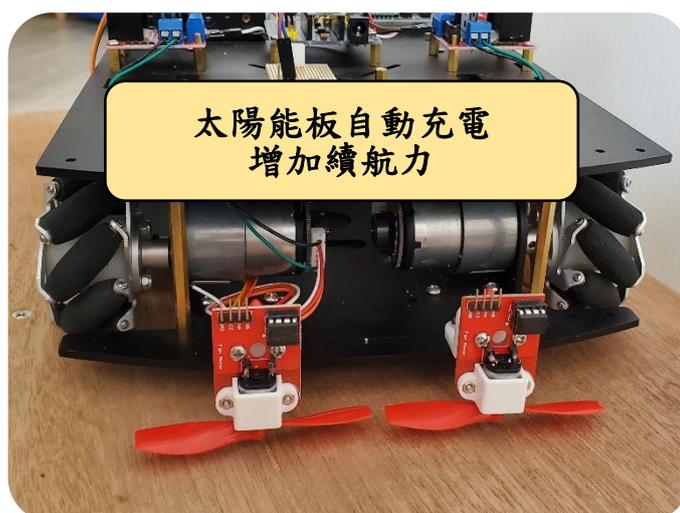
4. 作品的傑出特性與創意特質

- (1) 全自動割草而且避障，節省庭院整理的人力成本。
- (2) 特別加強下雨天防水避雨返回功能。
- (3) 避雨停留處可以提供太陽能充電及儲電。



5. 其他考量因素

割草機器人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機器人續航力。



曼陀羅思考法則

<p>現代人生活忙碌時間有限，整理庭院尤其是雜草春風吹又生，割了很快又會再長出來，整理浪費人力資源</p>	<p>與家用掃地機器人類似，頂部裝設太陽能板，設置有太陽能板並且避雨充電機器人的家</p>			<p>可以有各種顏色</p>
<p>1. 全自動割草而且避障，節省庭院整理的人力成本。 2. 特別加強下雨天防水避雨返回功能。 3. 避雨停留處可以提供太陽能充電及儲電</p>	<p>問題</p>	<p>形狀</p>	<p>顏色</p>	<p>4. 太陽能板 5. 超音波偵測器 6. 除草機器人 7. 遮雨棚</p>
	<p>特性</p>	<p>太陽能智能 防雨除草機</p>	<p>材料</p>	
	<p>延伸</p>	<p>功能</p>	<p>市場</p>	
<p>割草機器人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機器人續航力。</p>	<p>1. 太陽能充電可以自動割草避開障礙物及自動躲雨的防水機器人。 2. 配合雜草生長速度，可以調整固定割草時間。</p>			<p>可以有效節省割草人力如同掃地機器人深具市場性</p>