

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第三名

082912

清涼來襲

學校名稱：澎湖縣馬公市中正國民小學

作者： 小六 鄭宇捷 小六 歐晉安 小六 顏廷諺 小六 鄭書恩	指導老師： 洪常明 項志偉
---	---------------------

關鍵詞：窮人冷氣機、arduino、DHT22

摘要

本研究以通風、遮蔽陽光、煙囪效應、狹風效應等變項作為實驗主題，藉由 Arduino 和電子溫度模組測量及記錄溫度，嘗試找出適用在學校教室能降低室內溫度的方式，解決夏日炎熱之苦。

實驗結果發現，室內通風良好能夠帶來的降溫效益最大，封閉的教室和開窗的教室在平均溫度能有 3 度的差距！其次是遮蔽陽光的照射，雖然平均溫度差距不如通風明顯（溫度差距小於 1 度），但是仍算有效；最後，我們參考了網路上熱門的（DIY 窮人冷氣機），製作前後端孔徑不同的「狹風板」對降溫同樣有幫助，在最炎熱的 13:00 到 14:00 間甚至可以有 2 度的溫差。

壹、研究動機

我們的教室在夏天時很悶熱，即使用了電風扇，同學們還是無法專心的上課，雖然我們學校的太陽能板在我們教室的上方，不過還是有一些地方沒有被太陽能板遮住，導致我們教室比其它教室熱許多；太陽的光線從教室南邊進來，使教室溫度升高；教室的通風不良，是因為教室的兩個後門和窗戶都沒開，空氣無法一直循環，所以我們教室異常炎熱；夏季南風帶來水氣，讓環境變得潮濕，身體的汗水沒辦法順利帶走熱氣，讓體感溫度更高，感覺更熱。

所以我們想改善這種情況，找出可以幫助教室降溫的方法，讓上課輕鬆些。

貳、研究目的

這個研究的目的是找出能夠降低教室溫度的方法，歸納我們認為的幾樣因素，像是太陽的輻射、屋頂的遮陽、教室的通風等，我們想要運用生活中可見的媒材模擬教室環境，比較不同的方法是否可以有效降溫，然後歸納出最棒的降溫方法。

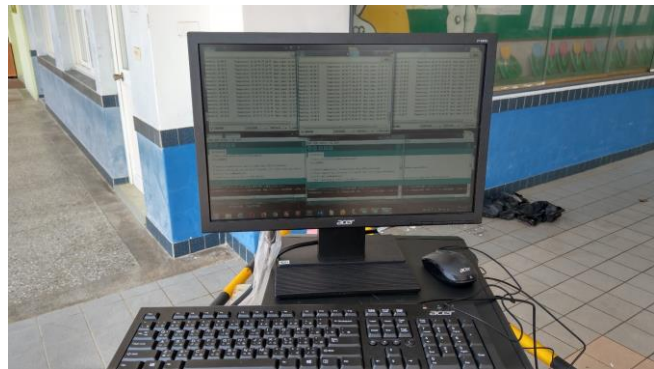
參、研究設備及器材

一、工具

電鑽、捲尺、F夾、切割鋸、槌子、螺絲起子、口袋孔鑽洞器、Arduino UNO、溫度模組、電腦主機、鋸子、木工雕刻機。

二、材料

木片、木條、白網、螺絲、鐵釘、白膠、補土、強力膠、鋁管、壓克力顏料。



肆、研究過程或方法

一、網路資源探索

(一) 歷屆科展作品

1. 「熱透」了量一「涼」--教室抗熱效能之研究
 - (1) 建築物方位與樓層差異，南北向教室溫度比東西向的溫度涼爽許多，樓層較低的比樓層較高的溫度涼爽，尖屋頂接收的熱輻射比半圓屋頂少。
 - (2) 建築物的塗料顏色與聚熱程度成正比，也可用鋁箔，因為鋁箔反射效果較好，散熱效果也較佳。
2. 涼快一「夏」
 - (1) 「室內增加降溫措施」室內用容器裝入冰塊。每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。
 - (2) 「室外的隔熱降溫措施」教室外牆及頂樓刷白油漆。每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。
 - (3) 「頂樓增加隔熱降溫措施」屋頂加蓋鐵皮屋隔熱。每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。
3. 綠色節能—百葉角度對室內溫度之影響
 - (1) 百葉角度與光源成垂直時隔熱效果較佳,與光源夾角超過 90 度之後隔熱效果不明顯，但日照度明顯降低；45 度俯角光源照射下的百葉遮陽效果最佳。
 - (2) 深色百葉隔熱效果優於淺色百葉;木質百葉隔熱效果優於鋁片百葉；壓克力材質窗片隔熱效果優於鍍膜玻璃，且優於普通玻璃材質窗片。

(二) 網路資料

1. 風扇不能降低室內溫度?流言追追追
有開窗和沒開窗的溫度會有差異；還有，熱空氣往上之後，上面氣窗沒有打開，空氣無法對流，空氣不會直接進入教室，所以教室才會很熱。
2. DIY 窮人冷氣機！寶特瓶卡厚紙板降溫|三立新聞台
風從瓶身吹進瓶口，空氣在裡頭碰撞且兩側溫度上升，瓶口溫度下降，使吹出去的空氣變涼，所以就算從外面吹來的空氣是熱的，瓶口吹進屋內的空氣仍是涼的。

3. 綠建築概論-建築浮力通風之應用

煙囪內全部塗成黑色並裝置黑色烤漆鋁板，以吸收由玻璃引進的太陽輻射熱，如此便形成有如「灶窯」燃燒的層流風場。

此煙囪東西向各開了一個透明玻璃窗以吸收上下午的日射量，煙囪內全部塗成黑色並裝置黑色烤漆鋁板增加日射吸收率，煙囪高約 15m，可確保良好通風效果。

4. 北頭圖書館-綠建築散熱採光功能

設計斜長的船型造型，將向西南方的受光面積降至最低，圖書館藉由周遭的公園茂密的大樹，擋住直射的陽光，並設置大量的陽台，不必擔心熱輻射，加上通風設計，以及綠屋頂。

蒐集以上兩個小節的資料來源，我們從中發現幾項重要的變項，像是通風、遮蔽陽光、煙囪鋁板等方式，其中有一個特別的方法是使用寶特瓶，讓吹進來的風降溫，經過 google 的結果是一種稱作「狹風效應」的作用，使得寶特瓶可以發揮降溫作用。

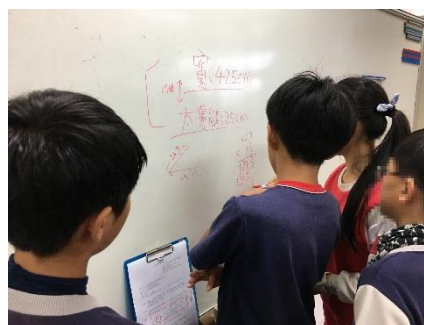
所以我們決定了幾個研究的變項，分別是「窗戶通風」、「屋簷」、「樓頂遮蔽」、「煙囪鋁管」和「狹風寶特瓶」。

二、模擬屋製作

(一) 我們先丈量教室的長寬高，長：900cm
寬：700cm 高：320cm。

(二) 把教室實際長寬高縮小為 1:20 倍，1 是模擬屋，20 是教室實際長度； 模擬屋長：50cm，寬：35cm，高：23cm，之後我們用切割鋸把木條切割成我們要的模擬屋骨架的木條再用鑽孔器和電動螺絲起子把木條的前後鑽孔。

(三) 將鋸好的木條使用螺絲釘先完成骨架組裝，過程中使用夾具固定，再使用電動螺絲起子逐個將木條組合，考慮到後來拆卸方便，



暫時不使用白膠或是強力膠黏合。

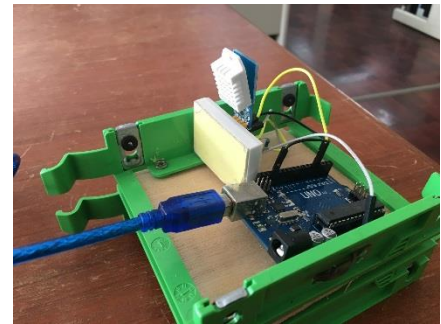
(四) 完成模擬屋骨架後，再量測牆面的大小，同樣根據教室的牆面厚度，我們採用三分木板(0.9cm)作為我們的牆面。接著參考教室窗戶(長265cm、寬170cm 高124cm)、前後門(250cm)的位置和大小，切割出等比例的矩形。



(五) 我們把模擬屋整體用好後，就要用太陽能板，我們到我們學校的太陽能板量長度再把它縮小成和模擬屋一樣縮小的倍數。

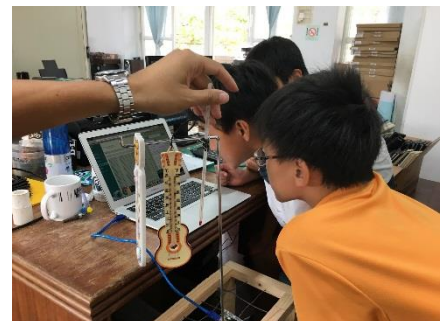
三、溫度量測機器設定的過程

(一) 為了要測量溫度，一開始我們有考慮使用溫度計作為量測工具，但是使用溫度計量室溫，會面臨的問題除了量測的準度之外，如果要準確的紀錄溫度變化，我們需要長時間觀測並作紀錄。這對需要上課的我們根本就不可能實現，後來我們決定製作一組可以自動測量溫度的儀器。



(二) google 的過程中發現用 Arduino UNO 連接溫度模組可以偵測溫度還可以將溫度傳回電腦作成紀錄，重點是我們不需要全時陪在旁邊，而測量溫度的程式只要使用預設的就可以得到我們要的結果。

(三) 組裝好後，我們把 Arduino UNO 的溫度模組和一般溫度計放在一起，確定溫度計量測的結果和 Arduino 量出來的溫度是否相同的？結果兩者所測的溫度幾乎一樣，所以測量溫度的研究工具



四、研究環境設置

(一) 研究環境我們選擇在陽光直射的三樓樓頂，以實際的日照來測量溫度，依據每個實驗的不同擺設不同數量的模擬屋。



(二) 使用 USB 線將一端接上溫度測量模組一端接上電腦，連接電腦端是為了蒐集溫度模組測量的溫度，然後將溫度感測模組放置在模擬屋內，整個實驗環境設置的過程大約 20 分鐘，包含搬運器材、安裝 Arduino 溫度測量儀器，所以實驗開始的時間大約都是 10:30 分左右，我們利用第二節的下課完成這件事。



五、煙囪效應的通風管製作

(一) 根據網路上研究的資料，塗黑的鋁管煙囪可以有效帶走熱源，因此將這個變項納入實驗項目，我們採買了口徑約 1.5 公分的鋁管切割成不同長度 (10cm 20cm 30cm) 來模擬通風管。



(二) 考慮到黑色的塗料可以增加吸熱效果，我們將廣告顏料塗裝在鋁管上，用紙捲塞入管子兩側放在盒子上等它晾乾，這樣才不會沾到漆。



(三) 最後將切割並塗好黑漆鋁管裝在模擬屋上，考慮到鋁管太硬難以彎曲，前端的部分用水管代替，插入木板上鑽的洞裡。

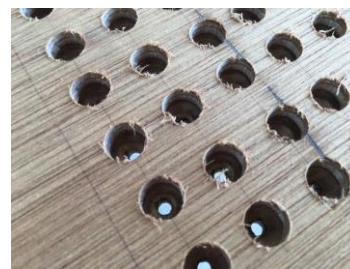
六、狹風效應的寶特瓶

(四) 在先前的網路資料蒐集中，最讓我們印象深刻的就是 (DIY 窮人冷氣機)，所以我們同樣打算將這個變項納入實驗中，一開始我們製作的寶特瓶降溫裝置直接將寶特瓶插在模擬屋上，設計成第一版本的狹風板，但是在實驗後發現，



並沒有預期的降溫效果。(右圖下方為第一版本狹風板)

(五) 狹風板的失敗，雖然讓我們覺得有些失望，但是開始質疑我們的方法是不是有問題，後來團隊裡的成員討論結果，就懷疑第一版本的尺寸和模擬屋的比例不同，模擬屋是 1:20 縮小，但是第一版本的狹風板卻是 1:1 的原始尺寸，會不會因為這樣的原因



讓狹風效應沒有辦法發揮效果，所以我們又再製作了第二個版本的狹風板。

七、研究設計

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
通風	不開窗	無		
	半開窗			
	全開窗			
屋簷	全開窗	有屋簷	無	
		無屋簷		
頂樓遮蔽	全開窗	有屋簷	太陽能板	無
			紗網	
			無遮蔽	
煙囪鋁管	全開窗	有屋簷	無遮蔽	30cm
				20cm
				10cm
				無煙囪
狹風寶特瓶-1	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.1			
狹風寶特瓶-2	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.2			

(一) 通風程度我們將變項分成 3 個，不開窗是指北面窗戶全封閉，全開是指北窗戶的範圍全部開通，半開則是全開範圍面積的一半。全開的面積是參考教室窗戶大小以 1:20 的比例縮小，與模擬屋的比例尺寸相同。

(二) 屋簷的寬度是參考學校走廊的寬度，我們學校的屋簷是南北面皆有，所以屋簷的設置是南北皆有，比例和模擬屋相同是 1:20 縮小，以木板作為屋簷，屋簷的實驗變項是 2 個，分別是有屋簷和沒屋簷。

(三) 頂樓遮蔽的變項是太陽能、紗網和無遮蔽，太陽能板的角度和尺寸大小同樣在

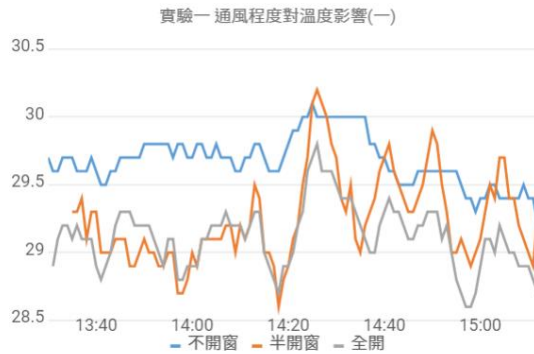
經過丈量之後以 1:20 的比例縮小，在使用木板製作。

- (四) 煙囪鋁管的原本變項是 10cm、20cm、30cm，經過兩次實驗之後發現 20cm 變項所測得溫度與 10cm 差距都在 1 度以內，且溫度介於 10cm 和 30cm 之間，為了確定煙囪鋁管這個變項是否有效，進行第三次實驗，所以在變項上加入了無煙囪組作為對照組，移除 20cm 的變項。
- (五) 原本的構想是五個實驗階段，但是因為狹風板尺寸上的不同，又多了一次實驗。

伍、研究結果

一、通風程度對溫度的影響

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
通風	不開窗	無		
	半開窗			
	全開窗			



變項	平均溫度
不開窗	29.66
半開窗	29.29
全開窗	29.12

實驗數據 <https://goo.gl/TjeJmQ>



變項	平均溫度
不開窗	33.14
半開窗	30.06
全開窗	29.72

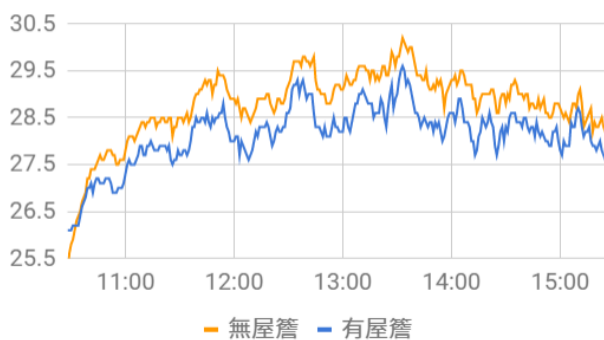
實驗數據 <https://goo.gl/TjeJmQ>

通風程度的實驗中，全開窗所觀察到的溫度最低，不開窗的溫度最高，半開窗的溫度則是相當接近全開窗，兩次的實驗中，全開窗和半開窗的平均溫度差距都在 0.5 度以下。第一次的實驗當天天氣稍微陰天，有時會有陣風，太陽光線不穩定，有可能是導致溫度變化較大的原因。

二、屋簷有無對溫度的影響

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鉛管
屋簷	全開窗	有屋簷	無	
		無屋簷		

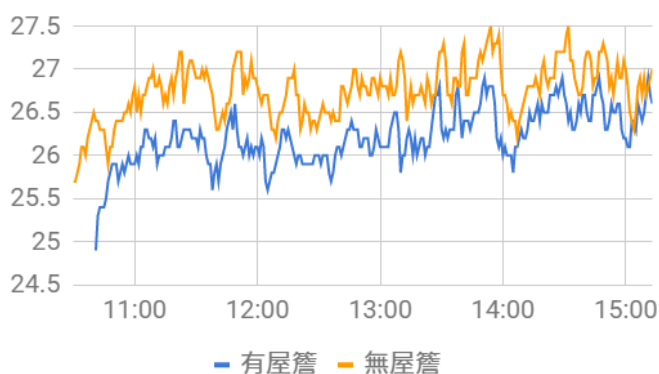
實驗二 屋簷有無對溫度的影響(一)



屋簷	平均溫度
有屋簷	28.04
無屋簷	28.64

實驗數據 <https://goo.gl/R8p95R>

實驗二 屋簷有無對溫度的影響(二)



屋簷	平均溫度
有屋簷	26.21
無屋簷	26.75

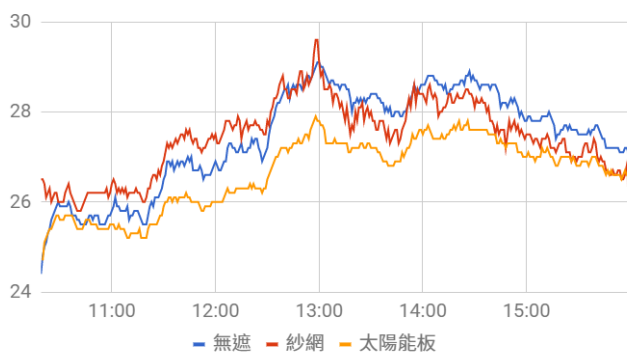
實驗數據 <https://goo.gl/GuqSXx>

屋簷對溫度有些微影響，以兩次實驗的平均溫度來看，有屋簷的模擬屋測得的溫度都比無屋簷的模擬屋低，整個時間的溫度折線圖可以明顯看出差異，但是平均溫度的差異都在1度以內，降溫效果有限。

三、頂樓遮蔽對溫度的影響

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鉛管
頂樓遮蔽	全開窗	有屋簷	太陽能板	無
			紗網	
			無遮蔽	

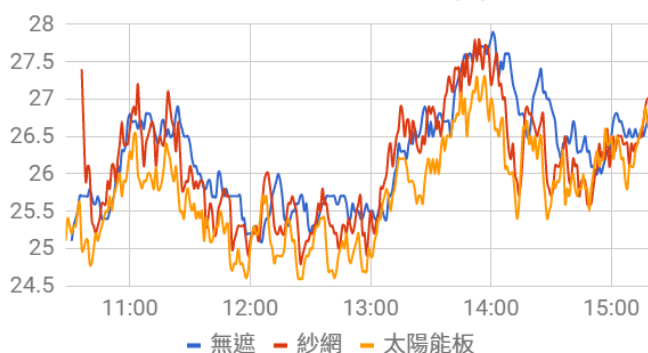
實驗三 頂樓遮蔽對溫度影響(一)



頂樓遮蔽	平均溫度
太陽能板	26.64
紗網	27.43
無遮蔽	27.44

實驗數據 <https://goo.gl/pu7TkR>

實驗三 頂樓遮蔽對溫度影響(二)



頂樓遮蔽	平均溫度
太陽能板	25.74
紗網	26.13
無遮蔽	26.25

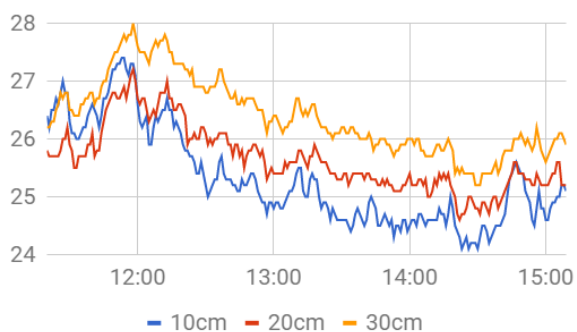
實驗數據 <https://goo.gl/SKUX8X>

頂樓遮蔽的實驗中，太陽能板遮蔽測量到的平均溫度最低，沒有遮蔽物的平均溫度最高，而紗網遮蔽和沒遮蔽在平均溫度上的效果是差不多的；以整體折線圖來看，同樣是太陽能板遮蔽都持續以低溫領先，折線圖可以明顯看出差異，但是平均溫度的差異都在 1 度以內，降溫效果有限。

四、煙囪鋁管對溫度的影響

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
煙囪鋁管	全開窗	有屋簷	無遮蔽	30cm
				20cm
				10cm
				無煙囪

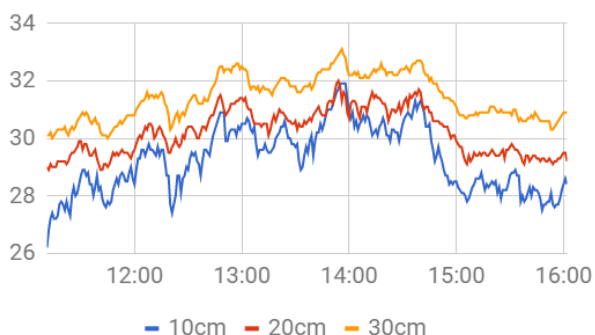
實驗四 煙囪鋁管對溫度的影響(一)



煙囪鋁管	平均溫度
30cm	26.39
20cm	25.66
10cm	25.32

實驗數據 <https://goo.gl/seSuYs>

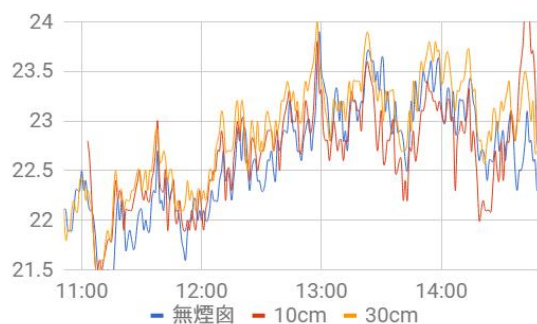
實驗四 煙囪鋁管對溫度的影響(二)



煙囪鋁管	平均溫度
30cm	31.42
20cm	30.23
10cm	29.27

實驗數據 <https://goo.gl/aoktYG>

實驗四 煙囪鋁管對溫度的影響(三)



煙囪鋁管	平均溫度
30cm	22.88
10cm	22.71
無煙囪	22.63

實驗數據 <https://goo.gl/4spSt5>

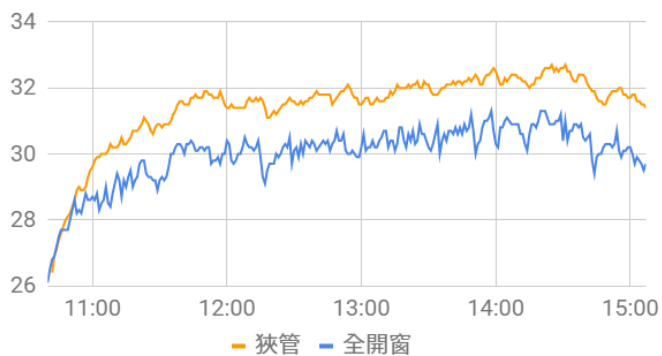
煙囪鋁管的實驗進行了三次，前兩次的實驗中，以 10cm 短管所測量到的溫度最低，20cm 次之，30cm 最高；可以從折線圖觀察到溫度差距。

為了確定煙囪鋁管是有效的變項，第三次實驗去除 20cm 的變項，補上了無煙囪的變項來試試看煙囪鋁管是否有效，結果無煙囪和 10cm 短管的差距僅僅差 0.08 度，幾乎是可以忽略不計的差距。

五、狹管效應對溫度的影響

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
狹風寶特瓶-1	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.1			

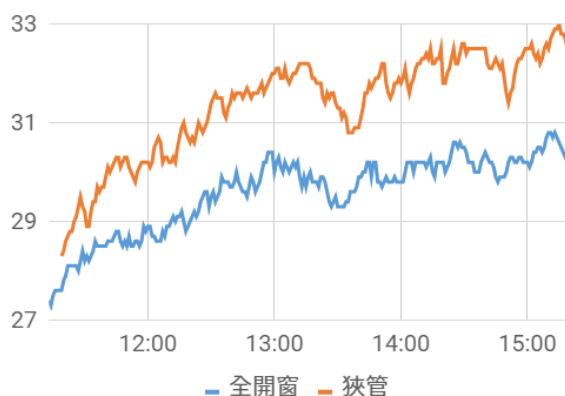
實驗五 狹管效應對溫度的影響(一)



通風	平均溫度
全開窗	30.00
狹風板 v.1	31.45

實驗數據 <https://goo.gl/uaMeGP>

實驗五 狹管效應對溫度的影響(二)



通風	平均溫度
全開窗	29.58
狹風板 v.1	31.39

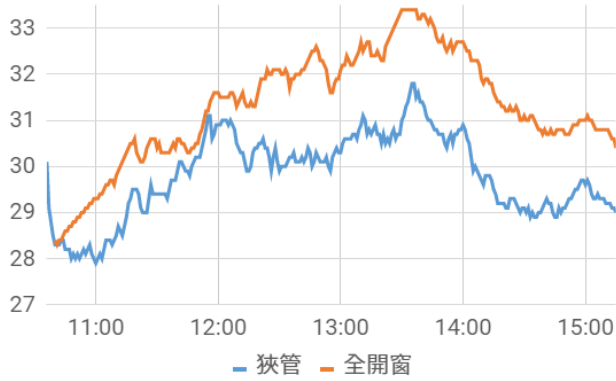
實驗數據 <https://goo.gl/i8cNaJ>

第一版本的狹風板在實驗中測得的溫度較高，而全開窗通風溫度較低，與原本的實驗預期相反，兩次實驗的平均溫度差距大約在 1.5 度左右，整體的折線圖溫度差也都相當穩定。



實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
狹風寶特瓶-2	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.2			

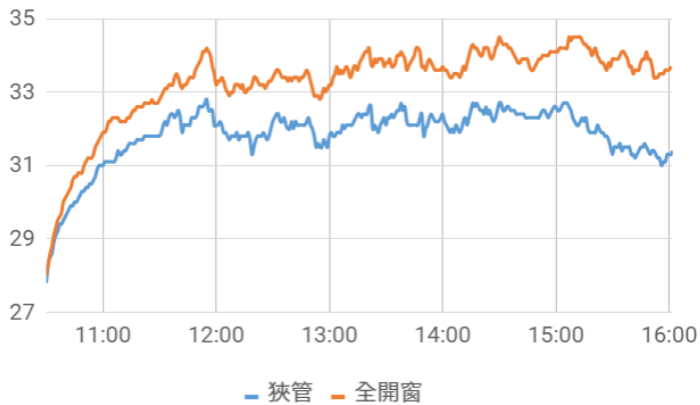
實驗六 狹管效應對溫度的影響(一)



通風	平均溫度
全開窗	31.32
狹風板 v.2	29.82

實驗數據 <https://goo.gl/qUYHwn>

實驗六 狹管效應對溫度的影響(二)



通風	平均溫度
全開窗	33.27
狹風板 v.2	31.82

實驗數據 <https://goo.gl/Pb1G6T>

第二版本的實驗相當成功，與第一版本的實驗結果正好相反，裝有狹風板的模擬屋溫度較低，全開窗通風的模擬屋溫度較高。

兩次實驗的平均溫度都有 1.5 度的差距，13:00 到 14:00 之間甚至有 2 度的差距，在整體的折線圖也可以明顯觀察到差異。



陸、討論

一、通風程度對溫度的影響

全開窗的降溫效果最好，與我們的預測相同，空氣的流動可以帶走一些熱量，讓溫度下降。在第二次實驗當天天氣稍微炎熱，不開窗的平均溫度和全開窗相比有 3.42 度的差距，13:30 左右的時候甚至有 4 度的差距，在全部的實驗中是差距最明顯的變項。

二、屋簷對溫度的影響

屋簷也與我們的預測相同，不過降溫的效果稍弱，大約不超過 1 度的範圍，兩次實驗的折線圖在中午時段的溫度差距都會比平均的差距再大一些，越接近下午 3 點的時間溫度的差異會漸漸縮小，可能是因為中午的太陽直射，屋簷可以擋掉陽光，但是接近下午陽光會以斜角的方式照射，屋簷的降溫效果就比較沒有這麼明顯。

三、頂樓遮蔽對溫度的影響

預設的遮蔽材料與我們所預測的相同，太陽能板的遮蔽效果最好，原本預測紗網的遮蔽會有些效果，結果幾乎和沒有遮蔽一樣。兩次的實驗中三個變項的差距都不超過 1 度的範圍，降溫的效果有限。

四、煙囪鋁管對溫度的影響

根據實驗之前我們對網路資源的探索，原本預測是煙囪鋁管較長的 30cm 變項可以帶走比較多的熱量，但是實驗的結果卻恰恰相反，30cm 變項的模擬屋是三組當中溫度最高的，原本以為通風效果可能較差的 10cm 反倒在前兩次的實驗中都是最低溫度，10cm 和 30cm 的平均溫度在第二次實驗中甚至有 2 度的差距。

探究原因，我們猜測可能是煙囪鋁管的溫度不夠熱，使空氣流動的效果不如預期，而這也是煙囪效應可以發揮作用的前提，加上外面的空氣較熱，反而使煙囪效應逆向運作，讓溫度上升。

在第三次實驗 10cm 鋁管與不安裝煙囪鋁管的模擬屋相比較，幾乎沒有太大的差距，平均溫度僅相差 0.08 度，整天的溫度折線圖也都趨近相同，在這個變項上，也許是我們的做法錯誤，才使煙囪鋁管無法發揮作用。

五、狹管效應對溫度的影響

第二版本的狹管實驗相當成功，兩次實驗的平均溫度都可以有 1.5 度的差距，某些時間點甚至有 2 度的差距，相較第一版本尺寸錯誤所導致的降溫失效，狹管效應確實可以有效替室內降溫。

柒、結論

一、想要降低室內溫度通風最重要

在我們進行的大部分實驗中都發現有一件共通的要素可以讓溫度降低，就是通風，從最一開始的通風程度實驗、煙囪鉛管的通風管實驗到最後的狹管效應實驗，保持通風的全開窗比其它方法都要有效，所以保持室內空間的通風，是降溫的首先需要考慮的要素。

二、遮蔽陽光同樣可以降溫，但是效果有限

我們的研究中和遮蔽陽光有關的是頂樓遮蔽實驗和屋簷有無實驗，兩個實驗的結果對降溫有些微的效果（變項之間差距小於 1 度），所以如果在教室上面設置像太陽能板一樣的完全遮光的裝置，對教室降溫有幫助。

三、通風管、狹管效應的設置需要滿足必要條件

教室外設置通風管並非越高越好，而是要考慮溫度和風向的條件選擇最適合的長度，才能產生最好的降溫效果。狹管效應對室內溫度的降低確實有所幫助，只要能配合風向妥適的設置就能降低室內的溫度。

四、氣溫越高，變項越有效？

這次研究的幾個實驗像是通風程度的第二次實驗和狹風效應的所有實驗，這幾次實驗的當天測得的高溫都在 30-35 度，實驗組和對照組的溫度不管是在平均溫度或是折線圖都有明顯差距，所以在當日氣溫越高的狀況下，變項是否越有效？需要更多的實驗來驗證。

捌、參考資料及其他

一、「熱透」了量一「涼」-- 教室抗熱效能之研究

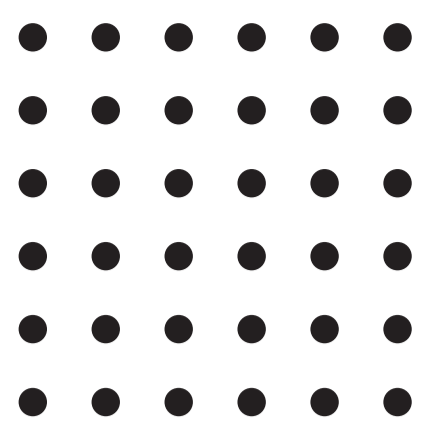
http://science.cyc.edu.tw/upfile/science105/work_files/13423206561765515081.pdf

二、涼快一「夏」<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080808.pdf>

三、綠色節能一百葉角度對室內溫度之影響 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/091203.pdf>

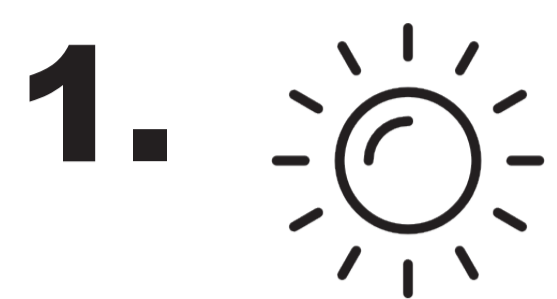
【評語】 082912

1. 面對悶熱的環境，思考著通風、遮蔽、通風管與狹管裝置模擬讓教室的溫度降溫，找到解決問題的能力，未來可以實地運用，達到學習樂境。
2. 建議加測戶外溫度，並比較該日在最高溫時，各種方式降低室內溫度的情形。

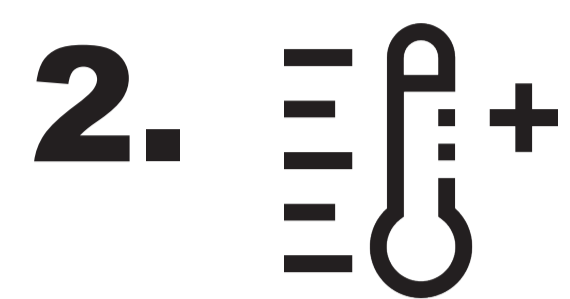


動機

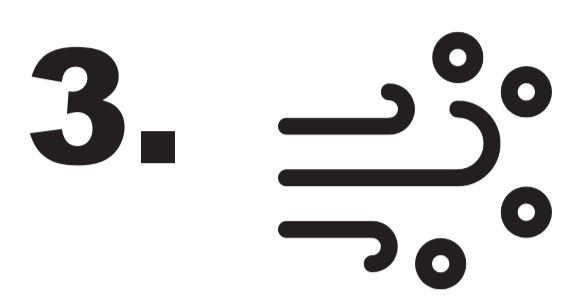
教室在夏天時很悶熱，即使是用了電風扇 ...



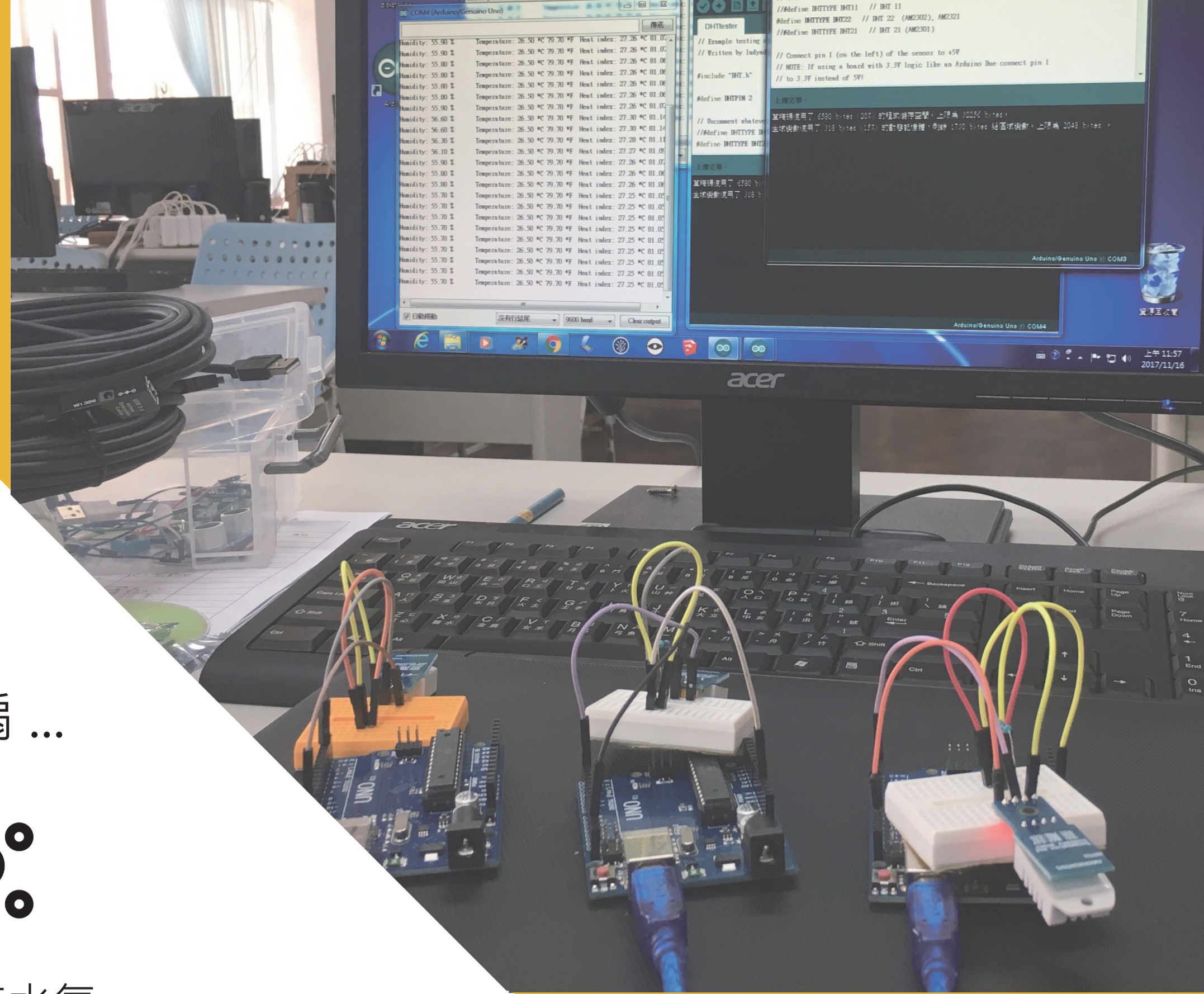
1. 太陽的光線從教室南邊進來，使教室溫度升高；教室的通風不良，是因為教室的兩個後門和窗戶都沒開，空氣無法一直循環



2. 學校的太陽能板在我們教室的上方，不過還是有一些地方沒有被太陽能板遮住



3. 夏季南風帶來水氣，讓環境變得潮濕，身體的汗水沒辦法順利帶走熱氣



我們想改善這種情況，讓上課輕鬆些。

目的

這個研究的目的是找出能夠降低教室溫度的方法，歸納我們認為的幾樣因素，像是太陽的輻射、屋頂的遮陽、教室的通風等，我們想要運用生活中可見的媒材模擬教室環境，比較不同的方法是否可以有效降溫，然後歸納出最棒的降溫方法。

目的是歸納出降低教室溫度的最佳方法

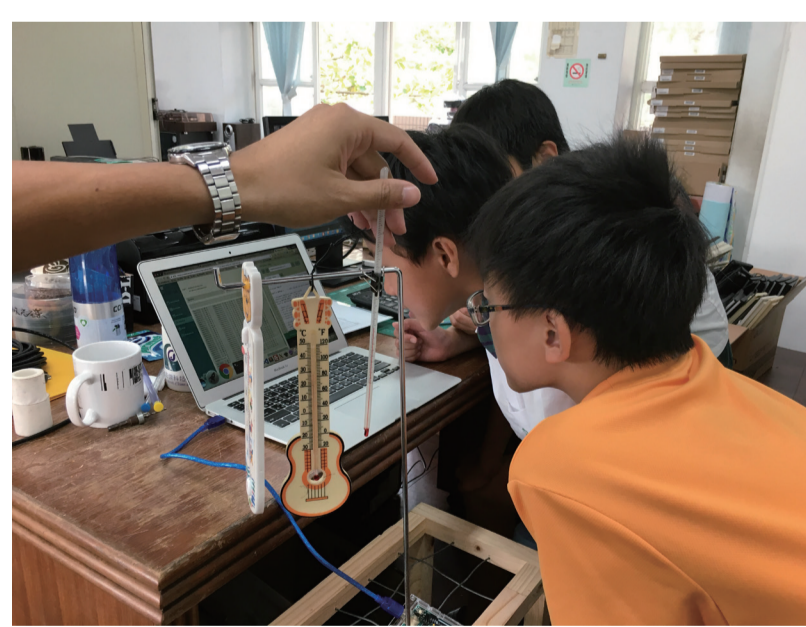
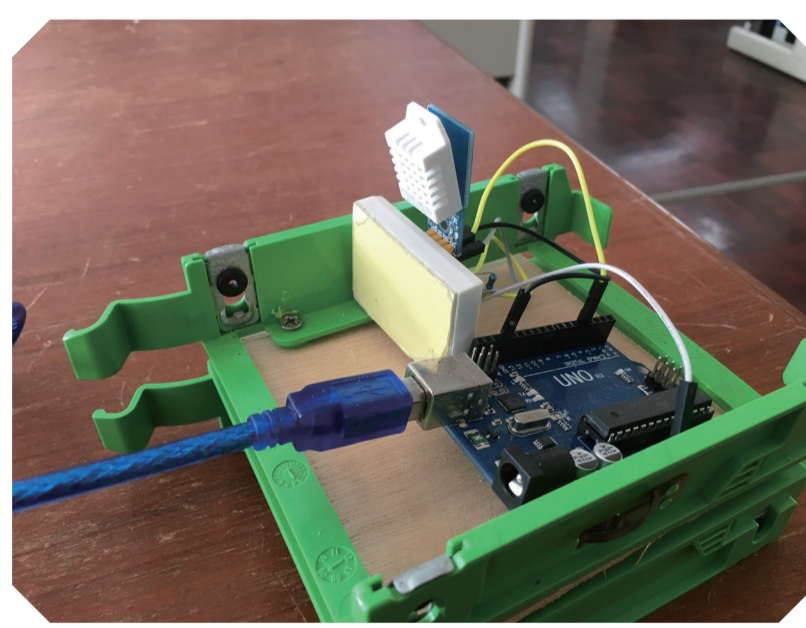
過程與方法

製作模擬屋

1. 我們先丈量教室的長寬高，長：900cm 寬：700cm 高：320cm。
2. 把教室實際長寬高縮小為 1:20 倍，1 是模擬屋，20 是教室實際長度；模擬屋長：50 cm，寬：35cm，高：23cm 同樣根據教室的牆面厚度，我們採用三分木板 (0.9cm) 作為我們的牆面。



3. 接著參考教室窗戶 (長 265cm、寬 170cm 高 124cm)、前後門 (250cm) 的位置和大小，切割出等比例的鏤空矩形。



溫度測量工具

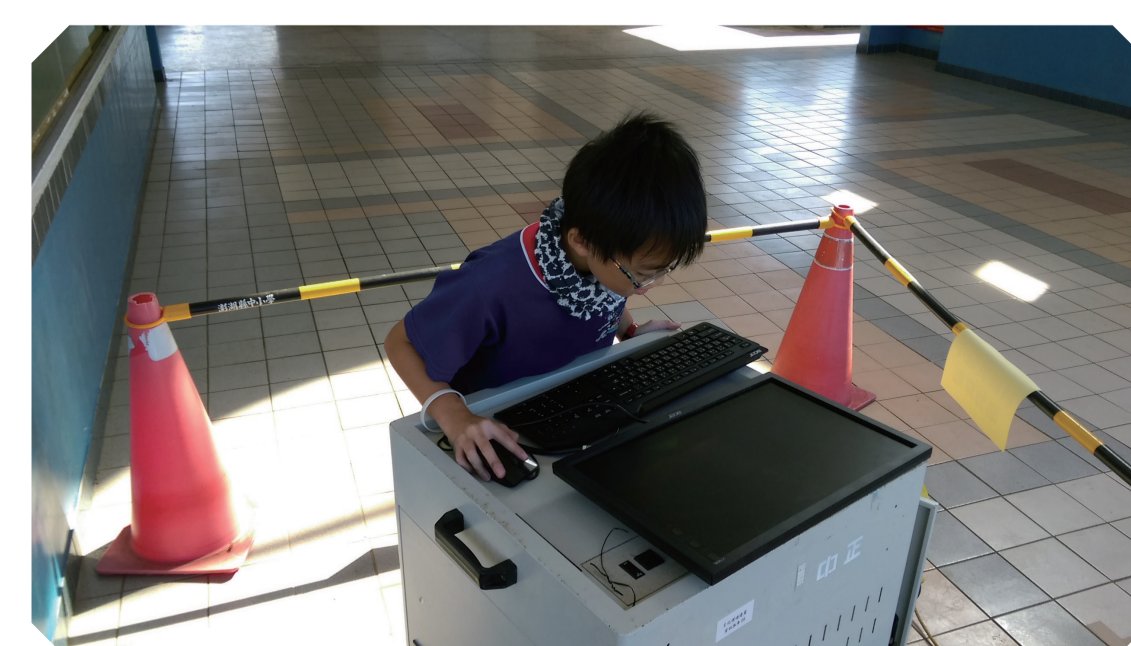
為了要測量溫度，一開始我們有考慮使用溫度計作為量測工具，但是使用溫度計量室溫，會面臨的問題除了量測的準度之外，如果要準確的紀錄溫度變化，我們需要長時間觀測並作紀錄。google 的過程中發現用 Arduino UNO 連接溫度模組可以偵測溫度還可以將溫度傳回電腦作成紀錄，重點是我們不需要全時陪在旁邊，而測量溫度的程式只要使用預設的就可以得到我們要的結果。組裝好後，我們把 Arduino UNO 的溫度模組和一般溫度計放在一起，確定溫度計量測的結果和 Arduino 量出來的溫度是否相同的？結果兩者所測的溫度幾乎一樣。

研究環境設置

研究環境我們選擇在陽光直射的三樓樓頂，以實際的日照來測量溫度，依據每個實驗的不同擺設不同數量的模擬屋。使用 USB 線將一端接上溫度測量模組一端接上電腦，連接電腦端是為了蒐集溫度模組測量的溫度。



然後將溫度感測模組放置在模擬屋內，整個實驗環境設置的過程大約 20 分鐘，包含搬運器材、安裝 Arduino 溫度測量儀器，所以實驗開始的時間大約都是 10:30 分左右，我們利用第二節的下課完成這件事。

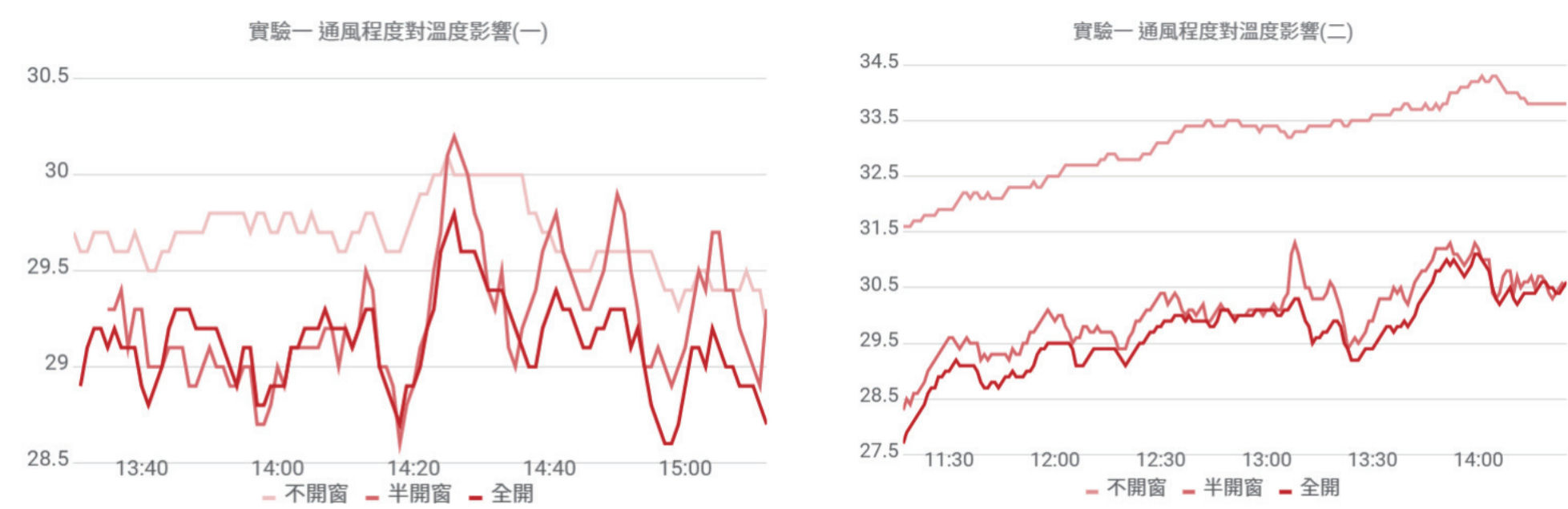


研究設計 與實驗結果

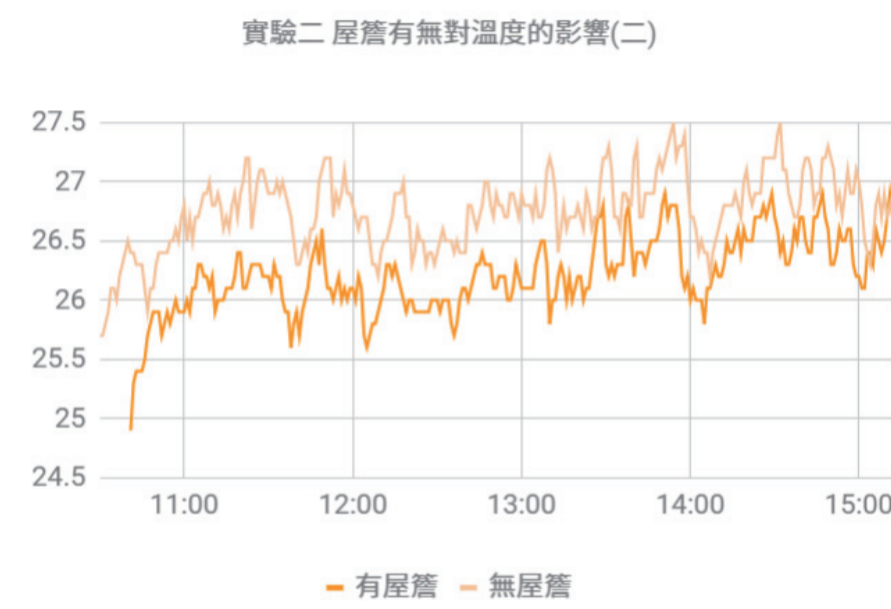
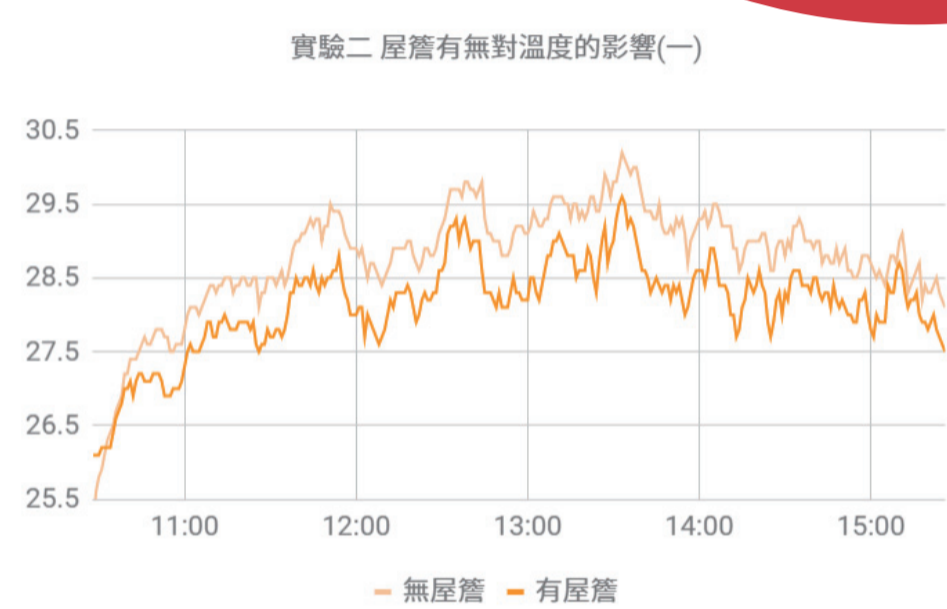
實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
通風 對溫度的影響	不開窗	無	無	無
	半開窗			
	全開窗			
屋簷 對溫度的影響	全開窗	無屋簷	無	無
		有屋簷		
頂樓遮蔽 對溫度的影響	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無
			紗網	
			太陽能板	

實驗階段	通風	屋簷	頂樓遮蔽	煙囪鋁管
煙囪鋁管 對溫度的影響	全開窗	有屋簷	無遮蔽	30cm
				20cm
				10cm
				無煙囪
狹風板 v.1 對溫度的影響	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.1			
狹風板 v.2 對溫度的影響	全開窗	有屋簷	無遮蔽	無煙囪
	狹風板 v.1			

01 通風程度 對溫度的影響



通風程度的實驗中，全開窗所觀察到的溫度最低，不開窗的溫度最高，半開窗的溫度則是相當接近全開窗，兩次的實驗中，全開窗和半開窗的平均溫度差距都在 0.5 度以下。

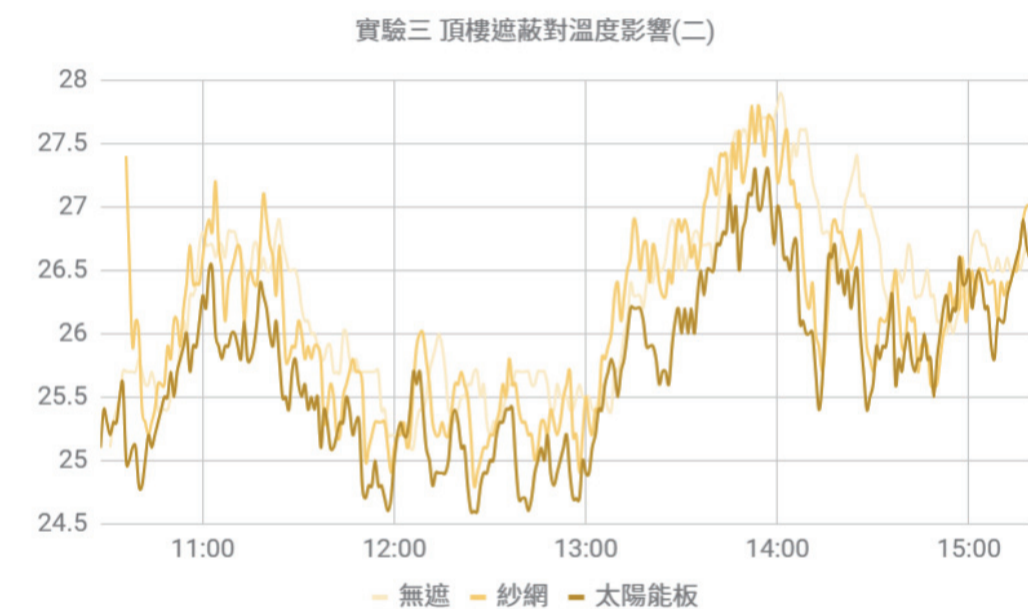
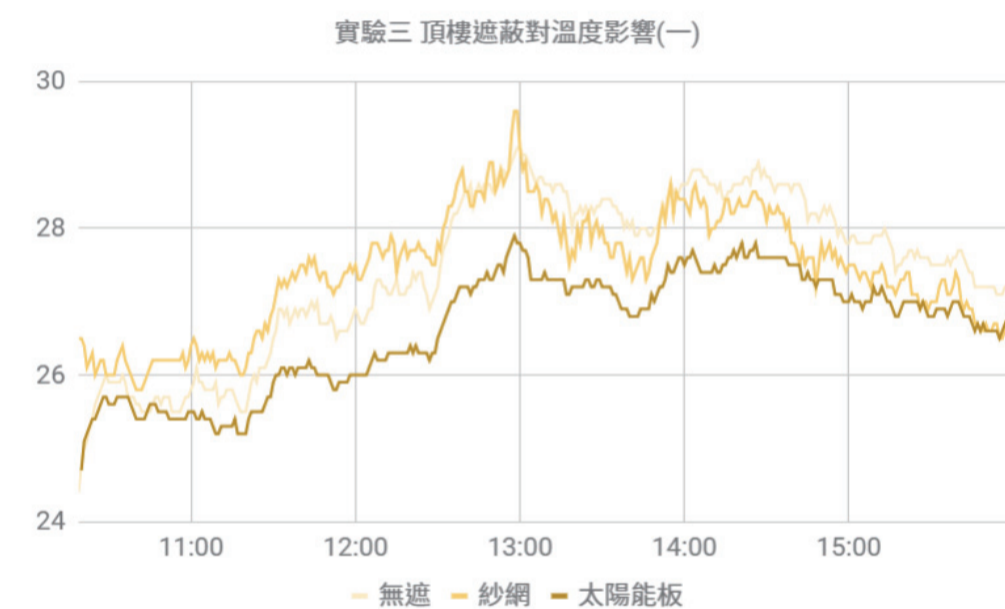


屋簷對溫度有些微影響，以兩次實驗的平均溫度來看，有屋簷的模擬屋測得的溫度都比無屋簷的模擬屋低，整個時間的溫度折線圖可以明顯看出差異，但是平均溫度的差異都在 1 度以內，降溫效果有限。

02 屋簷有無 對溫度的影響

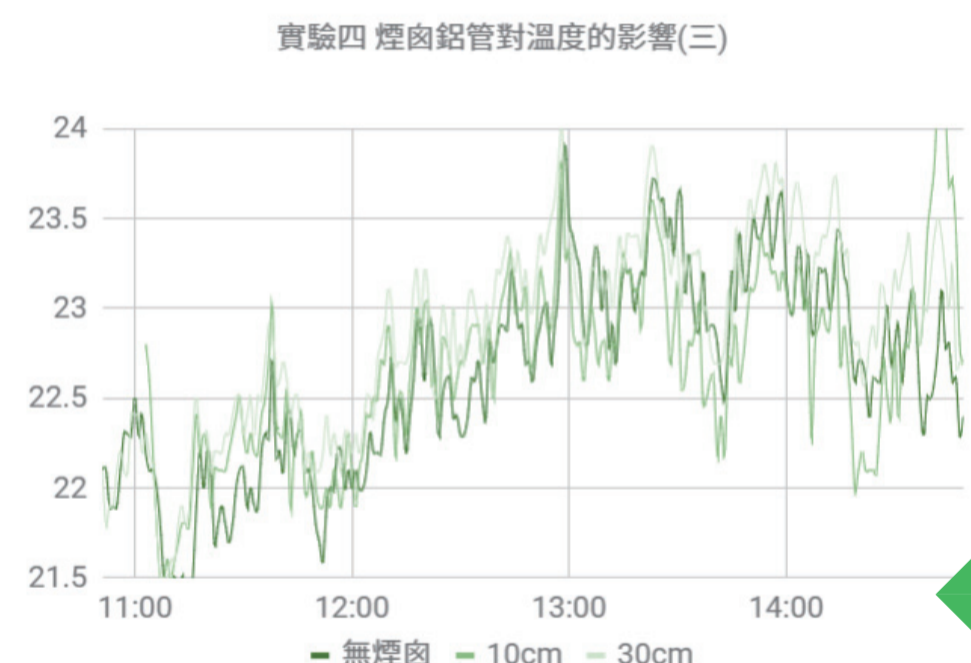
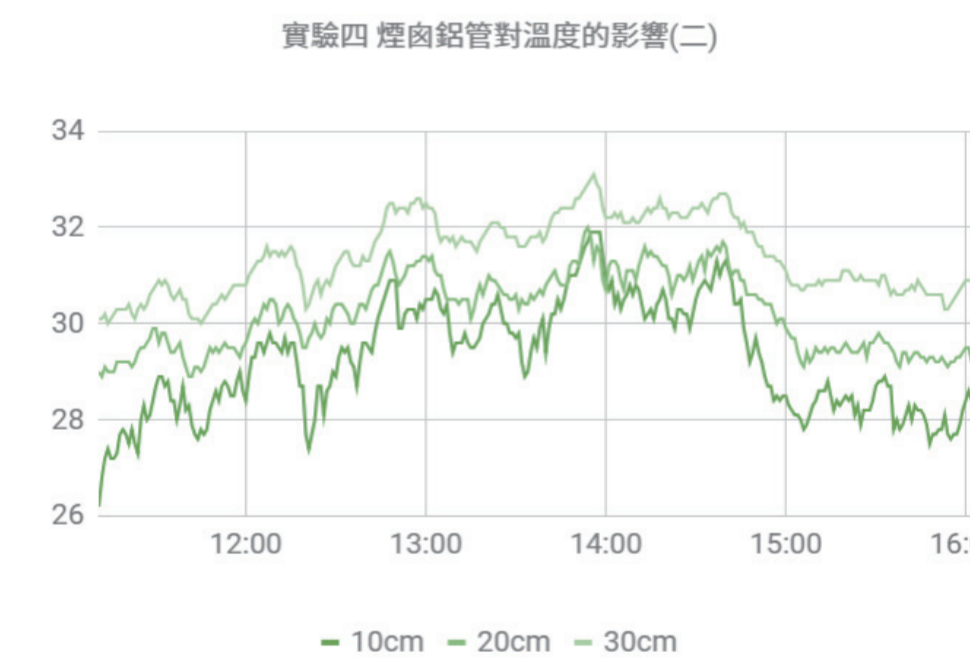
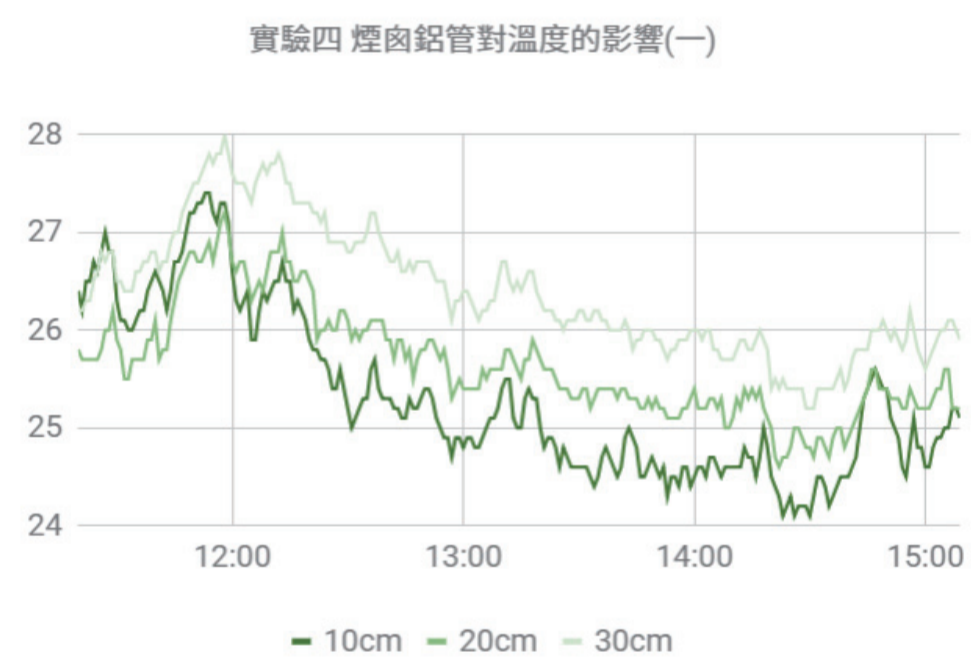


03 頂樓遮蔽 對溫度的影響



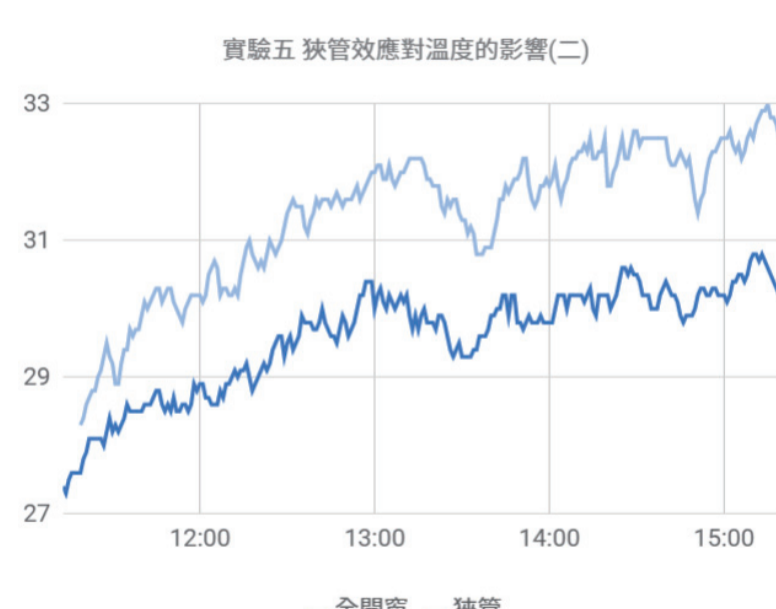
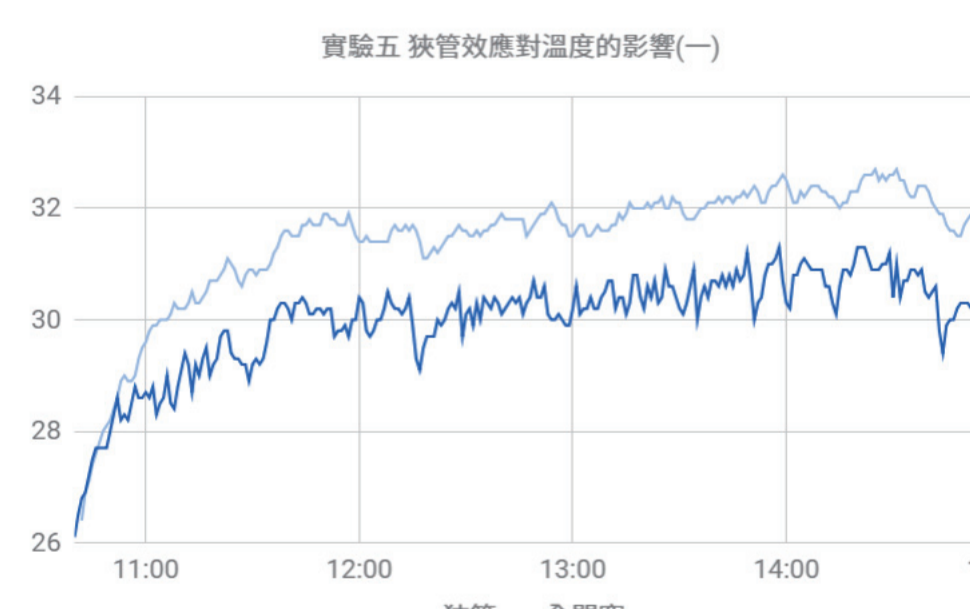
頂樓遮蔽的實驗中，太陽能板遮蔽測量到的平均溫度最低，沒有遮蔽物的平均溫度最高，而紗網遮蔽和沒遮蔽在平均溫度上的效果是差不多的；以整體折線圖來看，同樣是太陽能板遮蔽都持續以低溫領先，折線圖可以明顯看出差異。

04 煙囪鋁管 對溫度的影響

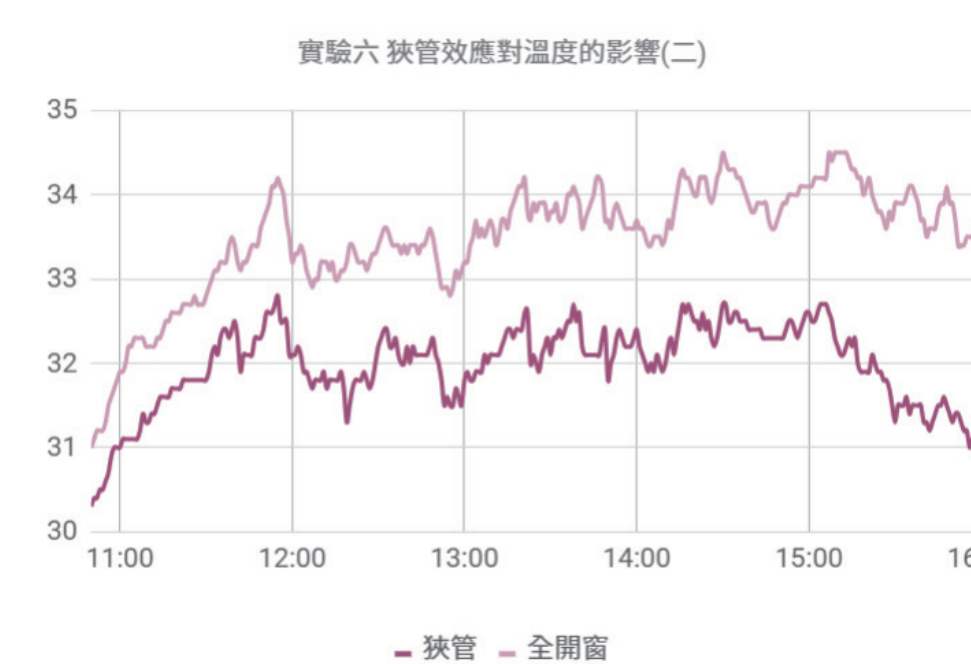
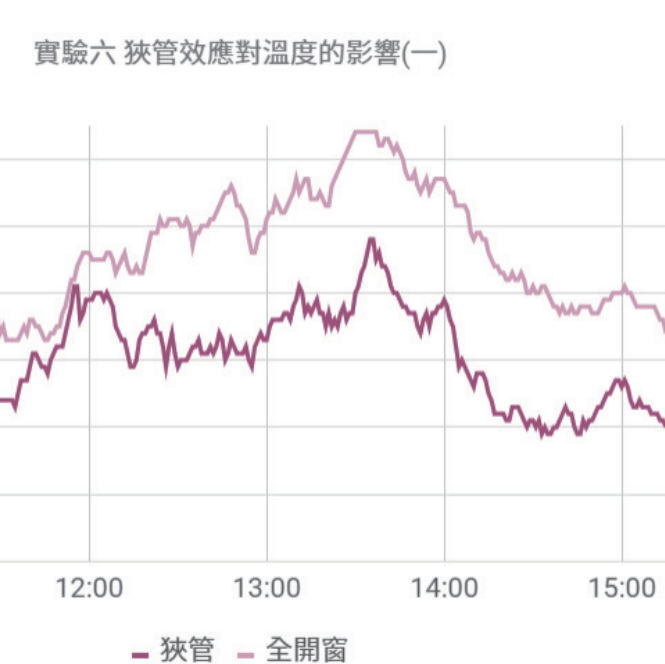


煙囪鋁管的實驗進行了三次，前兩次的實驗中，以 10cm 短管所測量到的溫度最低，20cm 次之，30cm 最高；可以從折線圖觀察到溫度差距。為了確定煙囪鋁管是有效的變項，第三次實驗去除 20cm 的變項，補上了無煙囪的變項來試試看煙囪鋁管是否有效，結果無煙囪和 10cm 短管的差距僅僅差 0.08 度，幾乎是可以忽略不計的差距。

05 狹風板 v.1 對溫度的影響



第一版本的狹風板在實驗中測得的溫度較高，而全開窗通風溫度較低，與原本的實驗預期相反，兩次實驗的平均溫度差距大約在 1.5 度左右，整體的折線圖溫度差也都相當穩定。



06 狹風板 v.2 對溫度的影響

第二版本的實驗相當成功，與第一版本的實驗結果正好相反，裝有狹風板的模擬屋溫度較低，全開窗通風的模擬屋溫度較高。兩次實驗的平均溫度都有 1.5 度的差距，13:00 到 14:00 之間甚至有 2 度的差距，在整體的折線圖也可以明顯觀察到差異。

通風程度對溫度的影響

01

全開窗的降溫效果最好，與我們的預測相同，空氣的流動可以帶走一些熱量，讓溫度下降。在第二次實驗當天氣稍微炎熱，不開窗的平均溫度和全開窗相比有 3.42 度的差距，13:30 左右的時候甚至有 4 度的差距，在全部的實驗中是差距最明顯的變項。

屋簷對溫度的影響

02

屋簷也與我們的預測相同，不過降溫的效果稍弱，兩次實驗的折線圖在中午時段的溫度差距都會比平均的差距再大一些，越接近下午 3 點的時間溫度的差異會漸漸縮小，可能是因為中午的太陽直射，但是接近下午陽光會以斜角的方式照射，**屋簷的降溫效果就比較沒有這麼明顯。**

頂樓遮蔽對溫度的影響

03

預設的遮蔽材料與我們所預測的相同，太陽能板的遮蔽效果最好，原本預測紗網的遮蔽會有些效果，結果幾乎和沒有遮蔽一樣。兩次的實驗中三個變項的差距都不超過 1 度的範圍，**頂樓遮蔽降溫效果有限。**

煙囪鋁管對溫度的影響

04

根據實驗之前我們對網路資源的探索，原本預測是煙囪鋁管較長的 30cm 變項可以帶走比較多的熱量，但是實驗的結果卻恰恰相反。探究原因，我們猜測可能是煙囪鋁管的溫度不夠熱，使空氣流動的效果不如預期，而這也是煙囪效應可以發揮作用的前提，加上外面的空氣較熱，反而使煙囪效應逆向運作，讓溫度上升。在第三次實驗 10cm 鋁管與不安裝煙囪鋁管的模擬屋相比較，幾乎沒有太大的差距，平均溫度僅相差 0.08 度，整天的溫度折線圖也都趨近相同，在這個變項上，也許是**我們的做法錯誤，才使煙囪鋁管無法發揮作用。**

煙囪鋁管對溫度的影響

05

第二版本的狹管實驗相當成功，兩次實驗的平均溫度都可以有 1.5 度的差距，某些時間點甚至有 2 度的差距，相較第一版本尺寸錯誤所導致的降溫失效，**狹管效應確實可以有效替室內降溫。**

想要降低室內溫度，通風最重要

在我們進行的大部分實驗中都發現有一件共通的要素可以讓溫度降低，就是通風，從最一開始的通風程度實驗、煙囪鋁管的通風管實驗到最後的狹管效應實驗，保持通風的全開窗比其它方法都要有效，所以保持室內空間的通風，是降溫的首先需要考慮的要素。

01

遮蔽陽光同樣可以降溫，但是效果有限

我們的研究中和遮蔽陽光有關的是頂樓遮蔽實驗和屋簷有無實驗，兩個實驗的結果對降溫有些微的效果（變項之間差距小於 1 度），所以如果在教室上面設置像太陽能板一樣的完全遮光的裝置，對教室降溫有幫助。

02

通風管、狹管效應的設置需要滿足必要條件

教室外設置通風管並非越高越好，而是要考慮溫度和風向的條件選擇最適合的長度，才能產生最好的降溫效果。狹管效應對室內溫度的降低確實有所幫助，只要能配合風向妥適的設置就能降低室內的溫度。

03

氣溫越高，變項越有效？

這次研究的幾個實驗像是通風程度的第二次實驗和狹風效應的所有實驗，這幾次實驗的當天測得的高溫都在 30-35 度，實驗組和對照組的溫度不管是在平均溫度或是折線圖都有明顯差距，所以在當日氣溫越高的狀況下，變項是否越有效？需要更多的實驗來驗證。

04

討論

結論