

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 物理科

030104

溫度旅程

學校名稱：苗栗縣立大倫國民中學

| | |
|---|-----------------------------|
| 作者： 國二 楊詠棋 國二 劉幸俞 國二 張佑揚 | 指導老師： 詹或滄 王怡靜 |
|---|-----------------------------|

關鍵詞：隔熱、溫度、降溫

摘要

近幾年溫室效應加劇，天氣越來越熱，為了降低教室溫度我們希望研究出哪種隔熱材料效果最好，我們分別探討不同材質、不同顏色、不同窗戶開法、不同遮蔽物及偏光片對室溫的影響，實驗後發現：1. 材質以紙箱效果最好；2. 顏色部分最佳防熱顏色為白色及紅色；3. 最佳降溫窗戶開法為全鏤空，而綠建築廣為使用的中懸窗反而不是最佳降溫效果的窗戶；4. 遮蔽物的部分各項材料效果則相差不大，隔熱磚、黑網、反光材料及保麗龍皆可達到差不多的隔熱效果；5. 市面上完全沒有偏光片對隔熱的研究，研究發現，偏光片在隔熱效應部份優於透明塑膠片，在中午太陽直射時溫差甚至有 10°C 之多，又可調整進入室內的光線量，是很好的隔熱材料。

壹、研究動機

近幾年臺灣夏天的溫度不斷提升，夏日最高溫更屢屢創新高，家家戶戶都在開冷氣，也造成了相當多電力的耗損，而對我們國中來說，教室沒有冷氣，夏天在頂樓的教室更是像個烤箱，即使開電風扇我們仍然覺得很熱，所以我們在思考，有沒有方法能讓室內降溫呢？如何利用我們八年級所學熱傳的概念去解決問題？而目前台灣有許多的建築物皆是鐵皮材質，東南亞國家的住家有更多是簡單的鐵皮屋，這些屋子的隔熱問題也是非常需要解決的，我們覺得隔熱及散熱的問題不只是學校教室，只要有房子的地方，都是很重要的問題，為了尋找出這個解決方法，我們探討了許多有關的降溫的方法。

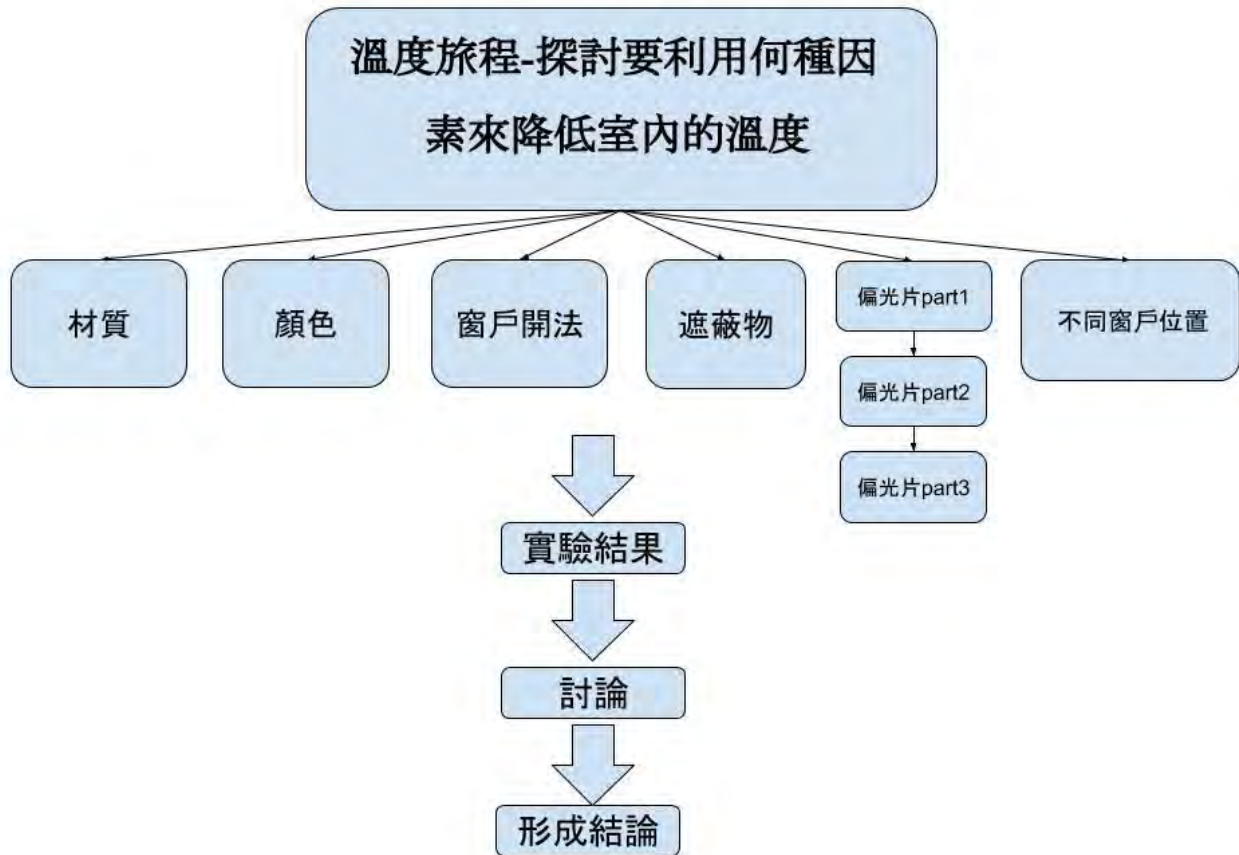
貳、研究目的

- 一、探討不同材質對室內溫度的影響
- 二、探討不同顏色對室內溫度的影響
- 三、探討不同窗戶開法對室內溫度的影響
- 四、探討不同遮蔽物對室內溫度的影響
- 五、探討偏光片對室內溫度的影響

參、研究設備及器材

| 材料數量 | |
|----------|------|
| 01.紙箱 | 13 個 |
| 02.塑膠盒 | 6 個 |
| 03.剪刀 | 3 把 |
| 04.美工刀 | 3 把 |
| 05.膠水 | 1 個 |
| 06.雙面膠 | 1 個 |
| 07.木盒 | 1 個 |
| 08.鐵盒 | 1 個 |
| 09.直尺 | 3 把 |
| 10.熱熔膠 | 1 個 |
| 11.手搖鑽 | 1 個 |
| 12.白紙 | 1 包 |
| 13.鋁箔 | 1 捲 |
| 14.黑色塑膠袋 | 1 袋 |
| 15.白紗布 | 1 包 |
| 16.鐵絲 | 1 捲 |
| 17.老虎鉗 | 2 個 |
| 18.溫度計 | 20 個 |
| 19.溼度計 | 1 個 |
| 20.偏光片 | 6 片 |

肆、研究架構圖



伍、研究過程與方法

一、光源的選擇

實驗過程的光源對我們實驗佔了很重要的因素，經過我們討論比較後如下表

| | | |
|----|----------|----------|
| 光源 | 人造光源 | 太陽光 |
| 項目 | 設備貴 | 免費 |
| | 不一定為平行光源 | 平行光源 |
| | 光源範圍小 | 光源範圍大 |
| | 非全光譜 | 全光譜 |
| | 光源穩定 | 光源會因天氣影響 |

比較後我們決定使用太陽光作為我們的光源，太陽光的平行光及大範圍有助於我們可同時測量許多箱子，且太陽光的全光譜讓我們測量後續偏光片效果時，能了解偏光片真實隔熱情況，而光源不穩定的部分(時晴時陰)可將觀察及記錄時間拉長，以一整天溫度變化作為比較來降低天氣因素。

二、探討不同材質對室內溫度的影響

(一)材質研究過程

- 1.製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的木盒、紙盒、鐵盒、塑膠盒。
- 2.將 A4 白紙裁切適合面積，貼在盒子的六個面，使盒子皆為白色。
- 3.在盒子上方開適合酒精溫度計的孔洞，並將溫度計插入盒中。
- 4.將各種材質盒子放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度。
- 5.將紀錄一整天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。

三、探討不同顏色對室內溫度的影響

(一)顏色塑膠盒研究過程

- 1.製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的白、紅、綠、藍、灰、黑色塑膠盒子
- 2.在各盒子上方開適合酒精溫度計的孔洞，並將溫度計插入盒中。
- 3.將各盒子放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度。
- 4.將記錄一整天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。

四、探討不同窗戶開法對室內溫度的影響

(一)開窗戶的研究過程 part1-窗戶型態的研究

- 1.製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒子。
- 2.將 A4 白紙裁切適合面積，貼在盒子的六個面，使盒子皆為白色。
- 3.在兩側開長 6cm 和寬 5cm 的窗戶，窗戶型態依序為全鏤空、平開窗(對開)、上懸窗、下懸窗、中懸窗，窗戶型態參考網路資料，相關說明如下：

(1)平開窗:平開窗是指合頁(鉸鏈)安裝於門窗側面向內或向外開啟的門窗。整扇窗可以 100%打開，關閉時氣密性極好、不會漏風漏水，隔熱性能

高，就但是窗扇開啟後要占據一定的空間，而且採光受限。

(2) 推拉窗：推拉窗主要是指窗扇沿水平方向向垂直方向左右推拉的門窗，推拉窗根據推拉方式也有很多子類，可以橫拉、上推、外推等，開窗不占室內空間，通風採光佳，不過最多只有 50% 的窗可以開。

(3) 懸窗/旋轉窗：懸窗是指沿水平軸開啟的窗。從下邊推開的叫上懸窗，從上邊拉下的是下懸窗，中懸窗軸在中間上下都可以推。下懸窗外開、防雨好，上懸窗內開、通風好但不防雨，中懸開關方便又省力、防雨。360 度旋轉窗可以說是特殊的懸窗，它能 360 旋轉、增大透亮度和通風量，通風量可達 90% 以上，還可以隨意調節通風量的大小，清潔方便；但同時開窗時室內外都占空間，比較適合用在走道的間接採光窗或門的亮窗。

4. 在各盒子上方開適合酒精溫度計的孔洞，並將溫度計插入盒中。

5. 將各盒放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度。

6. 將記錄一天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。

(二) 窗戶位置的研究過程 part2-窗戶位置影響室溫研究

實驗發現，全鏤空窗效果最好，所以我們利用了全鏤空的開法來探討窗戶再不同位置的效果。

1. 製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒子四個。

2. 分別在兩側的上面、兩側的中間、兩側的下面以及一側上一側下的地方開窗。

3. 將各盒放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度。

4. 將記錄一天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。

五、探討不同遮蔽物對室內溫度的影響

(一) 遮蔽物研究過程

1. 製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒子(遮蔽物鋁箔 4 公分 or 8 公分)

2. 以鐵絲製作遮蔽物的架子，如圖 1



圖 1

3. 遮蔽物依序選擇白紗布、黑色塑膠袋、鋁箔紙、紙盒、彩帶、保麗龍及隔熱磚架在紙盒的上方固定，遮蔽物與盒子上方距離固定為 5cm，也就是屋頂與遮蔽物距離 5cm。
4. 在各盒子上方開適合酒精溫度計的孔洞，並將溫度計插入盒中。
5. 將各盒放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度。
6. 將記錄一天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。

六、探討偏光片對室內溫度的影響

(一)偏光片隔熱效果研究 part1

1. 把二個 700ml 的保麗龍杯底部開洞，分別黏上偏光片及透明塑膠片。
2. 在保麗龍杯的中間、下面插上溫度計，裝置圖如圖二。
3. 將黏上偏光片、塑膠片的保麗龍杯放在空曠的地方測量，每一分鐘測量一次，一共測量十分鐘。
4. 將記錄數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。



圖二

(二)偏光片隔熱效果研究 part2

從偏光片第一部分的實驗數據發現，偏光片相較於透明塑膠片其室溫能低約 2 度，所以我們將實驗空間放大為我們的盒子大小再做進一步的觀察。

1. 製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒子。

2. 將盒子的頂部挖空，放上偏光片、透明塑膠片。
3. 在各盒子旁邊開適合酒精溫度計的孔洞，並將溫度計插入盒中。
4. 將各盒放置太陽下並記錄初溫，之後每隔約 50 分鐘記錄一次溫度，實驗裝置如圖三。
5. 將記錄一天的數據繪製成曲線圖，重複三次實驗並作討論。



圖三

(三) 偏光片隔熱效果研究 part3

確定偏光片的隔熱效果後，我們想進一步的了解偏光片降低室溫 1~2°C，其實際上對人體是否真正能感受到，因此我們想測量人對偏光片體感的溫度差異。

1. 製作長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒二個。
2. 將盒子的頂部挖空，放上偏光片、透明塑膠片。
3. 在各盒子側面開直徑 10cm 的洞，以方便手伸入。
4. 將兩盒置於適當高度的板凳上，置於太陽下。
5. 將待測量的人員以眼罩蒙眼，讓其專心於用手感測溫度，將他從別處帶到兩盒子前，請他把雙手放入兩盒子，詢問哪一隻手溫度較高，如圖四。
5. 將結果紀錄。



圖四

陸、研究結果與討論

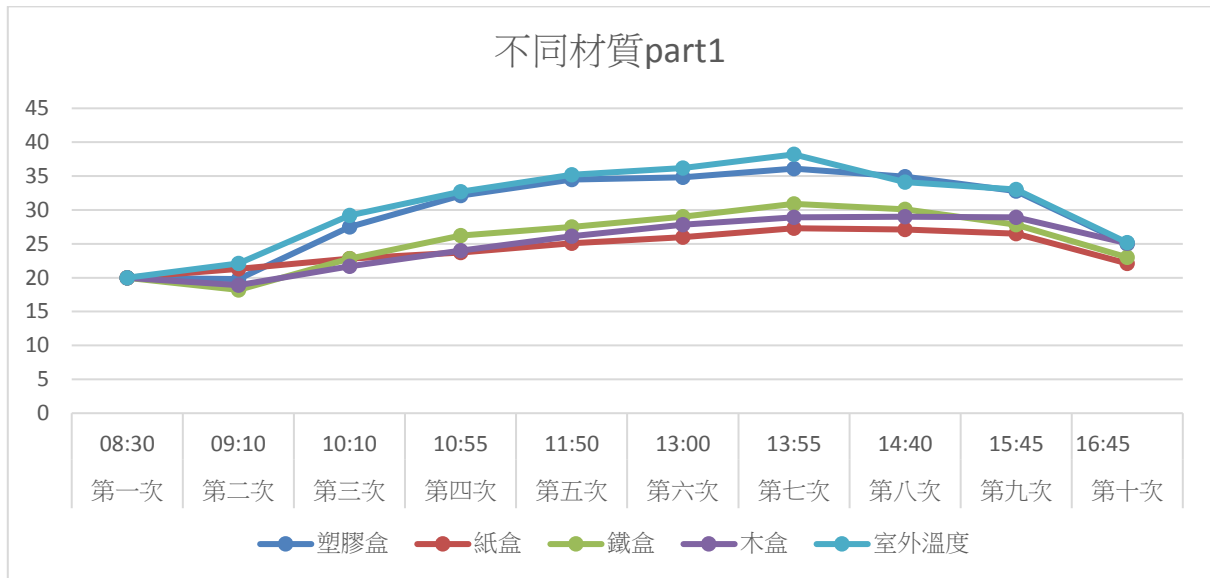
一、探討不同材質對室內溫度的影響

(一) 實驗數據

1. 第一次實驗數據

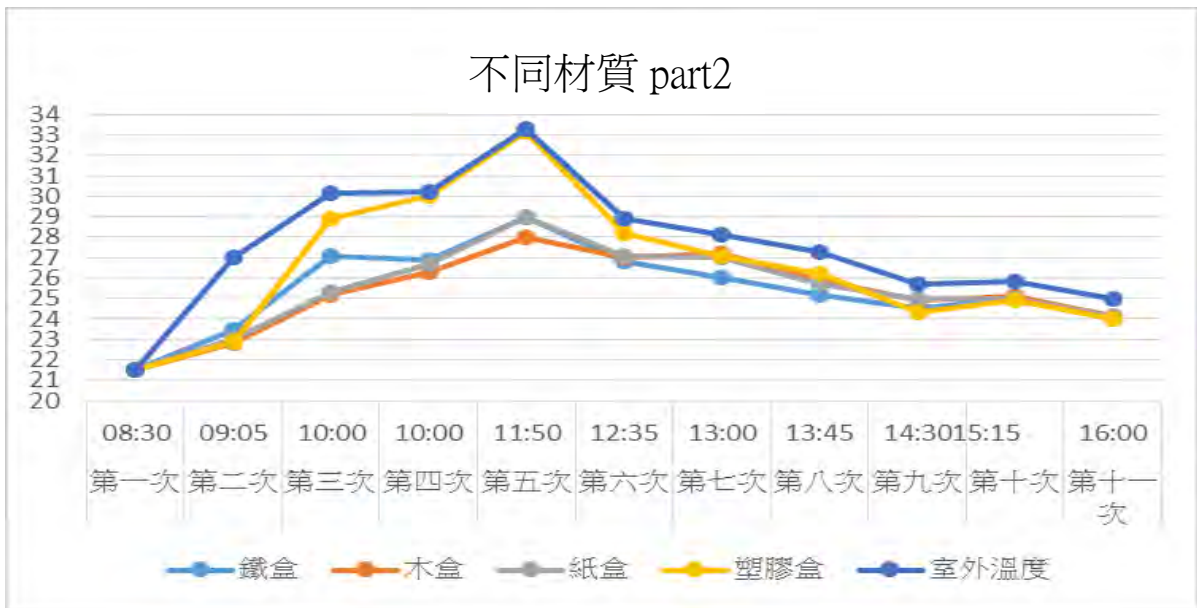
| | 第一次 08:30 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:40 | 第九次 15:45 | 第十次 16:45 |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 塑膠盒 | 20.0 | 19.8 | 27.5 | 32.1 | 34.5 | 34.8 | 36.1 | 34.9 | 32.8 | 25.0 |
| 紙箱 | 20.0 | 21.3 | 22.8 | 23.7 | 25.1 | 26.0 | 27.3 | 27.1 | 26.5 | 22.1 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 鐵盒 | 20.0 | 18.2 | 22.8 | 26.2 | 27.5 | 29.0 | 30.9 | 30.1 | 27.8 | 23.0 |
| 木盒 | 20.0 | 18.9 | 21.7 | 24.0 | 26.1 | 27.8 | 28.9 | 29.0 | 28.9 | 25.1 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



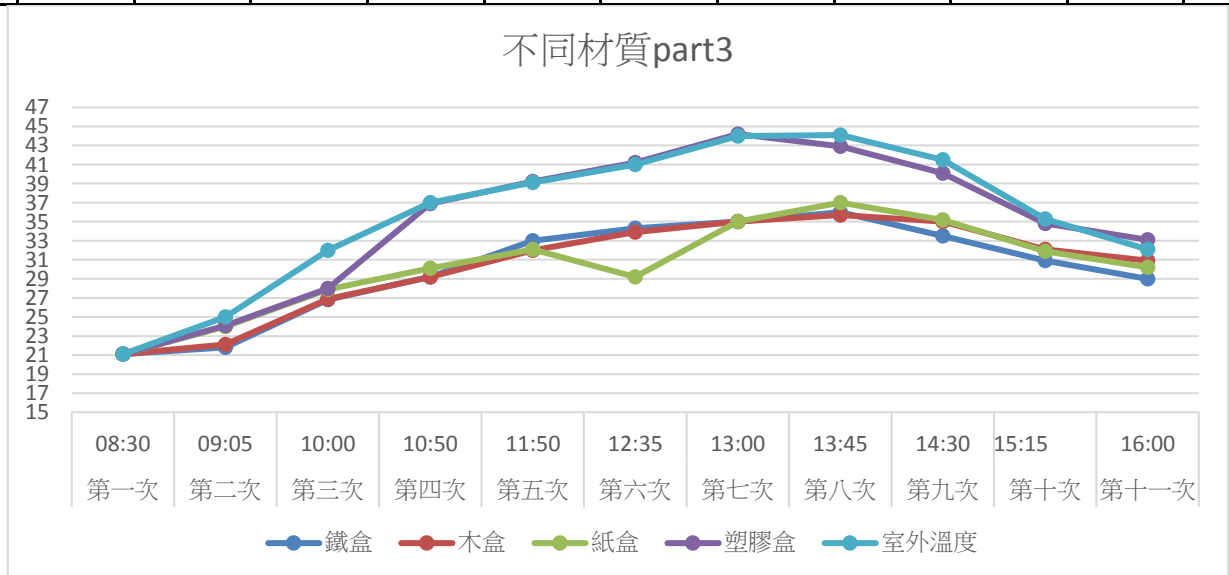
2. 第二次實驗數據

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 鐵盒 | 21.5 | 23.5 | 27.1 | 26.9 | 29.0 | 26.8 | 26.0 | 25.2 | 24.5 | 25.0 | 24.0 |
| 木盒 | 21.5 | 22.8 | 25.2 | 26.3 | 28.0 | 27.0 | 27.2 | 25.9 | 24.9 | 25.1 | 24.1 |
| 紙盒 | 21.5 | 23.0 | 25.3 | 26.7 | 29.0 | 27.1 | 27.0 | 25.7 | 25.0 | 25.0 | 24.1 |
| 塑膠盒 | 21.5 | 22.9 | 28.9 | 30.0 | 33.2 | 28.2 | 27.1 | 26.2 | 24.3 | 24.9 | 24.0 |
| 室外溫度 | 21.5 | 27.0 | 30.14 | 30.2 | 33.3 | 28.9 | 28.1 | 27.3 | 25.7 | 25.8 | 25.0 |



3. 第三次實驗數據

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:50 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 鐵盒 | 21.1 | 21.8 | 26.8 | 29.2 | 33.0 | 34.3 | 35.0 | 36.0 | 33.5 | 30.9 | 29.0 |
| 木盒 | 21.1 | 22.1 | 26.9 | 29.2 | 32.0 | 33.9 | 35.0 | 35.7 | 35.0 | 32.1 | 30.9 |
| 紙盒 | 21.1 | 24.0 | 27.9 | 30.1 | 32.1 | 29.2 | 35.0 | 37.0 | 35.2 | 31.9 | 30.2 |
| 塑膠盒 | 21.1 | 24.1 | 28.0 | 36.9 | 39.2 | 41.2 | 44.2 | 42.9 | 40.1 | 34.8 | 33.1 |
| 室外溫度 | 21.1 | 25.0 | 32.0 | 37.0 | 39.1 | 41.0 | 44.0 | 44.1 | 41.5 | 35.3 | 32.1 |



(二)討論

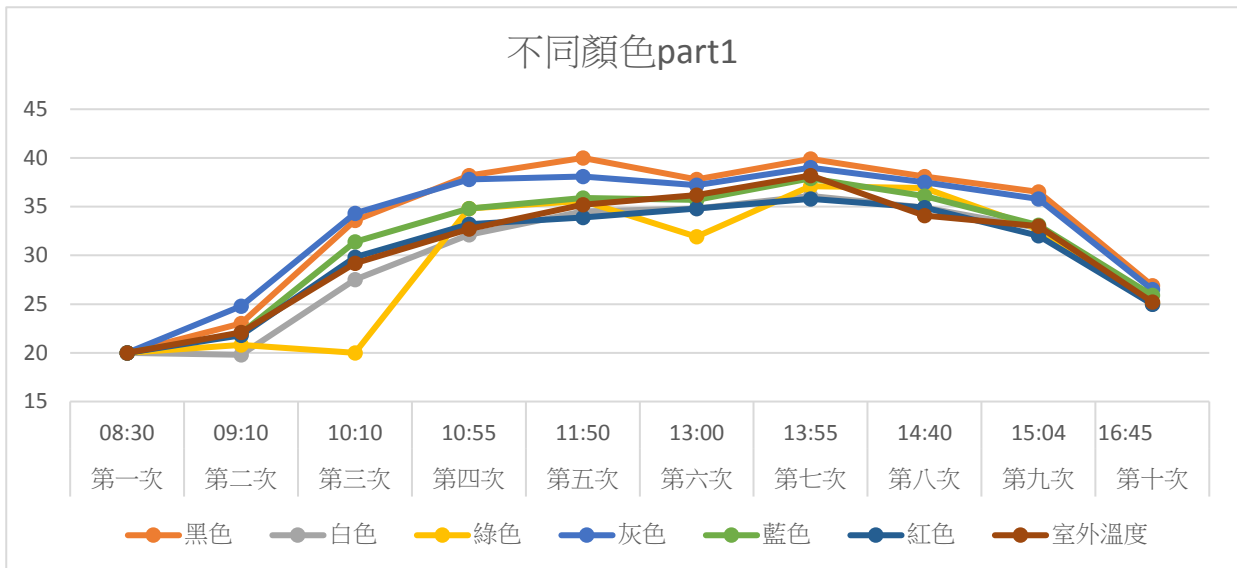
- 1.我們原本預期木盒的隔熱效果最好，鐵盒效果最差。但從三次實驗數據來看，反而是紙盒的隔熱效果最佳，塑膠盒的隔熱效果最差，我們推測應是塑膠不易導熱，以至於在室內溫度升高時，室內的熱也不易導出。
- 2.鐵盒一般讓人有先入為主的觀念，認為一定是最熱的，但從數據中可看出鐵盒、木盒及紙盒在各時間點的溫度差異，約在 1°C 左右，其實差距不多，而在下午太陽西下及有風時反而是鐵盒的降溫效果最好，如再加上材料堅固程度及價格的考慮，難怪市面上有許多鐵皮屋。
- 3.將紙盒、鐵盒及木盒數據與室溫做比較，可發現只要有一層屋頂的空間，平均皆可將室外溫度降 4°C，因此遮蔽是具有隔熱效果，後面將再對遮蔽物最進一部的研究。

二、探討不同顏色對室內溫度的影響

(一)實驗數據

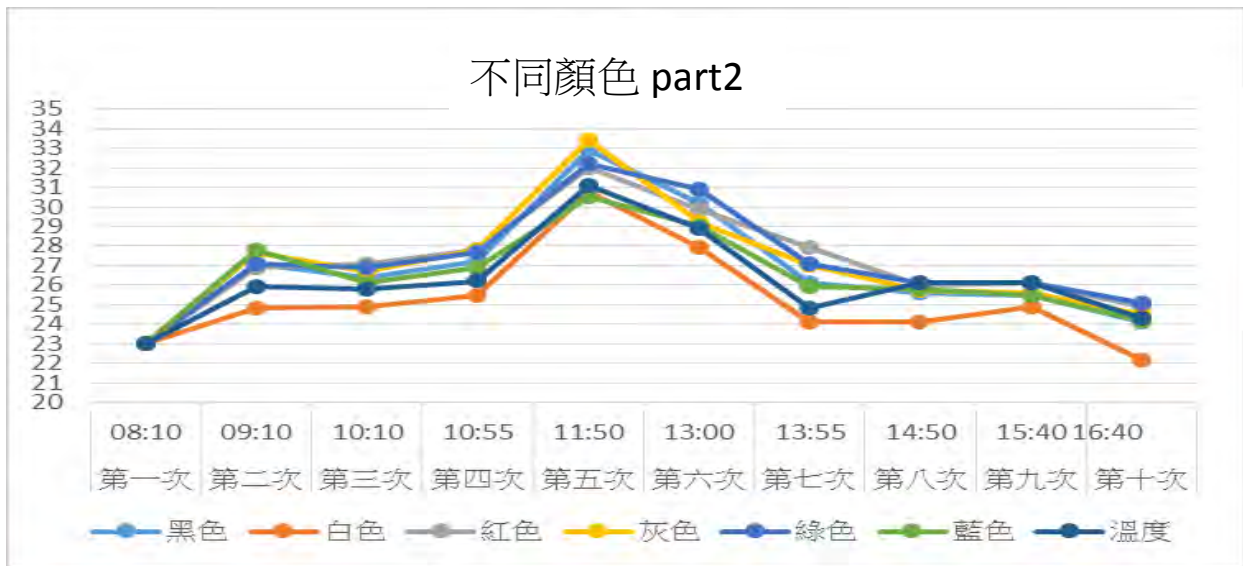
1. 第一次實驗數據

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:40 | 第九次 15:40 | 第十次 16:45 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 20.0 | 23.0 | 33.6 | 38.2 | 40.0 | 37.8 | 39.9 | 38.1 | 36.5 | 26.9 |
| 白色 | 20.0 | 19.8 | 27.5 | 32.1 | 34.5 | 34.8 | 36.1 | 34.9 | 32.8 | 25.0 |
| 綠色 | 20.0 | 20.8 | 20.0 | 34.8 | 35.6 | 31.9 | 37.1 | 36.9 | 32.7 | 25.1 |
| 灰色 | 20.0 | 24.8 | 34.3 | 37.8 | 38.1 | 37.2 | 39.0 | 37.5 | 35.8 | 26.5 |
| 藍色 | 20.0 | 22.0 | 31.4 | 34.8 | 35.9 | 35.7 | 37.9 | 36.1 | 33.1 | 25.9 |
| 紅色 | 20.0 | 21.8 | 29.8 | 33.2 | 33.9 | 34.8 | 35.8 | 34.9 | 32.0 | 25.0 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



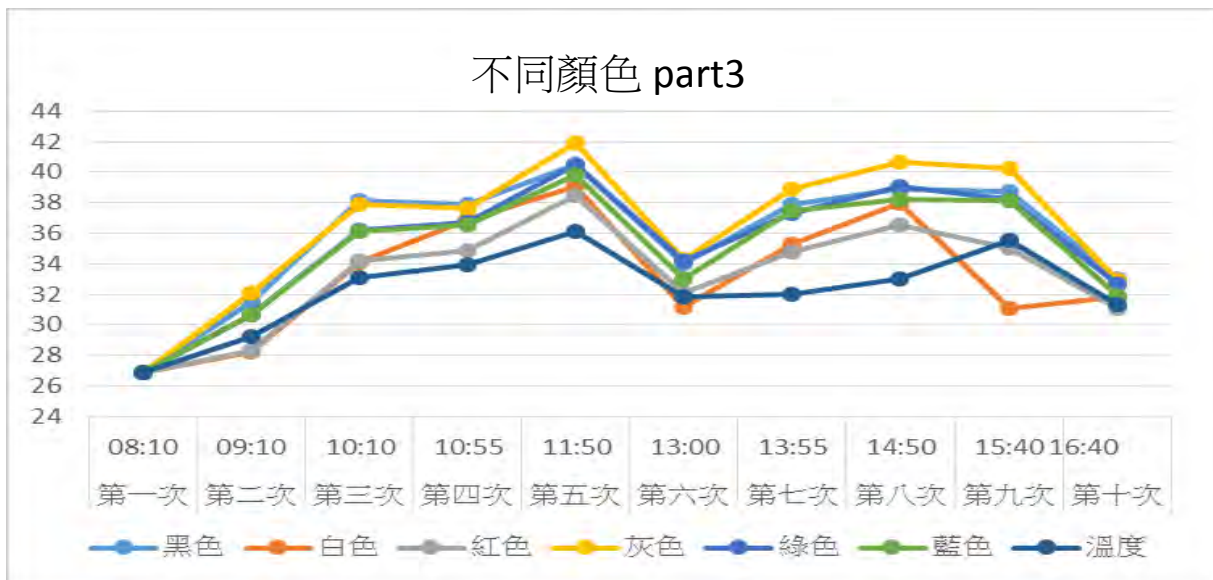
2. 第二次實驗數據

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 23.0 | 27.1 | 26.4 | 27.2 | 32.9 | 30.2 | 26.1 | 25.6 | 25.5 | 24.1 |
| 白色 | 23.0 | 24.8 | 24.9 | 25.5 | 30.8 | 27.9 | 24.1 | 24.1 | 24.9 | 22.2 |
| 紅色 | 23.0 | 26.9 | 27.1 | 27.8 | 32.0 | 29.9 | 27.9 | 26.0 | 26.1 | 24.9 |
| 灰色 | 23.0 | 27.7 | 26.7 | 27.8 | 33.4 | 29.2 | 27.0 | 25.7 | 25.6 | 24.5 |
| 綠色 | 23.0 | 27.1 | 26.9 | 27.7 | 32.2 | 30.9 | 27.1 | 26.1 | 26.1 | 25.1 |
| 藍色 | 23.0 | 27.8 | 26.1 | 26.9 | 30.5 | 29.0 | 25.9 | 25.8 | 25.5 | 24.2 |
| 室外溫度 | 23.0 | 25.9 | 25.8 | 26.2 | 31.1 | 28.9 | 24.8 | 26.1 | 26.1 | 24.3 |



3. 第三次實驗數據

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 26.9 | 31.5 | 38.1 | 37.9 | 40.5 | 34.0 | 37.9 | 38.9 | 38.7 | 33.0 |
| 白色 | 26.9 | 28.2 | 34.1 | 36.9 | 39.1 | 31.2 | 35.3 | 38.0 | 31.1 | 31.8 |
| 紅色 | 26.9 | 28.3 | 34.2 | 34.9 | 38.5 | 32.1 | 34.8 | 36.5 | 35.0 | 31.1 |
| 灰色 | 26.9 | 32.1 | 37.9 | 37.6 | 41.9 | 34.3 | 38.9 | 40.7 | 40.2 | 32.9 |
| 綠色 | 26.9 | 30.7 | 36.2 | 36.7 | 40.5 | 34.2 | 37.3 | 39.1 | 38.2 | 32.7 |
| 藍色 | 26.9 | 30.7 | 36.1 | 36.5 | 39.8 | 33.0 | 37.5 | 38.2 | 38.1 | 31.9 |
| 溫度 | 26.9 | 29.2 | 33.1 | 33.9 | 36.1 | 31.8 | 32.0 | 33.0 | 35.5 | 31.3 |



(二)討論

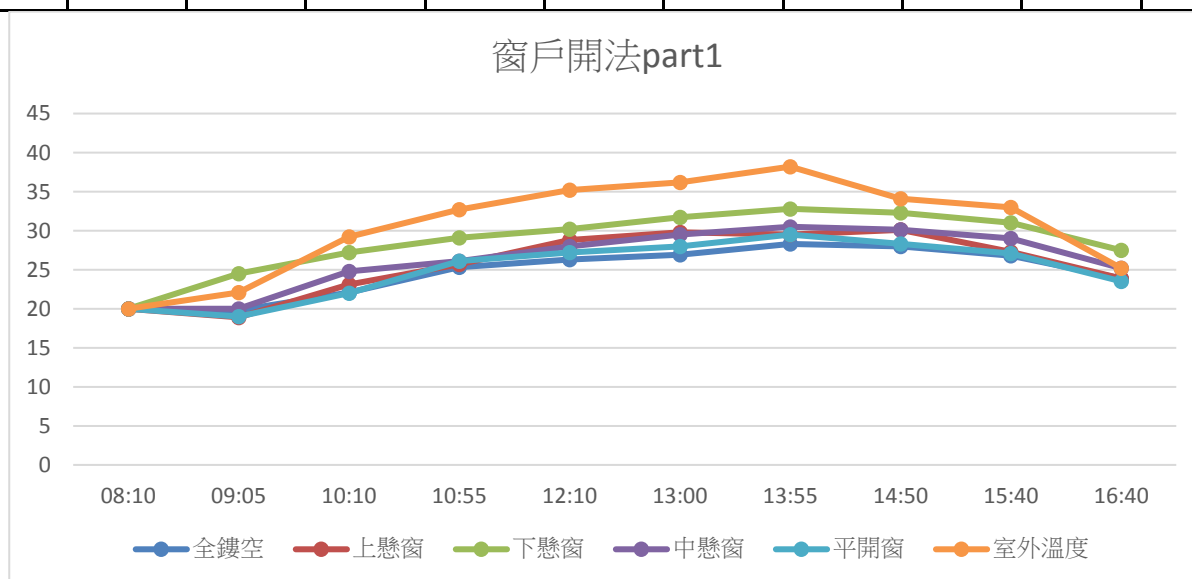
1. 我們預期白色的隔熱效果應是最好的，黑色隔熱效果最差，因為深色較淺色易吸收輻射熱，從三次的折線圖中，發現白色隔熱效果最佳，也另外發現紅色的隔熱效果跟白色差不多，是讓我們覺得較特別的地方，推測原因為，太陽光是由七種顏色組成，而紅色盒子可以反射紅光，可能也能將不可見光紅外線反射，導致溫度不會那麼快提升。
2. 從曲線圖可看出隔熱效果較差的分別是黑色、灰色、綠色及藍色，應是顏色較深易吸收輻射熱，導致溫度升高。
3. 在第一次及第三次的實驗中，於 13:00 的溫度皆下降，溫度曲線沒有持續往上升，推測那時候的太陽被雲遮住了，導致溫度下降。
4. 實驗數據中，第二及第三次實驗室外溫度皆低於各顏色塑膠盒，原因為我們實驗的季節為冬天，正值太陽較弱，寒風較強的時候，造成這種結果。
5. 我們常見屋子外觀大多顏色為白色、灰色、黃色，應與輻射熱有關。
6. 早期紅磚屋，其外觀紅色，是否正如我們實驗結果具有減少吸收輻射熱的效果，則需再做進一步的研究。
7. 少數特殊大樓建築顏色為黑色，為求美觀則捨棄了降溫，大量使用冷氣，成為影響溫室效應的另一項問題。

三、探討不同窗戶開法對室內溫度的影響

(一)開窗戶的研究過程 part1-窗戶型態的研究實驗數據

1. 第一次實驗數據

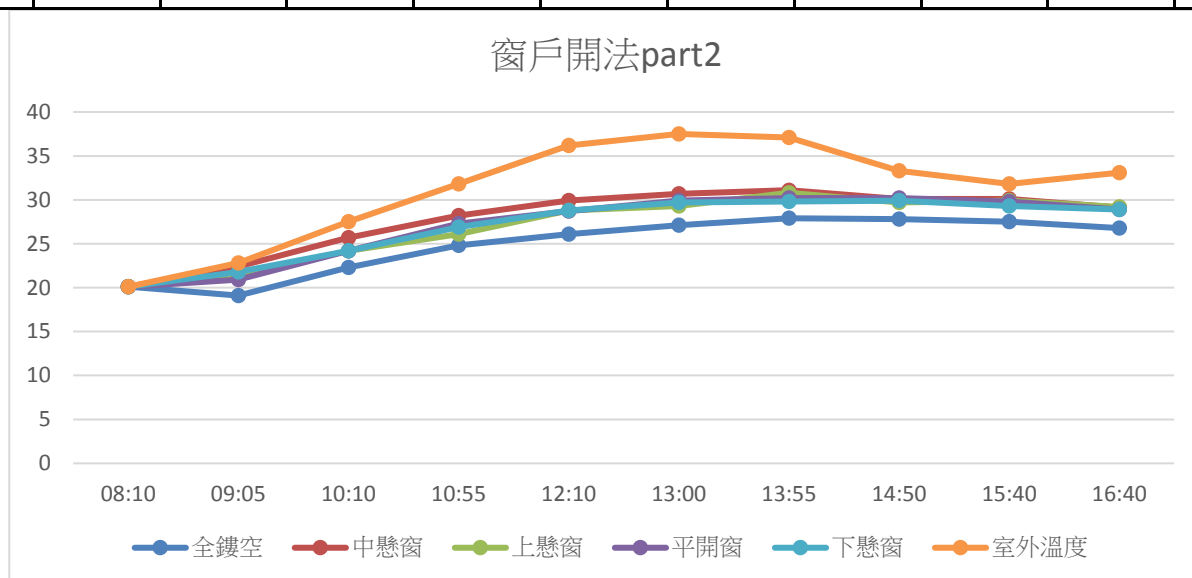
| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 全鏤空 | 20.0 | 19.8 | 22.1 | 25.3 | 26.3 | 26.9 | 28.3 | 28.0 | 26.8 | 23.9 |
| 上懸窗 | 20.0 | 18.9 | 23.1 | 25.7 | 28.8 | 29.8 | 29.5 | 30.1 | 27.3 | 23.9 |
| 下懸窗 | 20.0 | 24.5 | 27.2 | 29.1 | 30.2 | 31.7 | 32.8 | 32.3 | 31.0 | 27.5 |
| 中懸窗 | 20.0 | 20.0 | 24.8 | 26.1 | 28.0 | 29.5 | 30.5 | 30.1 | 29.0 | 25.2 |
| 平開窗 | 20.0 | 19.0 | 22.0 | 26.1 | 27.2 | 28.0 | 29.5 | 28.3 | 27.1 | 23.5 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



2. 第二次實驗數據

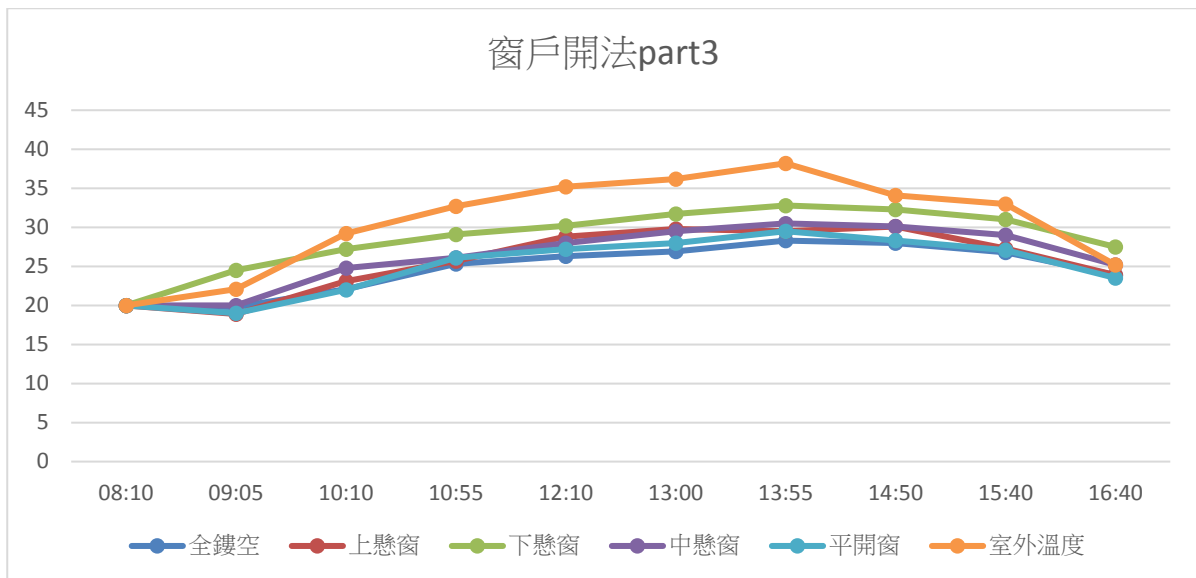
| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 全鏤空 | 20.1 | 19.1 | 22.3 | 24.8 | 26.1 | 27.1 | 27.9 | 27.8 | 27.5 | 26.8 |
| 中懸窗 | 20.1 | 22.4 | 25.7 | 28.2 | 29.9 | 30.7 | 31.1 | 30.1 | 30.1 | 29.1 |
| 上懸窗 | 20.1 | 21.3 | 24.2 | 26.1 | 28.8 | 29.3 | 30.8 | 29.7 | 29.9 | 29.2 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平開窗 | 20.1 | 20.9 | 24.2 | 27.3 | 28.7 | 29.9 | 30.2 | 30.2 | 29.8 | 28.9 |
| 下懸窗 | 20.1 | 21.8 | 24.2 | 26.9 | 28.8 | 29.7 | 29.8 | 29.9 | 29.3 | 28.9 |
| 室外溫度 | 20.1 | 22.8 | 27.5 | 31.8 | 36.2 | 37.5 | 37.1 | 33.3 | 31.8 | 33.1 |



3. 第三次實驗數據

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 上懸窗 | 28.4 | 25.9 | 28.2 | 26.1 | 25.5 | 26.0 | 26.1 | 27.7 | 25.0 | 23.0 |
| 平開窗 | 28.4 | 29.9 | 30.9 | 27.3 | 26.3 | 26.3 | 27.1 | 27.9 | 25.0 | 23.2 |
| 全鏤空 | 28.4 | 28.8 | 28.5 | 26.0 | 25 | 25.1 | 26.1 | 26.9 | 25.0 | 22.9 |
| 下懸窗 | 28.4 | 28.2 | 29.5 | 26.8 | 25.6 | 25.1 | 26.1 | 26.9 | 24.0 | 22.7 |
| 中懸窗 | 28.4 | 29.0 | 28.1 | 26.3 | 25.8 | 25.8 | 27.0 | 27.1 | 25.0 | 23.0 |
| 室外溫度 | 28.4 | 33 | 35.1 | 29.3 | 30.0 | 30.5 | 34.0 | 35.0 | 29.5 | 27.1 |



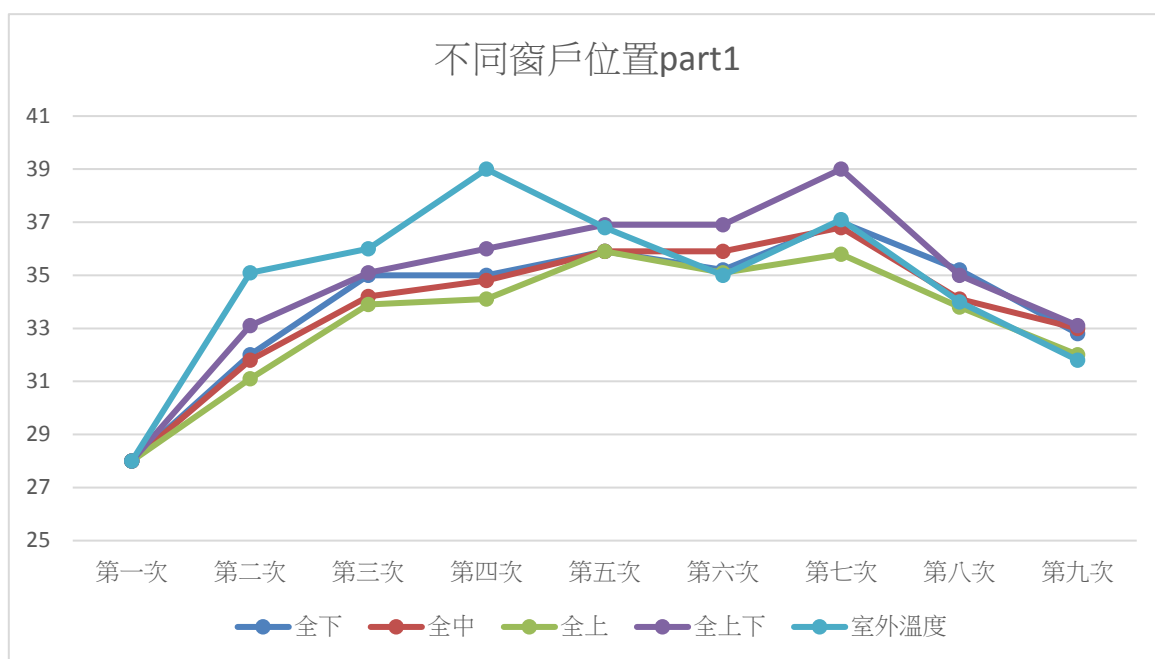
(二)討論

- 查了相關綠建築的資料，我們預期中懸窗的效果是最好的，因為它具有增加空氣對流的效果，又稱對流窗，但從實驗報告中得知，全鏤空窗的效果是最好的，與其他開窗方式溫差約 2°C，而其餘開窗方式效果則差不多，皆在 ±1°C 左右。
- 在有開窗的情形，室溫皆會低於室外溫度約 4~10°C。
- 全鏤空窗的對流面積比較大，所以會有規律的對流，但全鏤空窗當下雨時，則有無法關閉的困擾，而懸窗的對流面積及開窗方式，相對影響到空氣的進出，有時設置阻礙空氣對流，如需選擇全鏤空窗，則只能選擇相似的推拉窗，也就是我們目前房子最常使用的窗戶型態，缺點是有一半面積只能透光不透風。
- 實驗數據表示全鏤空窗較對流窗室溫低於 3°C 左右，降溫效果較對流窗佳，顯示對流窗對降低室溫並非是最佳選擇，與常見綠建築採用對流窗降溫的目的不太符合，此問題還需再作後續研究。

(三)窗戶位置的研究過程 part2-窗戶位置影響室溫研究實驗數據

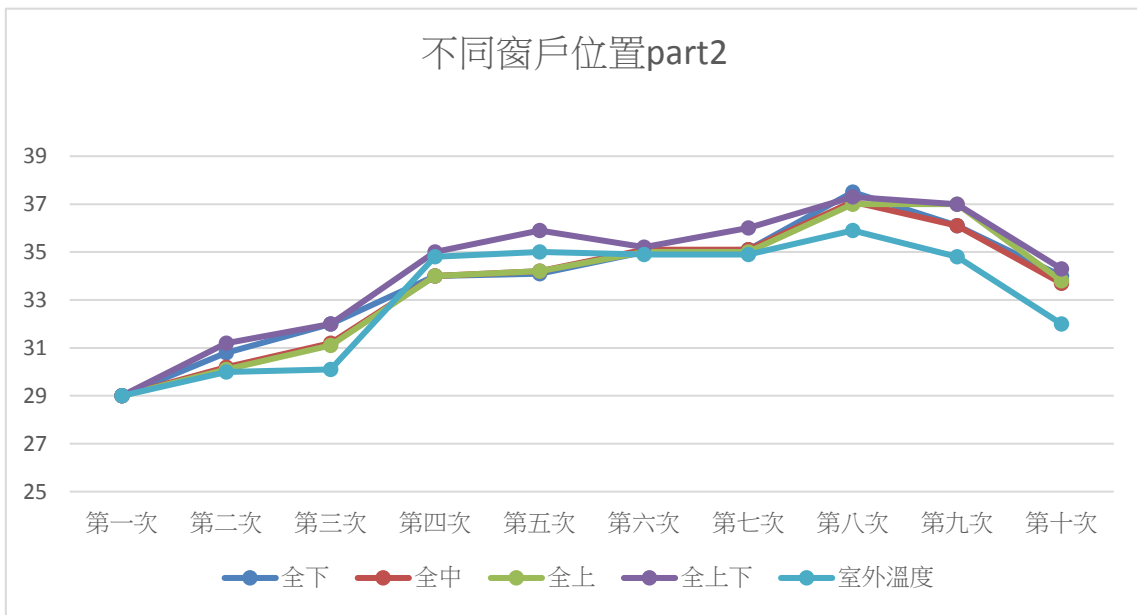
- 第一次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 28.0 | 32.0 | 35.0 | 35.0 | 35.9 | 35.2 | 37.0 | 35.2 | 32.8 |
| 全中 | 28.0 | 31.8 | 34.2 | 34.8 | 35.9 | 35.9 | 36.8 | 34.1 | 33.0 |
| 全上 | 28.0 | 31.1 | 33.9 | 34.1 | 35.9 | 35.1 | 35.8 | 33.8 | 32.0 |
| 全上下 | 28.0 | 33.1 | 35.1 | 36.0 | 36.9 | 36.9 | 39.0 | 35.0 | 33.1 |
| 室外溫度 | 28.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 | 31.8 |



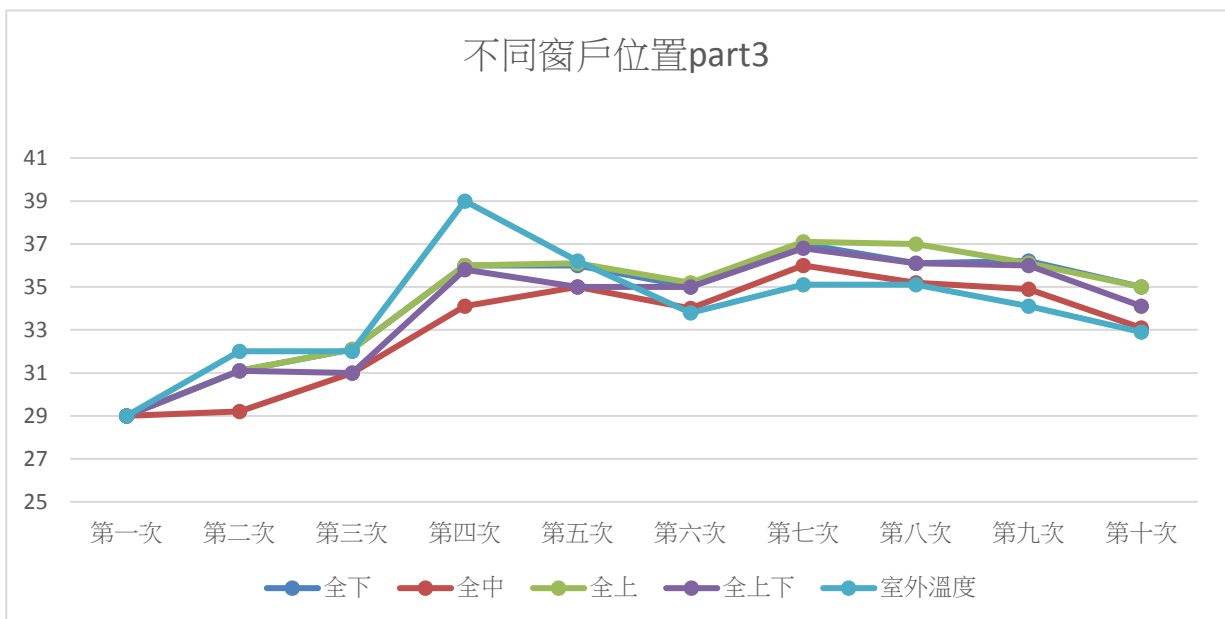
2. 第二次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 29.0 | 30.8 | 32.0 | 34.0 | 34.1 | 35.0 | 35.1 | 37.5 | 36.1 | 34.0 |
| 全中 | 29.0 | 30.2 | 31.2 | 34.0 | 34.2 | 35.1 | 35.1 | 37.1 | 36.1 | 33.7 |
| 全上 | 29.0 | 30.1 | 31.1 | 34.0 | 34.2 | 35.0 | 35.0 | 37.0 | 37.0 | 33.8 |
| 全上下 | 29.0 | 31.2 | 32.0 | 35.0 | 35.9 | 35.2 | 36.0 | 37.3 | 37.0 | 34.3 |
| 室外溫度 | 29.0 | 30.0 | 30.1 | 34.8 | 35.0 | 34.9 | 34.9 | 35.9 | 34.8 | 32.0 |



3.第三次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 29.0 | 31.1 | 32.1 | 36.0 | 36.0 | 35.0 | 37.0 | 36.1 | 36.2 | 35.0 |
| 全中 | 29.0 | 29.2 | 31.0 | 34.1 | 35.0 | 34.0 | 36.0 | 35.2 | 34.9 | 33.1 |
| 全上 | 29.0 | 31.1 | 32.1 | 36.0 | 36.1 | 35.2 | 37.1 | 37.0 | 36.1 | 35.0 |
| 全上下 | 29.0 | 31.1 | 31.0 | 35.8 | 35.0 | 35.0 | 36.8 | 36.1 | 36.0 | 34.1 |
| 室外溫度 | 29.0 | 32.0 | 32.0 | 39.0 | 36.2 | 33.8 | 35.1 | 35.1 | 34.1 | 32.9 |



(四)不同窗戶位置討論

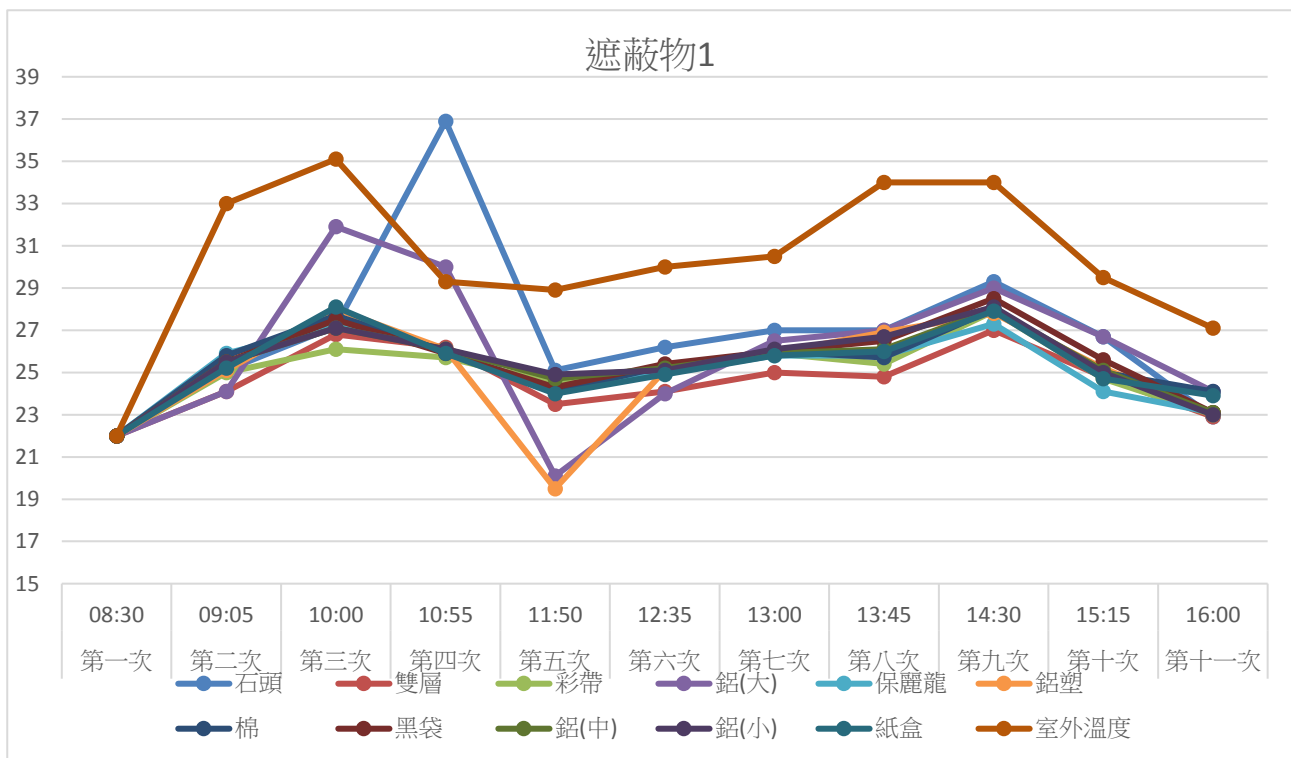
- 1.以我們學過的熱傳觀念，會認為降溫效果最好的為全上下(一側窗戶上開，另一側窗戶下開)為對熱對流最有幫助的設計，但從三次實驗的折線圖來看，可以看出，全中(兩側窗戶開在中間)及全上(兩側窗戶開在上面)的窗戶型態較佳，約低於全上下 1°C 左右。
- 2.全上及全中型態開窗降溫較佳的原因，推測為熱空氣在室內會自動上升，而室外的風吹進來正好將上方的熱空氣順勢帶出，造成此結果。

四、探討不同遮蔽物對室內溫度的影響

(一)實驗數據

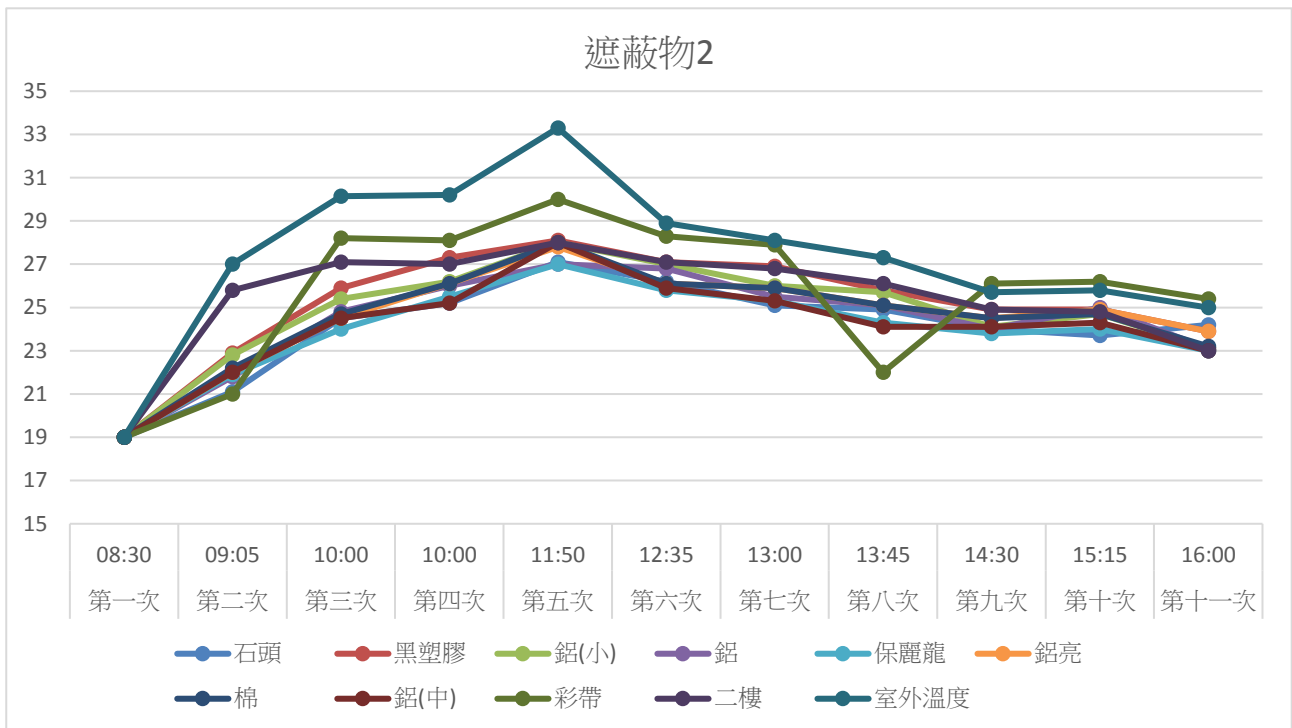
1.第一次實驗數據

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 石頭 | 22.0 | 25.1 | 27.2 | 36.9 | 25.1 | 26.2 | 27.0 | 27.0 | 29.3 | 26.7 | 22.9 |
| 雙層 | 22.0 | 24.1 | 26.8 | 26.2 | 23.5 | 24.1 | 25.0 | 24.8 | 27.0 | 24.8 | 22.9 |
| 彩帶 | 22.0 | 25.0 | 26.1 | 25.7 | 24.5 | 25.2 | 25.9 | 25.4 | 27.9 | 24.7 | 23.0 |
| 鋁(大) | 22.0 | 24.1 | 31.9 | 30.0 | 20.1 | 24.0 | 26.5 | 27.0 | 29.0 | 26.7 | 24.1 |
| 保麗龍 | 22.0 | 25.9 | 27.2 | 26.1 | 24.1 | 25.0 | 25.8 | 25.8 | 27.3 | 24.1 | 23.1 |
| 鋁塑 | 22.0 | 25.1 | 28.0 | 26.1 | 19.5 | 25.1 | 25.9 | 26.9 | 27.8 | 25.2 | 23.1 |
| 棉 | 22.0 | 25.8 | 27.7 | 26.0 | 24.1 | 25.3 | 26.0 | 25.7 | 28.0 | 25.0 | 24.1 |
| 黑袋 | 22.0 | 25.5 | 27.5 | 25.9 | 24.3 | 25.4 | 26.0 | 26.5 | 28.5 | 25.6 | 23.1 |
| 鋁(中) | 22.0 | 25.5 | 27.1 | 26.1 | 24.7 | 25.2 | 25.9 | 26.1 | 28.0 | 25.1 | 23.1 |
| 鋁(小) | 22.0 | 25.5 | 27.1 | 26.1 | 24.9 | 25.1 | 26.1 | 26.7 | 28.1 | 25.0 | 23.0 |
| 紙盒 | 22.0 | 25.2 | 28.1 | 25.9 | 24.0 | 24.9 | 25.8 | 26.0 | 27.9 | 24.7 | 23.9 |
| 室外溫度 | 22.0 | 33.0 | 35.1 | 29.3 | 28.9 | 30.0 | 30.5 | 34.0 | 34.0 | 29.5 | 27.1 |



2. 第二次實驗數據

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10: | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 石頭 | 19.0 | 21.1 | 24.5 | 25.2 | 27.1 | 26.2 | 25.1 | 24.9 | 24.0 | 23.7 | 24.2 |
| 黑塑膠 | 19.0 | 22.9 | 25.9 | 27.3 | 28.1 | 27.1 | 26.9 | 25.8 | 24.9 | 24.9 | 23.9 |
| 鋁(小) | 19.0 | 22.8 | 25.4 | 26.2 | 28.0 | 27.0 | 26.0 | 25.7 | 24.1 | 24.7 | 23.1 |
| 鋁 | 19.0 | 21.8 | 24.8 | 26.0 | 27.0 | 26.8 | 25.5 | 25.1 | 24.0 | 25.0 | 23.1 |
| 保麗龍 | 19.0 | 21.9 | 24.0 | 25.5 | 27.0 | 25.8 | 25.3 | 24.3 | 23.8 | 24.0 | 23.0 |
| 鋁亮 | 19.0 | 22.0 | 24.5 | 26.1 | 27.8 | 26.1 | 25.9 | 25.1 | 24.5 | 24.9 | 23.9 |
| 棉 | 19.0 | 22.2 | 24.7 | 26.1 | 28.0 | 26.1 | 25.9 | 25.1 | 24.5 | 24.7 | 23.2 |
| 鋁(中) | 19.0 | 22.0 | 24.5 | 25.2 | 28.0 | 25.9 | 25.3 | 24.1 | 24.1 | 24.3 | 23.0 |
| 彩帶 | 19.0 | 21.0 | 28.2 | 28.1 | 30.0 | 28.3 | 27.9 | 22.0 | 26.1 | 26.2 | 25.4 |
| 二樓 | 19.0 | 25.8 | 27.1 | 27.0 | 28.0 | 27.1 | 26.8 | 26.1 | 24.9 | 24.8 | 23.0 |
| 室外溫度 | 19.0 | 27.0 | 30.14 | 30.2 | 33.3 | 28.9 | 28.1 | 27.3 | 25.7 | 25.8 | 25.0 |



(二)討論

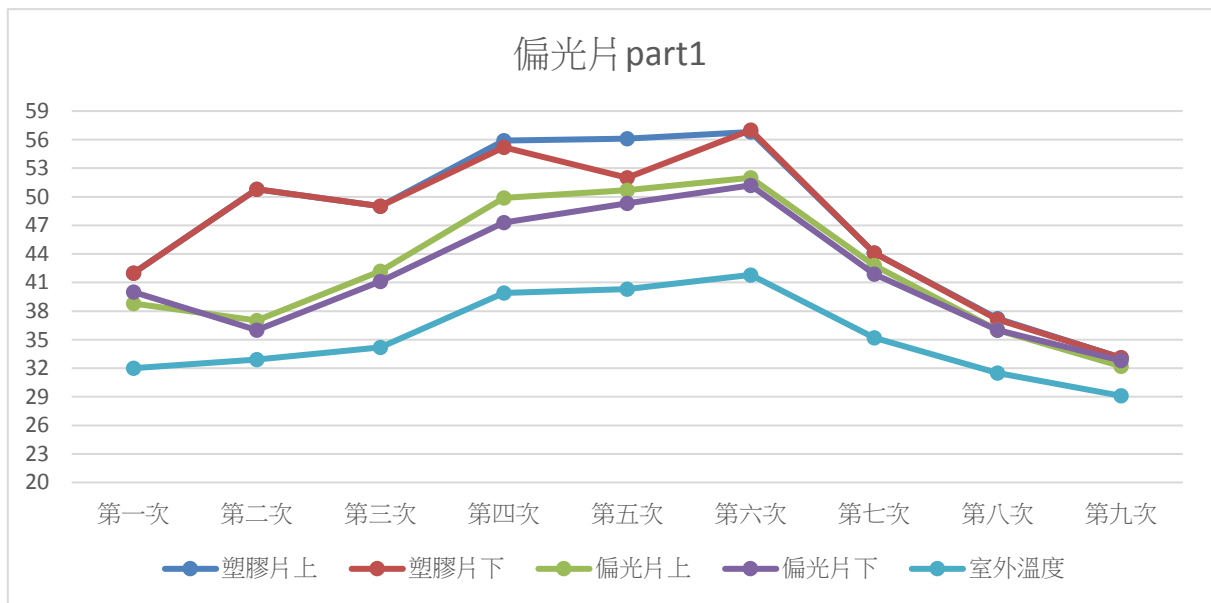
1. 整體來說，加裝遮蔽物後室溫至少都降低 3~4°C 左右，可發現遮蔽物對降低室溫是有所幫助的。
2. 從兩次折線圖可發現各種遮蔽物的隔熱效果相差在 1°C 左右，差異不大，各項遮蔽物也有它自己的個色功能，如隔熱磚下層還有保麗龍可減少熱傳，黑垃圾袋會吸收輻射熱再由風帶走，鋁箔會反射輻射熱，白色保麗龍及紗布可減少吸收輻射熱，雙層盒子提供了一層空氣層降低熱傳，而彩帶則會適度反射熱輻射。
3. 如需實際應用各項材料，則要再考慮材料的耐用程度，市面上常用的隔熱材料有隔熱磚、黑網及搭鐵皮，使用者可視需求挑選。

五、探討偏光片對室內溫度的影響

(一)偏光片隔熱效果研究 part1

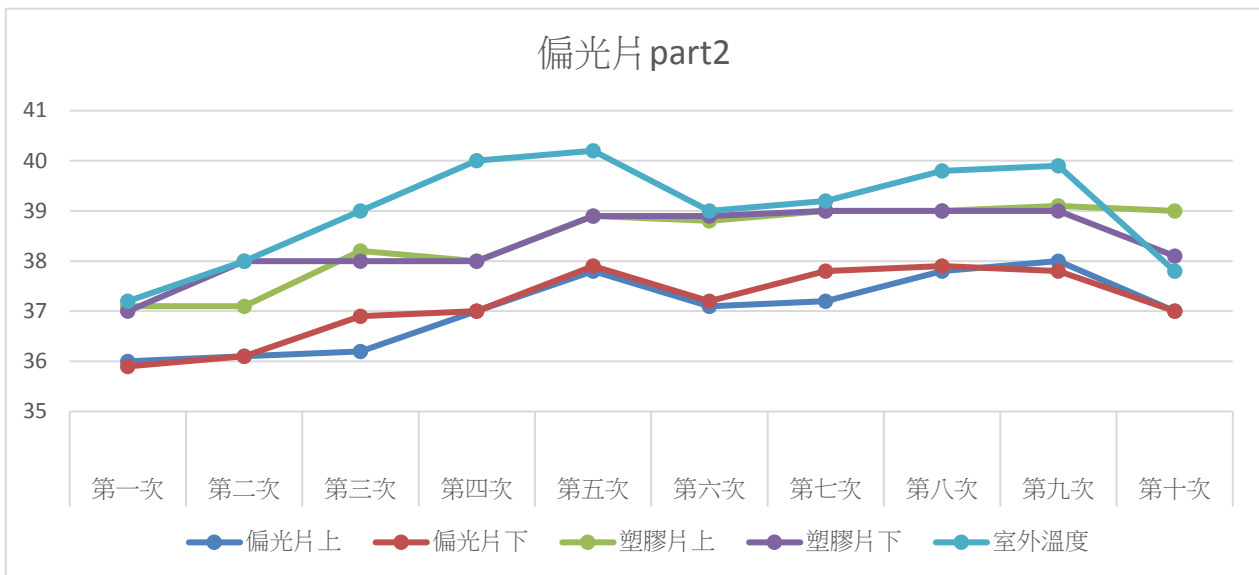
1. 第一次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 42.0 | 50.8 | 49.0 | 55.9 | 56.1 | 56.8 | 44.1 | 37.2 | 33.1 |
| 塑膠片下 | 42.0 | 50.8 | 49.0 | 55.2 | 52.0 | 57.0 | 44.1 | 37.1 | 33.1 |
| 偏光片上 | 38.8 | 37.0 | 42.2 | 49.9 | 50.7 | 52.0 | 42.8 | 36.0 | 32.2 |
| 偏光片下 | 40.0 | 36.0 | 41.1 | 47.3 | 49.3 | 51.2 | 41.9 | 36.0 | 32.8 |
| 室外溫度 | 32.0 | 32.9 | 34.2 | 39.9 | 40.3 | 41.8 | 35.2 | 31.5 | 29.1 |



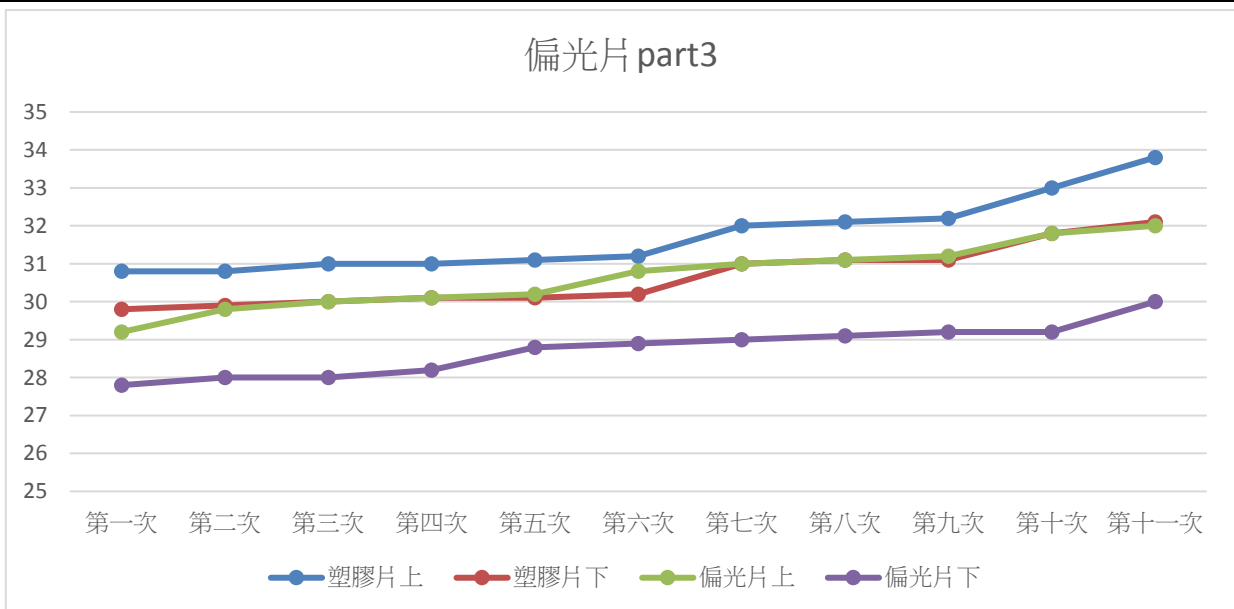
2.第二次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 偏光片上 | 36.0 | 36.1 | 36.2 | 37.0 | 37.8 | 37.1 | 37.2 | 37.8 | 38.0 | 37.0 |
| 偏光片下 | 35.9 | 36.1 | 36.9 | 37.0 | 37.9 | 37.2 | 37.8 | 37.9 | 37.8 | 37.0 |
| 塑膠片上 | 37.1 | 37.1 | 38.2 | 38.0 | 38.9 | 38.8 | 39.0 | 39.0 | 39.1 | 39.0 |
| 塑膠片下 | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.9 | 38.9 | 39.0 | 39.0 | 39.0 | 38.1 |
| 室外溫度 | 37.2 | 38.0 | 39.0 | 40.0 | 40.2 | 39.0 | 39.2 | 39.8 | 39.9 | 37.8 |



3. 第三次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.8 | 30.8 | 31.0 | 31.0 | 31.1 | 31.2 | 32.0 | 32.1 | 32.2 | 33.0 |
| 塑膠片下 | 29.8 | 29.9 | 30.0 | 30.1 | 30.1 | 30.2 | 31.0 | 31.1 | 31.1 | 31.8 |
| 偏光片上 | 29.2 | 29.8 | 30.0 | 30.1 | 30.2 | 30.8 | 31.0 | 31.1 | 31.2 | 31.8 |
| 偏光片下 | 27.8 | 28.0 | 28.0 | 28.2 | 28.8 | 28.9 | 29.0 | 29.1 | 29.2 | 29.2 |



(二) 偏光片隔熱效果研究 part1 討論

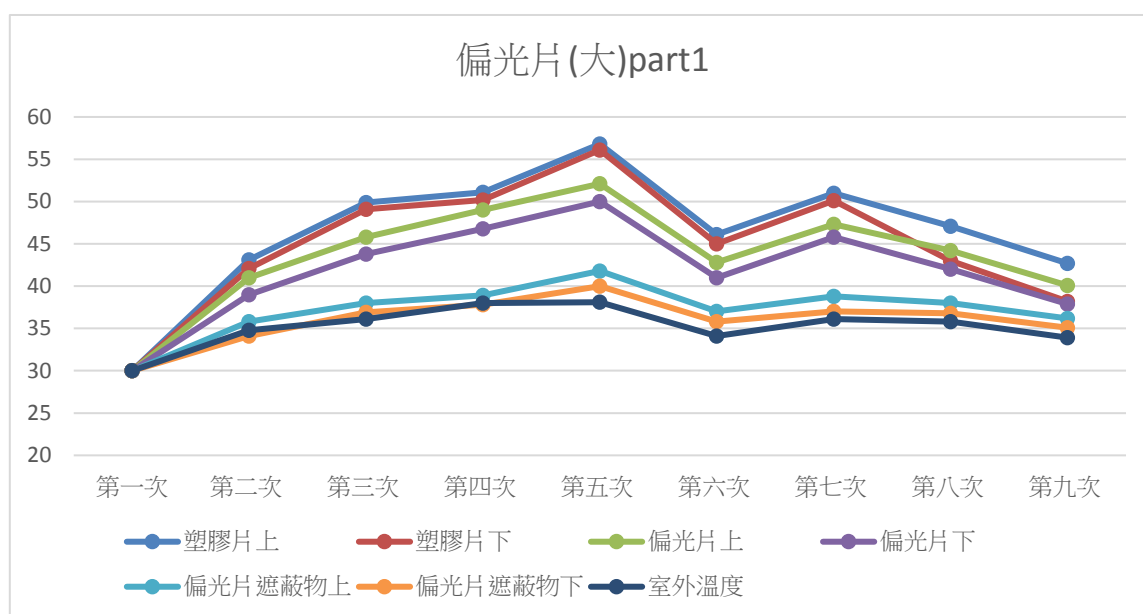
1. 從三次實驗折線圖可以看出偏光片的降溫效果最好，約低於 2°C，因此決定將實驗空間由保麗龍杯，放大到長 24cm、寬 16cm、高 12cm 的紙盒。

2.可發現偏光片上方的溫度高於塑膠片，應是偏光片黑色會吸收輻射熱，因此溫度較高，但不影響下方溫度。

(三) 偏光片隔熱效果研究 part2

1. 第一次實驗數據

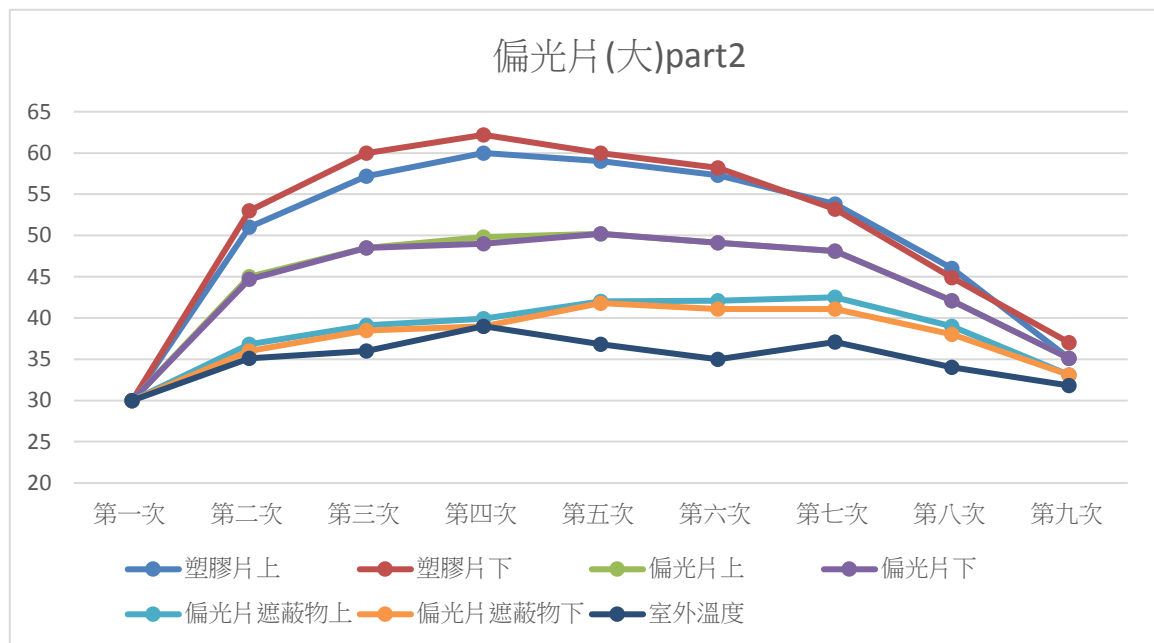
| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 43.1 | 49.9 | 51.1 | 56.8 | 46.1 | 51.0 | 47.1 | 42.7 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 42.1 | 49.1 | 50.2 | 56.1 | 45.0 | 50.1 | 43.0 | 38.2 |
| 偏光片上 | 30.0 | 41.0 | 45.8 | 49.0 | 52.1 | 42.8 | 47.3 | 44.2 | 40.1 |
| 偏光片下 | 30.0 | 39.0 | 43.8 | 46.8 | 50.0 | 41.0 | 45.8 | 42.0 | 37.9 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 35.8 | 38.0 | 38.9 | 41.8 | 37.0 | 38.8 | 38.0 | 36.2 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 34.1 | 36.9 | 37.8 | 40.0 | 35.8 | 37.0 | 36.8 | 35.1 |
| 室外溫度 | 30.0 | 34.8 | 36.1 | 38.0 | 38.1 | 34.1 | 36.1 | 35.8 | 33.9 |



2. 第二次實驗數據

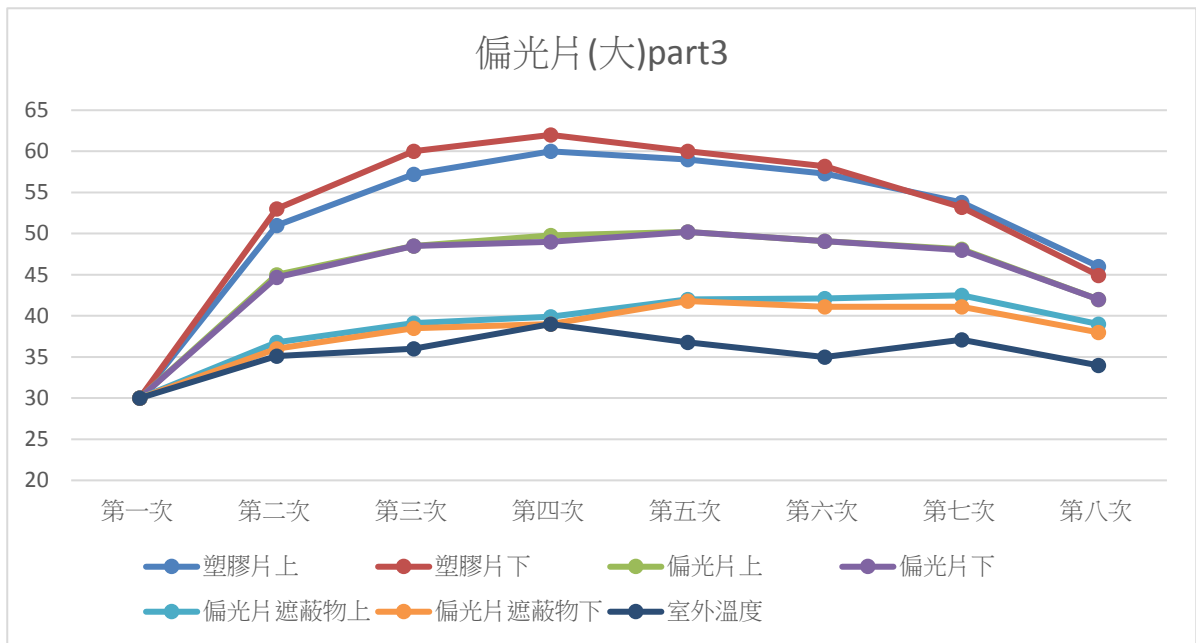
| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 51.0 | 57.2 | 60.0 | 59.0 | 57.3 | 53.8 | 46.0 | 35.1 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 53.0 | 60.0 | 62.2 | 60.0 | 58.2 | 53.2 | 44.9 | 37.0 |

| | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 偏光片上 | 30.0 | 45.0 | 48.5 | 49.8 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.1 | 35.1 |
| 偏光片下 | 30.0 | 44.7 | 48.5 | 49.0 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.1 | 35.1 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 36.8 | 39.1 | 39.9 | 42.0 | 42.1 | 42.5 | 39.0 | 33.1 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 36.0 | 38.5 | 39.0 | 41.8 | 41.1 | 41.1 | 38.0 | 33.1 |
| 室外溫度 | 30.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 | 31.8 |



3.第三次實驗數據

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 51.0 | 57.2 | 60.0 | 59.0 | 57.3 | 53.8 | 46.0 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 53.0 | 60.0 | 62.0 | 60.0 | 58.2 | 53.2 | 44.9 |
| 偏光片上 | 30.0 | 45.0 | 48.5 | 49.8 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.0 |
| 偏光片下 | 30.0 | 44.7 | 48.5 | 49.0 | 50.2 | 49.1 | 48.0 | 42.0 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 36.8 | 39.1 | 39.9 | 42.0 | 42.1 | 42.5 | 39.0 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 36.0 | 38.5 | 39.0 | 41.8 | 41.1 | 41.1 | 38.0 |
| 室外溫度 | 30.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 |



(四) 偏光片隔熱效果研究 part2 討論

1. 查詢一些文獻發現目前偏光片的用途有很多，但卻沒有將其用於隔熱，將兩片偏光片旋轉 90° 時，光線將無法通過，因此我們希望藉由偏光片濾光的效應，不讓光線進入室內造成室溫上升。
2. 從三次研究結果中可看出裝設偏光片的盒子其室溫大約低於透明塑膠片 4°C ，若是在更炎熱的天氣，溫度甚至會相差到 10°C ，顯示偏光片隔熱效果佳，且符合我們的推論。
3. 不可否認兩片呈 90° 的偏光片呈黑色仍然會吸收輻射熱，使的室內溫度提高，甚至高於室溫許多，可知道偏光片仍然有其缺點。
4. 我們除了比較偏光片與塑膠片的隔熱效果外，額外再將偏光片作遮蔽物去觀察，發現將偏光片作遮蔽物的效果比直接當室內屋頂要好，應該是因為以偏光片作為遮蔽物時，偏光片與屋頂還有隔 5 公分的距離，藉由風的流動可以將偏光片上的熱帶走，使的溫度不會傳到房子內部。
5. 目前有多數建築為求能引進太陽光，而採玻璃建築，我們以透明塑膠片模擬可透光建築，發現雖然可透光，但室溫也相對上升了。若改以偏光片作屋頂，其優點是藉由旋轉偏光片可控制進入室內的光線量，一是可作調節光線減少使用電燈，二是可以隔熱，我們認為對於節約能源也是一大幫助。

(五)偏光片隔熱效果研究 part3-體感溫度的實驗數據

- 1.偏光片的隔熱效果是不是真的能讓人感受到涼爽，為了證實這項結果，我們總共找了學校 189 位同學進行測試，測試的時候，蒙眼，將雙手各別放入偏光片的盒子及透明塑膠片的盒子裡，測量哪一溫度比較高，實驗數據如下。

| | 偏光片較熱 | 塑膠片較熱 | 都一樣熱 | 總人數 |
|-----|--------|--------|-------|-------|
| 人數 | 46 人 | 132 人 | 11 人 | 189 人 |
| 百分比 | 24.33% | 69.84% | 5.82% | |

(六)測量結果討論

- 1.對大部分人而言，偏光片是比較涼的，而塑膠片是比較熱的，從數據可以發現，認為偏光片比較涼的有 69.84%，應證偏光片是可以防止光線透進屋內，不會導致溫度升高。
- 2.目前夏天大家覺得熱就會需要開冷氣造成能源消耗，若偏光片能讓人覺得涼爽，將有機會降低冷氣使用量。

六、隔熱最佳變因

綜合實驗結果，本實驗最佳隔熱變因為，白色、全鏤空窗、戶採兩側上方窗戶開啟及遮蔽物視情況決定使用，而如需節約能源則可考慮使用偏光片隔熱。

七、後續研究

(一) 探討反射光線的應用與室內效應

- 1.在降低室溫的變因中可再增加於窗戶增貼銀色反光材料，除了不讓陽光入射進室內外，還可將光線反射到我們需要的地方，做再利用，我們想到以下幾點。
 - (1)將光線集中到太陽能板上作發電。
 - (2)目前空氣汙染嚴重，需多衣物清洗過後吊掛於室外易沾黏灰塵、油垢，可將衣物掛於室內，降光反射過去作為乾衣。
 - (3)工廠需加熱物質也可將反射光作加熱用。

柒、結論

- 一、不同材質對室內溫度的影響發現，紙盒的隔熱效果最佳，塑膠盒的隔熱效果最差，除塑膠盒外，盒子平均皆可將室外溫度降 4°C。
- 二、不同顏色對室內溫度的影響可發現，白色隔熱效果最佳，而黑、灰、綠、藍隔熱效果較差，另外也發現紅色的隔熱效果跟白色差不多。
- 三、不同窗戶開法對室內溫度的影響可發現，全鏤空窗的效果最好，與其他開窗方式溫差約 2°C，而其餘開窗方式效果則差不多，皆在±1°C 左右。
- 四、實驗發現綠建築常用的對流窗對降低室溫並非最佳選擇。
- 五、不同遮蔽物對室內溫度的影響可發現，加裝遮蔽物後室溫至少都降低 3~4°C 左右，各種遮蔽物的隔熱效果相差在 1°C 左右，差異不大，如需實際應用各項材料，則要再考慮材料的耐用程度。
- 六、偏光片的隔熱效應相較於透明塑膠片是有效的，溫差可從 4°C~10°C，如能增加偏光片對環境的耐用度，將更加適合應用。
- 七、偏光片的人體體感測試中發現約 70% 的人認為偏光片溫度是較低的，能降低冷氣使用。
- 八、隔熱最佳變因為，白色、全鏤空窗、戶採兩側上方窗戶開啟及遮蔽物視情況決定使用，而如需節約能源則可考慮使用偏光片隔熱。各項隔熱降溫效果並非是簡單的加乘，需做綜合性的判斷，本實驗希望能在自然且減少能源消耗的情形下降低溫度，為愛護地球盡一份心力。

捌、參考資料

1. 建築防熱

<http://www.twword.com/wiki/%E5%BB%BA%E7%AF%89%E9%98%B2%E7%86%B1>

2. 屋頂防熱

<http://m.xuite.net/blog/bbearh/wretch/139246680>

3. Neuma 節能氣密窗特性

http://www.nanyaenergywindow.com.tw/products_window_a_00a.html

4. 綠色魔法學校

http://www.msgt.org.tw/about.php?Type=38&menu=about_class&pic_dir_list=1

5. 綠建築九大指標<第四日常節能指標>

<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2009/evergreen/a/a3.htm>

6. 如何選定窗戶的樣式和尺寸？這個攻略可幫了大忙了！

<https://read01.com/Qjjz7P.html>

7. 頂樓住戶看過來！ 7 招搞定隔熱變涼快

<https://tw.news.yahoo.com/%E9%A0%82%E6%A8%93%E4%BD%8F%E6%88%B6%E7%9C%8B%E9%81%8E%E4%BE%86->

<7%E6%8B%9B%E6%90%9E%E5%AE%9A%E9%9A%94%E7%86%B1%E8%AE%8A%E6%B6%BC%E5%BF%AB-074000377.html>

8. 屋頂隔熱這樣做省錢又有效

<http://gogotime.pixnet.net/blog/post/45416847->

%E5%B1%8B%E9%A0%82%E9%9A%94%E7%86%B1%E9%80%99%E6%A8%A3%E5%81%9A%E7%9C%81%E9%8C%A2%E5%8F%88%E6%9C%89%E6%95%88">%E5%B1%8B%E9%A0%82%E9%9A%94%E7%86%B1%E9%80%99%E6%A8%A3%E5%81%9A%E7%9C%81%E9%8C%A2%E5%8F%88%E6%9C%89%E6%95%88

9. 屋頂隔熱輕鬆 DIY

<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/property/20050423/1729458/>

10. 雙層屋頂 屋頂隔熱測試數據分享 ~~我不要鐵皮屋!!

<http://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=360&t=2154625>

11. 一桌四椅的生活: 隔熱 11：屋頂隔熱懶人包- yam 天空部落

<http://blog.yam.com/rainwhy/article/67267356>

12. 建築設施空調節能設計新思維---市售隔熱漆產品遮熱性能之再思考

<http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/sysEng/%E9%81%AE%E7%86%B1%E6%BC%86.htm>

13. 熱導率與導熱係數

<http://www.tglobal.com.tw/what-is-thermal-conductivity-heat-transfer-coefficient>

【評語】 030104

有效的隔熱一直是一個相當重要的課題，特別是在地球暖化下夏季日趨高溫的台灣。該實驗主題具有十分適切於日常生活中的需求，充分展現出以科學方法解決切身問題的科學家態度。在實驗的方向上比較缺乏適當的理論與背景知識指引，僅依賴大量數據收集不易理出一個比較明確的問題解決方向。建議可將隔熱方式大致分類為幾種主要類別，如對流類，光輻射阻隔類等等，再加以討論比較。

作品海報

摘要

近年溫室效應加劇，天氣越來越熱，為了降低教室溫度我們希望研究出哪種隔熱材料效果最好，我們分別探討不同材質、不同顏色、不同窗戶開法、不同遮蔽物及偏光片對室溫的影響，實驗後發現：1. 材質以紙箱效果最好；2. 顏色部分最佳防熱顏色為白色及紅色；3. 最佳降溫窗戶開法為全鏤空，而綠建築廣為使用的中懸窗反而不是最佳降溫效果的窗戶；4. 遮蔽物的部分各項材料效果則相差不大，隔熱磚、黑網、反光材料及保麗龍皆可達到差不多的隔熱效果；5. 市面上完全沒有偏光片對隔熱的研究，本研究發現，偏光片在隔熱效應部份優於透明塑膠片，在中午太陽直射時溫差甚至有 10°C 之多，又可調進入室內的光線量，是很好的隔熱材料。

貳、研究目的

- 一、探討不同材質對室內溫度的影響
- 二、探討不同顏色對室內溫度的影響
- 三、探討不同窗戶開法對室內溫度的影響
- 四、探討不同遮蔽物對室內溫度的影響
- 五、探討偏光片對室內溫度的影響

肆、研究過程與方法

一、光源的選擇

| 光源 | 人造光源 | 太陽光 |
|----|----------|----------|
| 項目 | 設備貴 | 免費 |
| | 不一定為平行光源 | 平行光源 |
| | 光源範圍小 | 光源範圍大 |
| | 非全光譜 | 全光譜 |
| | 光源穩定 | 光源會因天氣影響 |

二、材質的研究過程

製作不同材質的紙盒→貼上白紙→置於室外測量溫度



三、顏色的研究過程

製作不同顏色的塑膠盒→置於室外測量溫度



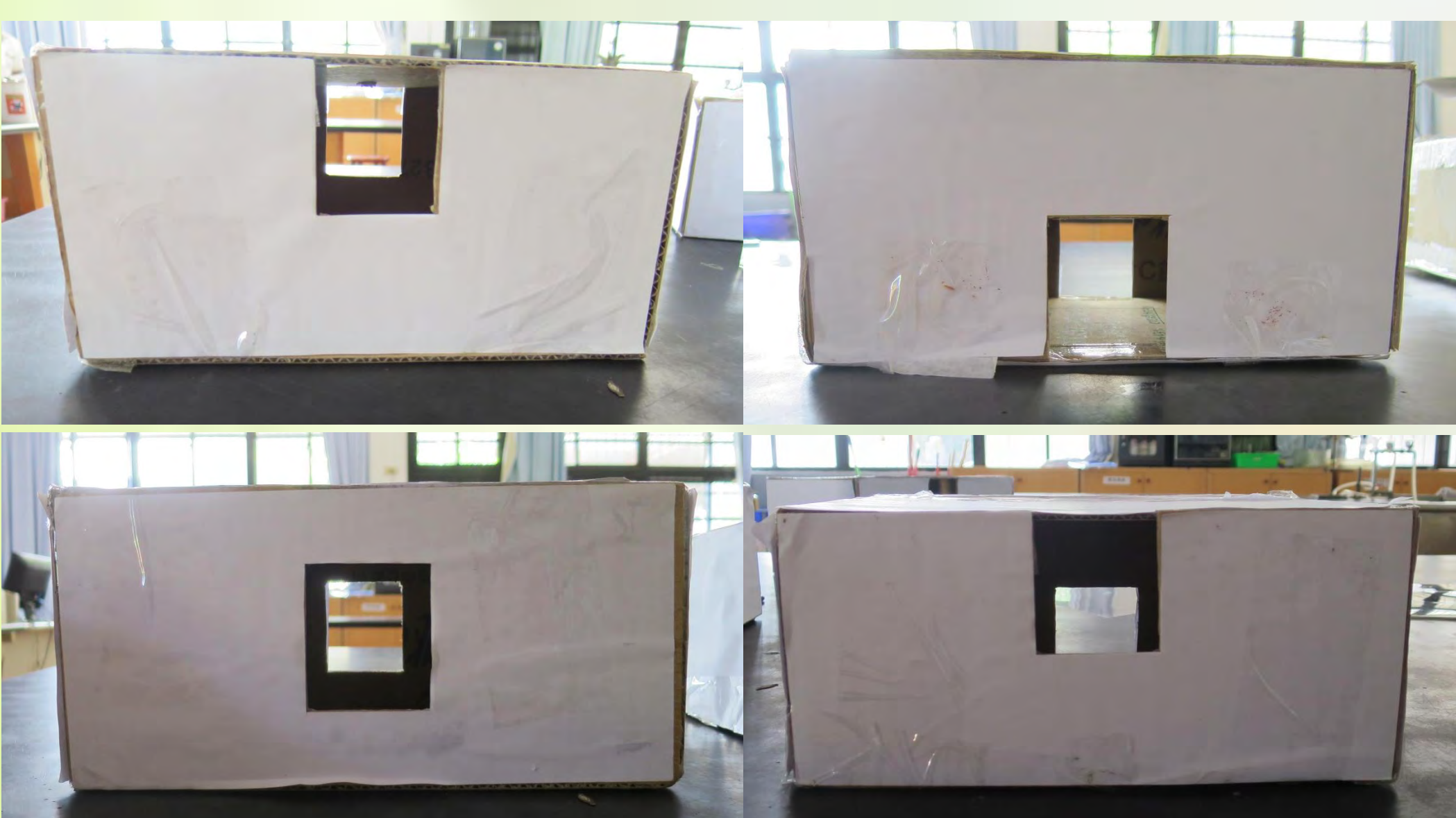
四、窗戶開法研究過程part1

製作不同窗戶型態的紙盒(如圖)→置於室外測量溫度



窗戶位置研究過程part2

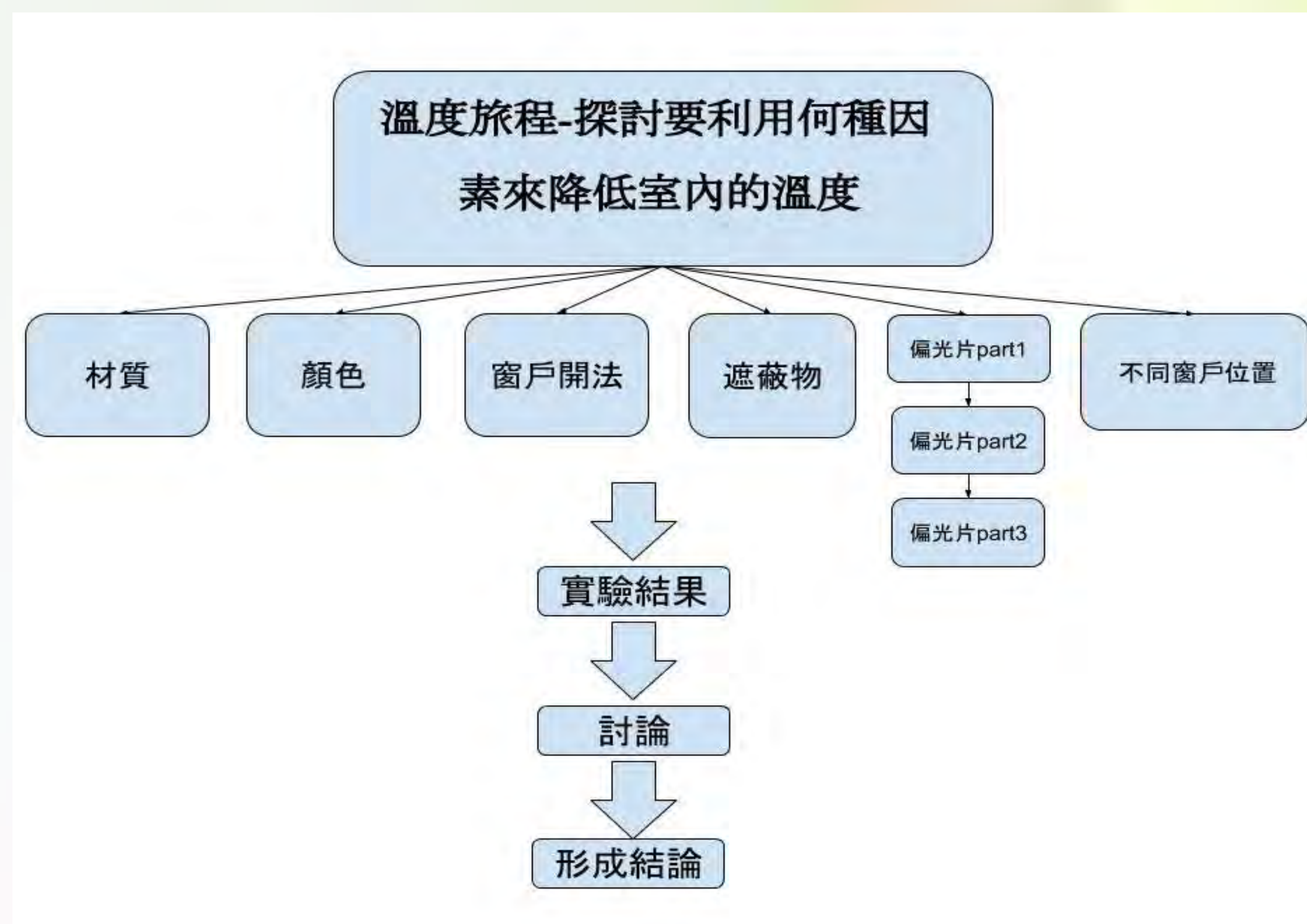
製作不同窗戶位置的紙盒(如圖)→置於室外測量溫度



壹、研究動機

近幾年臺灣夏天的溫度不斷提升，夏日最高溫更屢屢創新高，家家戶戶都在開冷氣，也造成了相當多電力的耗損，而對我們國中來說，教室沒有冷氣，夏天在頂樓的教室更是像個烤箱，即使開電風扇我們仍然覺得很熱，所以我們在思考，有沒有方法能讓室內降溫呢？如何利用我們八年級所學熱傳的概念去解決問題？而目前台灣有許多的建築物皆是鐵皮材質，東南亞國家的住家有更多是簡單的鐵皮屋，這些屋子的隔熱問題也是非常需要解決的，我們覺得隔熱及散熱的問題不只是學校教室，只要有房子的地方，都是很重要的問題，為了尋找出這個解決方法，我們探討了許多有關的降溫的方法。

參、研究架構圖



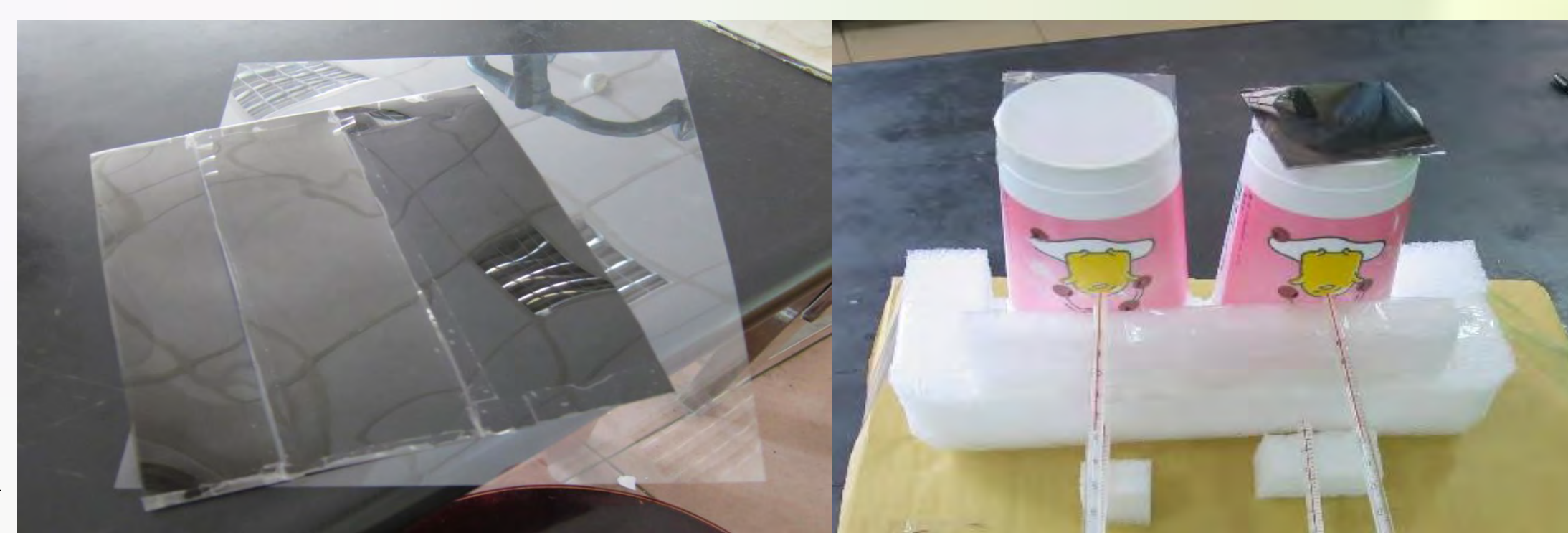
五、遮蔽物研究過程

製作不同遮蔽物置於紙盒上方(如圖)→至於室外測量溫度



六、偏光片研究過程part1

將偏光片與透明塑膠片至於挖空的保麗龍杯→置於室外測量杯頂與杯底溫度(如圖)



偏光片研究過程part2

將part1實驗放大並增加以偏光片為遮蔽物(如圖)測量其效果→置於室外測量溫度



七、體感溫度研究過程

製作如圖紙盒→請同學實際感受以測得體感溫度

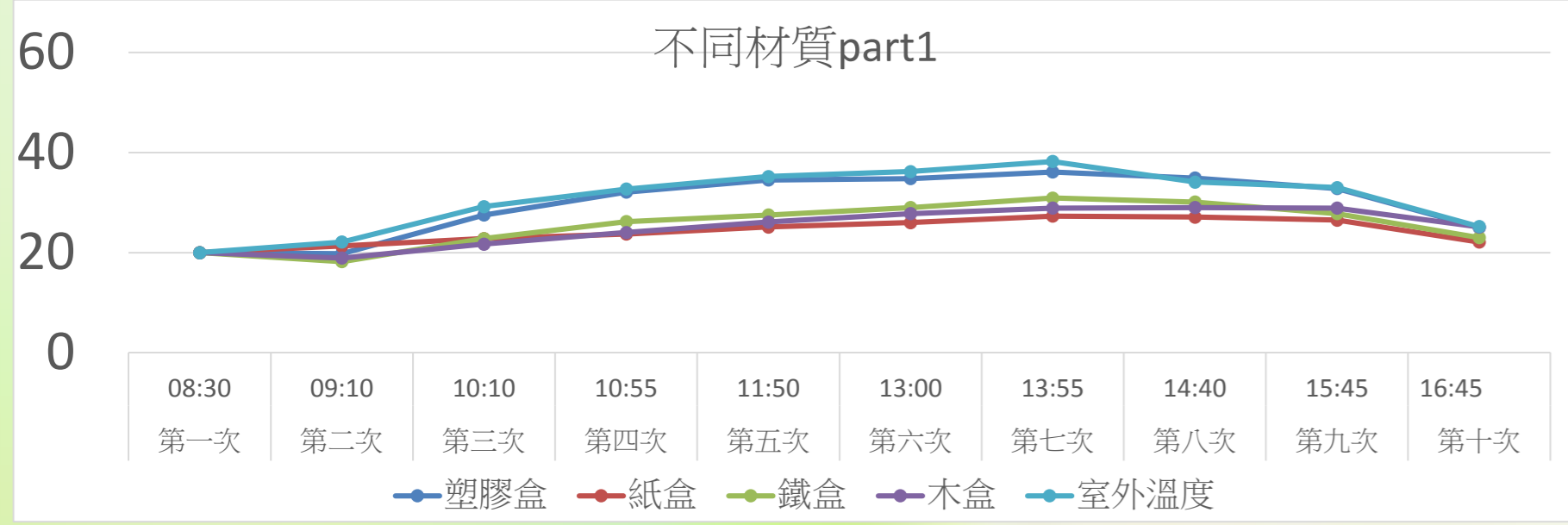


伍、研究結果

一、探討材質對溫度的影響

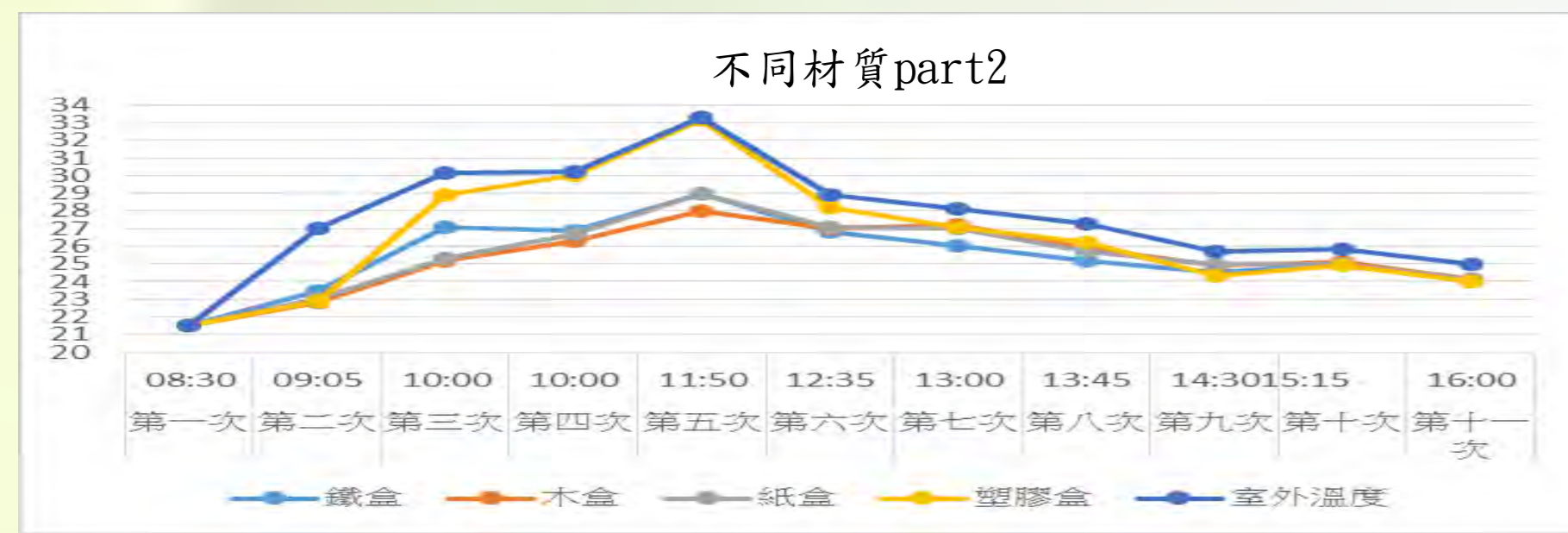
1. 材質part1

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:40 | 第九次 15:45 | 第十次 16:45 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 塑膠盒 | 20.0 | 19.8 | 27.5 | 32.1 | 34.5 | 34.8 | 36.1 | 34.9 | 32.8 | 25.0 |
| 紙箱 | 20.0 | 21.3 | 22.8 | 23.7 | 25.1 | 26.0 | 27.3 | 27.1 | 26.5 | 22.1 |
| 鐵盒 | 20.0 | 18.2 | 22.8 | 26.2 | 27.5 | 29.0 | 30.9 | 30.1 | 27.8 | 23.0 |
| 木盒 | 20.0 | 18.9 | 21.7 | 24.0 | 26.1 | 27.8 | 28.9 | 29.0 | 28.9 | 25.1 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



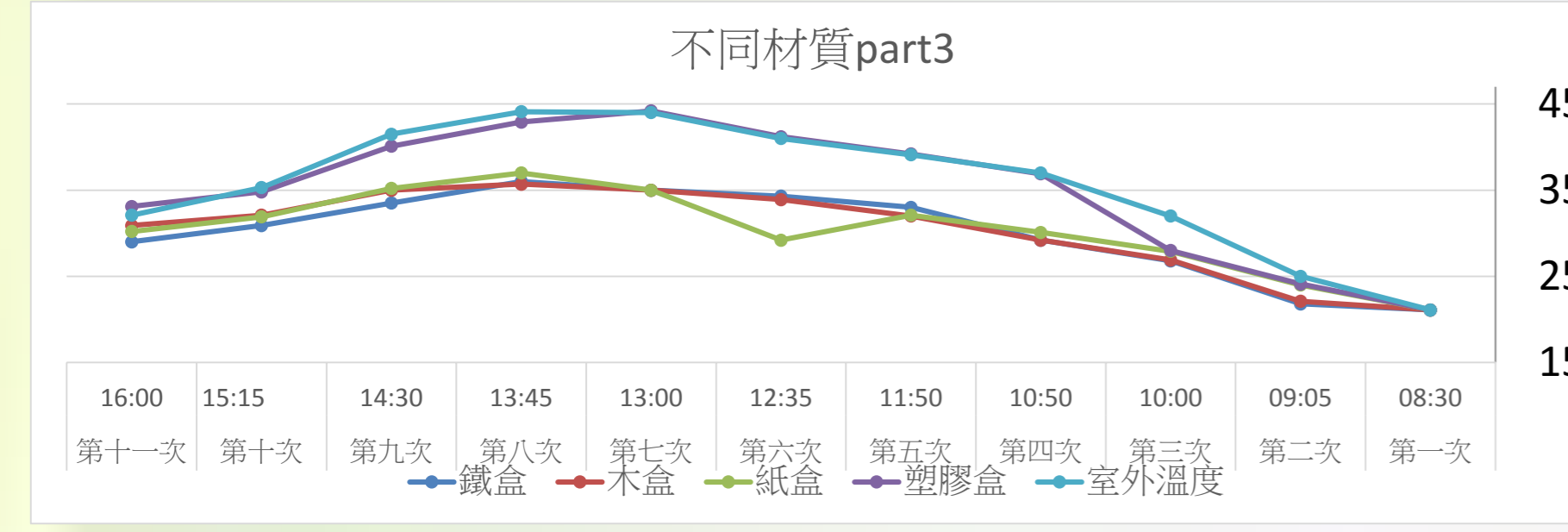
2. 材質part2

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 鐵盒 | 21.5 | 23.5 | 27.1 | 26.9 | 29.0 | 26.8 | 26.0 | 25.2 | 24.5 | 25.0 | 24.0 |
| 木盒 | 21.5 | 22.8 | 25.2 | 26.3 | 28.0 | 27.0 | 27.2 | 25.9 | 24.9 | 25.1 | 24.1 |
| 紙盒 | 21.5 | 23.0 | 25.3 | 26.7 | 29.0 | 27.1 | 27.0 | 25.7 | 25.0 | 25.0 | 24.1 |
| 塑膠盒 | 21.5 | 22.9 | 28.9 | 30.0 | 33.2 | 28.2 | 27.1 | 26.2 | 24.3 | 24.9 | 24.0 |
| 室外溫度 | 21.5 | 27.0 | 30.14 | 30.2 | 33.3 | 28.9 | 28.1 | 27.3 | 25.7 | 25.8 | 25.0 |



3. 材質part3

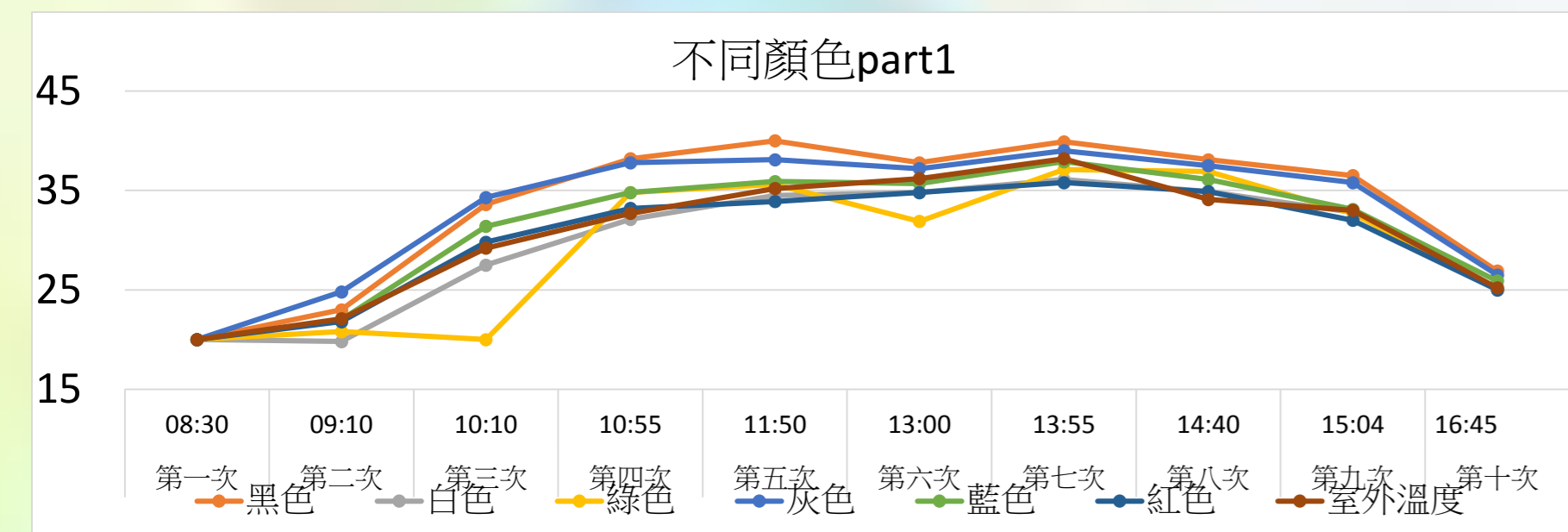
| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:50 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 鐵盒 | 21.1 | 21.8 | 26.8 | 29.2 | 33.0 | 34.3 | 35.0 | 36.0 | 33.5 | 30.9 | 29.0 |
| 木盒 | 21.1 | 22.1 | 26.9 | 29.2 | 32.0 | 33.9 | 35.0 | 35.7 | 35.0 | 32.1 | 30.9 |
| 紙盒 | 21.1 | 24.0 | 27.9 | 30.1 | 32.1 | 29.2 | 35.0 | 37.0 | 35.2 | 31.9 | 30.2 |
| 塑膠盒 | 21.1 | 24.1 | 28.0 | 36.9 | 39.2 | 41.2 | 44.2 | 42.9 | 40.1 | 34.8 | 33.1 |
| 室外溫度 | 21.1 | 25.0 | 32.0 | 37.0 | 39.1 | 41.0 | 44.0 | 44.1 | 41.5 | 35.3 | 32.1 |



二、探討顏色對溫度的影響

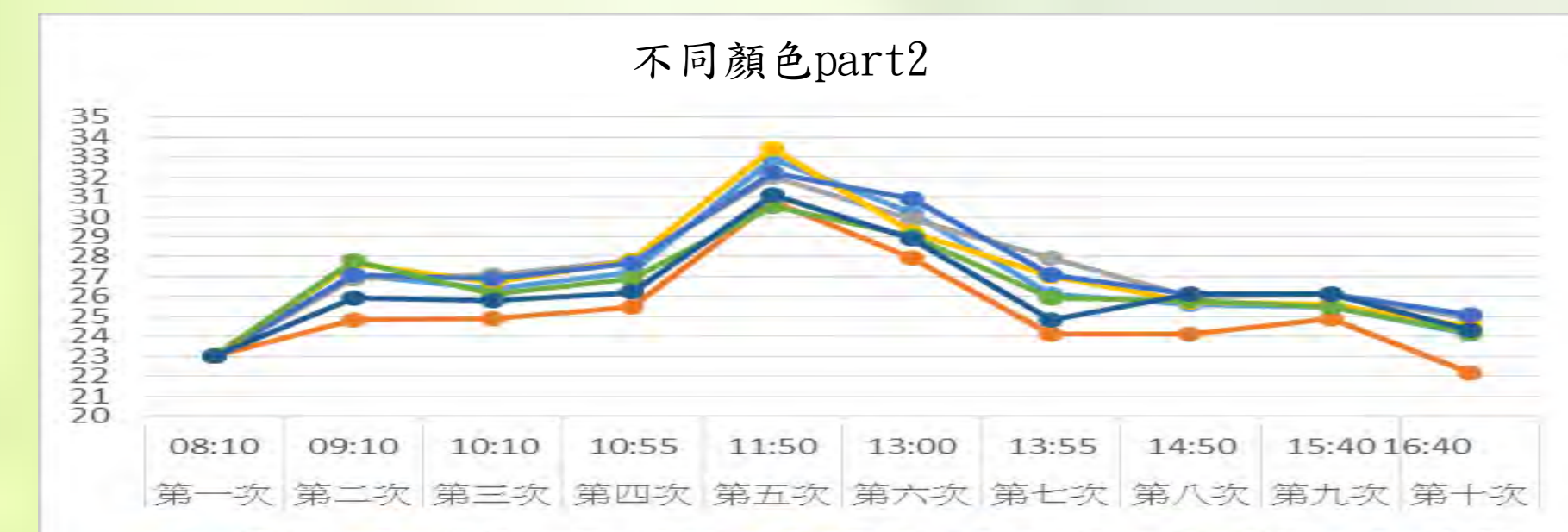
1. 顏色part1

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:40 | 第九次 15:40 | 第十次 16:45 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 20.0 | 23.0 | 33.6 | 38.2 | 40.0 | 37.8 | 39.9 | 38.1 | 36.5 | 26.9 |
| 白色 | 20.0 | 19.8 | 27.5 | 32.1 | 34.5 | 34.8 | 36.1 | 34.9 | 32.8 | 25.0 |
| 綠色 | 20.0 | 20.8 | 20.0 | 34.8 | 35.6 | 31.9 | 37.1 | 36.9 | 32.7 | 25.1 |
| 灰色 | 20.0 | 24.8 | 34.3 | 37.8 | 38.1 | 37.2 | 39.0 | 37.5 | 35.8 | 26.5 |
| 藍色 | 20.0 | 22.0 | 31.4 | 34.8 | 35.9 | 35.7 | 37.9 | 36.1 | 33.1 | 25.9 |
| 紅色 | 20.0 | 21.8 | 29.8 | 33.2 | 33.9 | 34.8 | 35.8 | 34.9 | 32.0 | 25.0 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



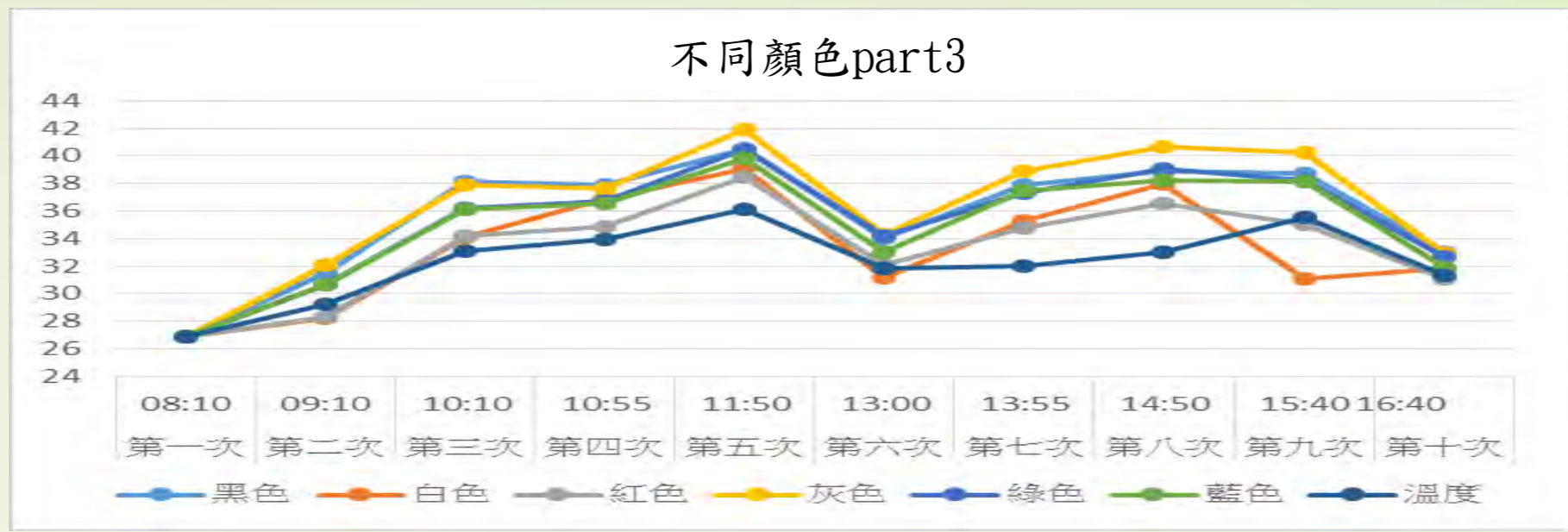
2. 顏色part2

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 23.0 | 27.1 | 26.4 | 27.2 | 32.9 | 30.2 | 26.1 | 25.6 | 25.5 | 24.1 |
| 白色 | 23.0 | 24.8 | 24.9 | 25.5 | 30.8 | 27.9 | 24.1 | 24.1 | 24.9 | 22.2 |
| 紅色 | 23.0 | 26.9 | 27.1 | 27.8 | 32.0 | 29.9 | 27.9 | 26.0 | 26.1 | 24.9 |
| 灰色 | 23.0 | 27.7 | 26.7 | 27.8 | 33.4 | 29.2 | 27.0 | 25.7 | 25.6 | 24.5 |
| 綠色 | 23.0 | 27.1 | 26.9 | 27.7 | 32.2 | 30.9 | 27.1 | 26.1 | 26.1 | 25.1 |
| 藍色 | 23.0 | 27.8 | 26.1 | 26.9 | 30.5 | 29.0 | 25.9 | 25.8 | 25.5 | 24.2 |
| 室外溫度 | 23.0 | 25.9 | 25.8 | 26.2 | 31.1 | 28.9 | 24.8 | 26.1 | 26.1 | 24.3 |



3. 顏色part3

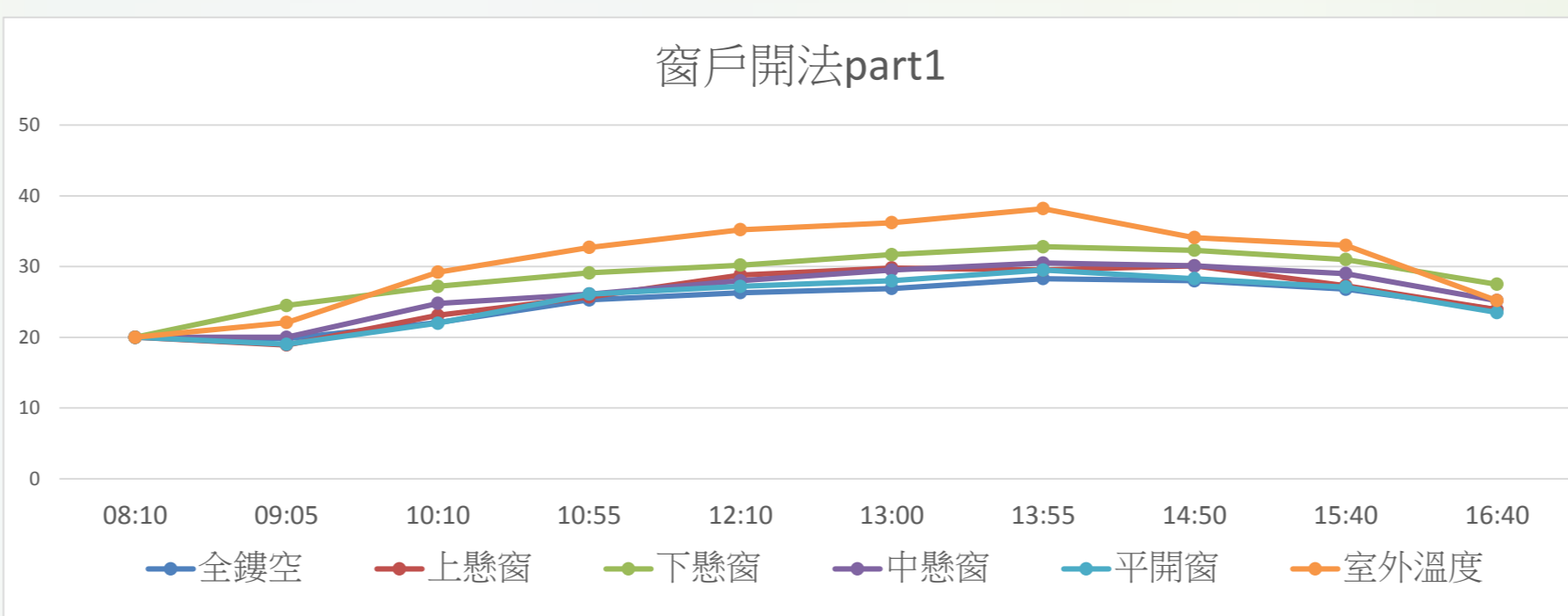
| | 第一次 08:10 | 第二次 09:10 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 黑色 | 26.9 | 31.5 | 38.1 | 37.9 | 40.5 | 34.0 | 37.9 | 38.9 | 38.7 | 33.0 |
| 白色 | 26.9 | 28.2 | 34.1 | 36.9 | 39.1 | 31.2 | 35.3 | 38.0 | 31.1 | 31.8 |
| 紅色 | 26.9 | 28.3 | 34.2 | 34.9 | 38.5 | 32.1 | 34.8 | 36.5 | 35.0 | 31.1 |
| 灰色 | 26.9 | 32.1 | 37.9 | 37.6 | 41.9 | 34.3 | 38.9 | 40.7 | 40.2 | 32.9 |
| 綠色 | 26.9 | 30.7 | 36.2 | 36.7 | 40.5 | 34.2 | 37.3 | 39.1 | 38.2 | 32.7 |
| 藍色 | 26.9 | 30.7 | 36.1 | 36.5 | 39.8 | 33.0 | 37.5 | 38.2 | 38.1 | 31.9 |
| 溫度 | 26.9 | 29.2 | 33.1 | 33.9 | 36.1 | 31.8 | 32.0 | 33.0 | 35.5 | 31.3 |



三、探討不同窗戶開法

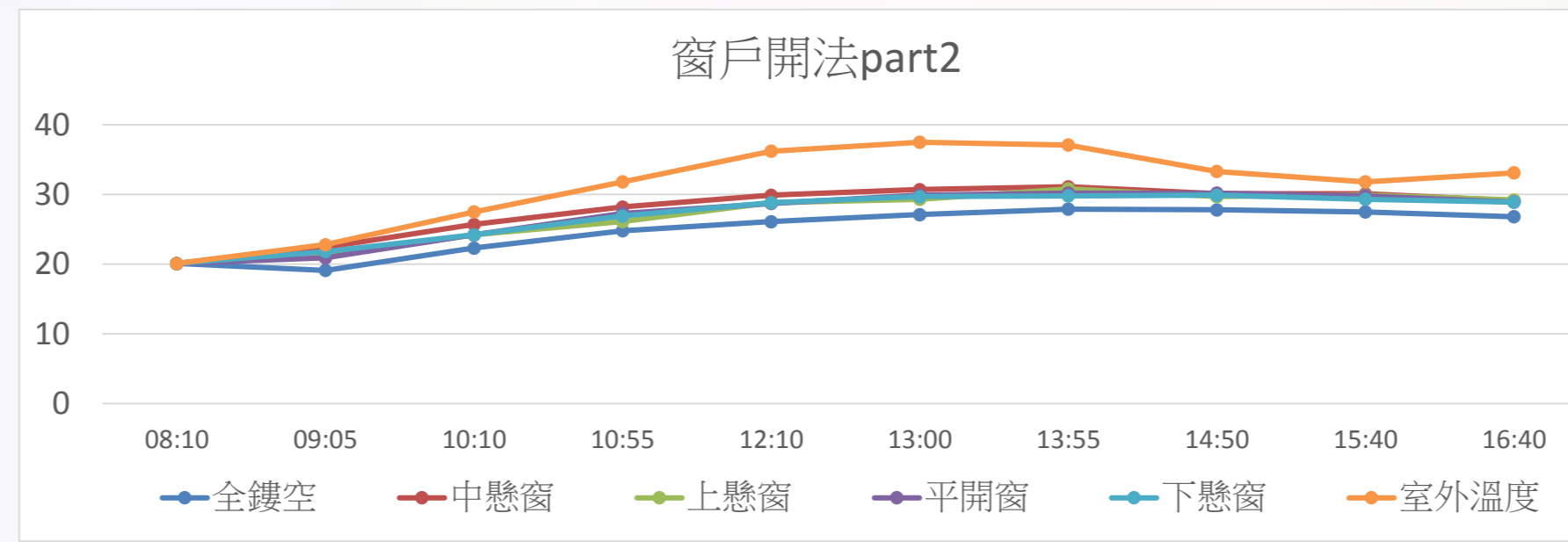
1. 窗戶開法part1

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 全鏤空 | 20.0 | 19.8 | 22.1 | 25.3 | 26.3 | 26.9 | 28.3 | 28.0 | 26.8 | 23.9 |
| 上懸窗 | 20.0 | 18.9 | 23.1 | 25.7 | 28.8 | 29.8 | 29.5 | 30.1 | 27.3 | 23.9 |
| 下懸窗 | 20.0 | 24.5 | 27.2 | 29.1 | 30.2 | 31.7 | 32.8 | 32.3 | 31.0 | 27.5 |
| 中懸窗 | 20.0 | 20.0 | 24.8 | 26.1 | 28.0 | 29.5 | 30.5 | 30.1 | 29.0 | 25.2 |
| 平開窗 | 20.0 | 19.0 | 22.0 | 26.1 | 27.2 | 28.0 | 29.5 | 28.3 | 27.1 | 23.5 |
| 室外溫度 | 20.0 | 22.1 | 29.2 | 32.7 | 35.2 | 36.2 | 38.2 | 34.1 | 33.0 | 25.2 |



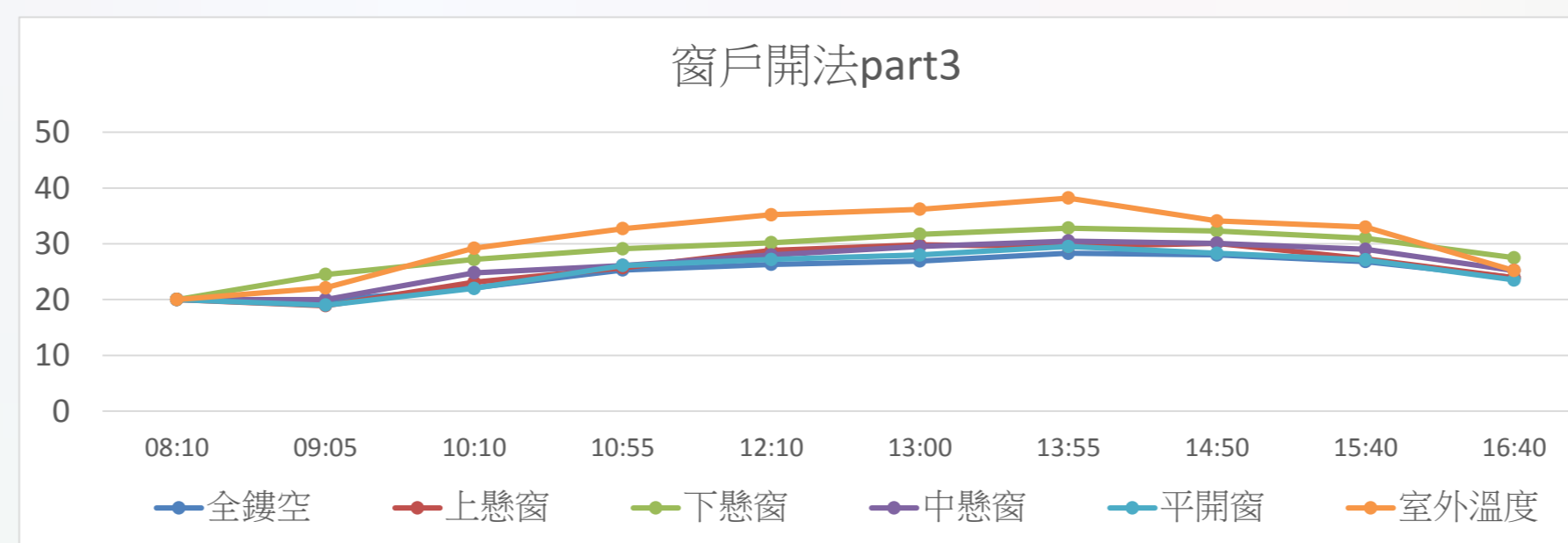
2. 窗戶開法part2

| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 全鏤空 | 20.1 | 19.1 | 22.3 | 24.8 | 26.1 | 27.1 | 27.9 | 27.8 | 27.5 | 26.8 |
| 中懸窗 | 20.1 | 22.4 | 25.7 | 28.2 | 29.9 | 30.7 | 31.1 | 30.1 | 30.1 | 29.1 |
| 上懸窗 | 20.1 | 21.3 | 24.2 | 26.1 | 28.8 | 29.3 | 30.8 | 29.7 | 29.9 | 29.2 |
| 平開窗 | 20.1 | 20.9 | 24.2 | 27.3 | 28.7 | 29.9 | 30.2 | 30.2 | 29.8 | 28.9 |
| 下懸窗 | 20.1 | 21.8 | 24.2 | 26.9 | 28.8 | 29.7 | 29.8 | 29.9 | 29.3 | 28.9 |
| 室外溫度 | 20.1 | 22.8 | 27.5 | 31.8 | 36.2 | 37.5 | 37.1 | 33.3 | 31.8 | 33.1 |



3. 窗戶開法part3

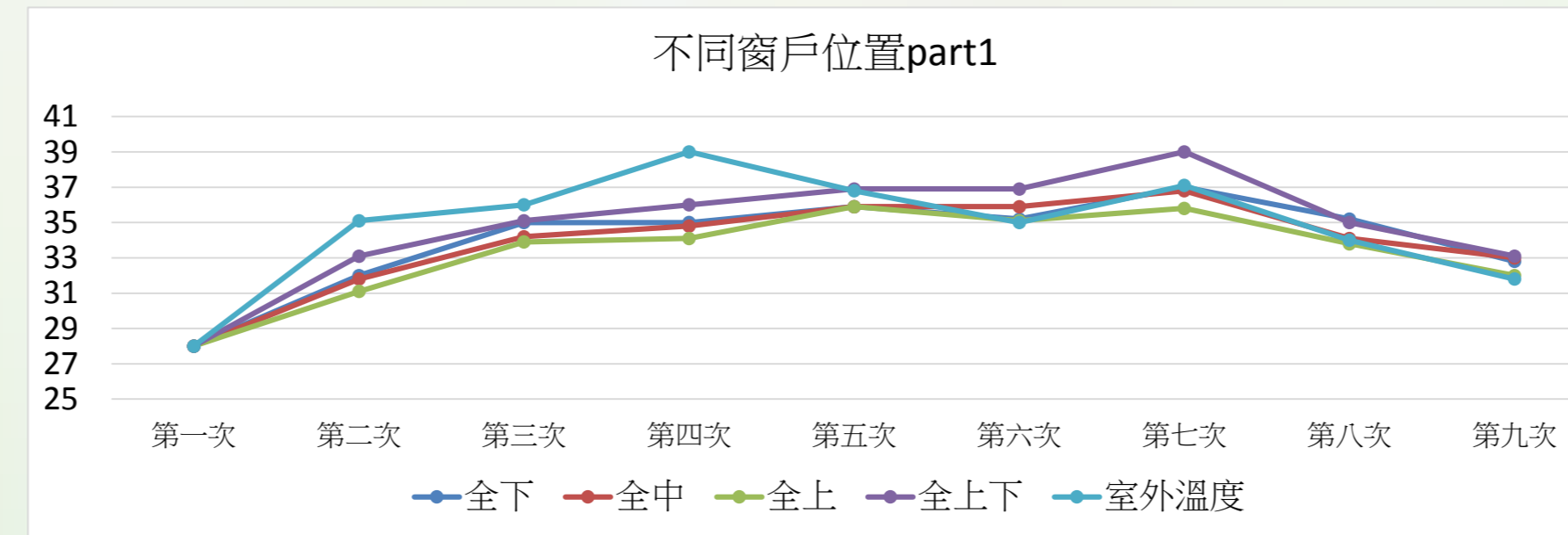
| | 第一次 08:10 | 第二次 09:05 | 第三次 10:10 | 第四次 10:55 | 第五次 12:10 | 第六次 13:00 | 第七次 13:55 | 第八次 14:50 | 第九次 15:40 | 第十次 16:40 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 上懸窗 | 28.4 | 25.9 | 28.2 | 26.1 | 25.5 | 26.0 | 26.1 | 27.7 | 25.0 | 23.0 |
| 平開窗 | 28.4 | 29.9 | 30.9 | 27.3 | 26.3 | 26.3 | 27.1 | 27.9 | 25.0 | 23.2 |
| 全鏤空 | 28.4 | 28.8 | 28.5 | 26.0 | 25 | 25.1 | 26.1 | 26.9 | 25.0 | 22.9 |
| 下懸窗 | 28.4 | 28.2 | 29.5 | 26.8 | 25.6 | 25.1 | 26.1 | 26.9 | 24.0 | 22.7 |
| 中懸窗 | 28.4 | 29.0 | 28.1 | 26.3 | 25.8 | 25.8 | 27.0 | 27.1 | 25.0 | 23.0 |
| 室外溫度 | 28.4 | 33 | 35.1 | 29.3 | 30.0 | 30.5 | 34.0 | 35.0 | 29.5 | 27.1 |



四、探討不同窗戶位置

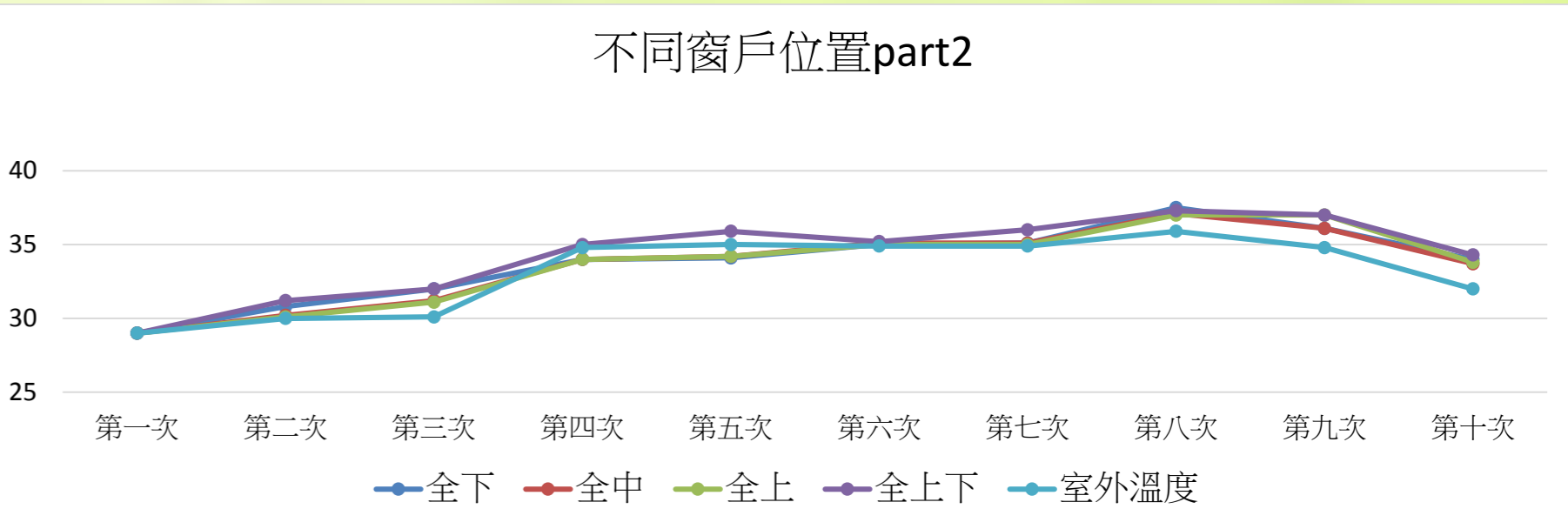
1. 窗戶位置part1

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 28.0 | 32.0 | 35.0 | 35.0 | 35.9 | 35.2 | 37.0 | 35.2 | 32.8 |
| 全中 | 28.0 | 31.8 | 34.2 | 34.8 | 35.9 | 35.9 | 36.8 | 34.1 | 33.0 |
| 全上 | 28.0 | 31.1 | 33.9 | 34.1 | 35.9 | 35.1 | 35.8 | 33.8 | 32.0 |
| 全上下 | 28.0 | 33.1 | 35.1 | 36.0 | 36.9 | 36.9 | 39.0 | 35.0 | 33.1 |
| 室外溫度 | 28.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 | 31.8 |



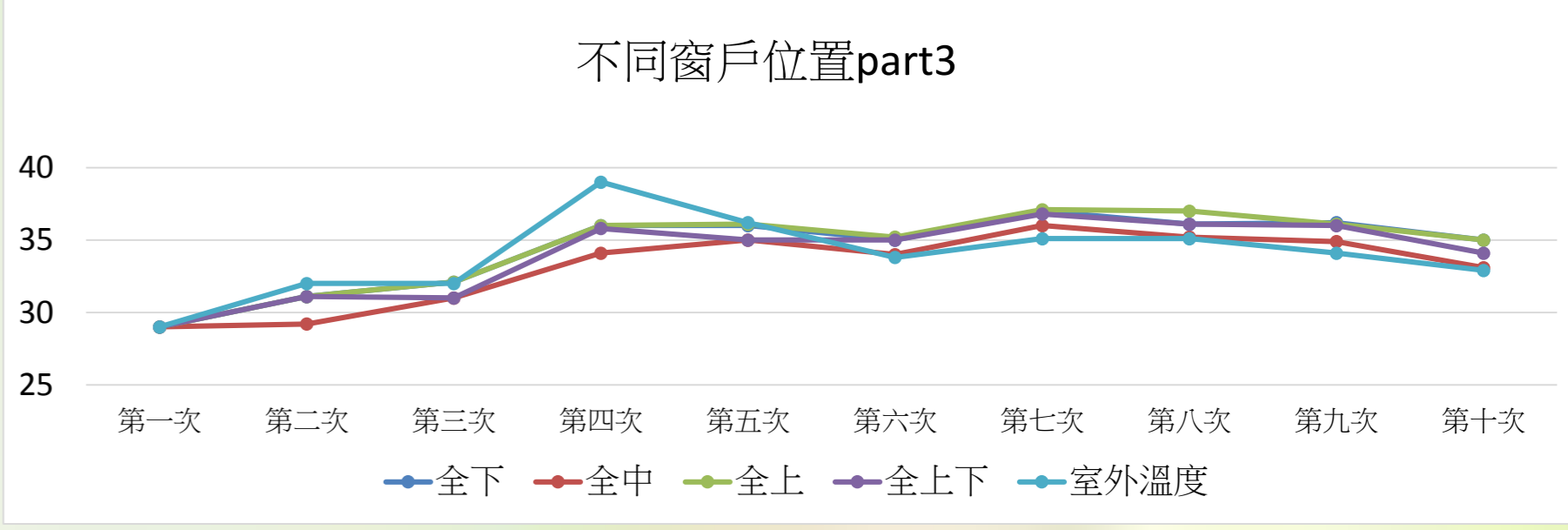
2. 窗戶位置part2

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 29.0 | 30.8 | 32.0 | 34.0 | 34.1 | 35.0 | 35.1 | 37.5 | 36.1 | 34.0 |
| 全中 | 29.0 | 30.2 | 31.2 | 34.0 | 34.2 | 35.1 | 35.1 | 37.1 | 36.1 | 33.7 |
| 全上 | 29.0 | 30.1 | 31.1 | 34.0 | 34.2 | 35.0 | 35.0 | 37.0 | 37.0 | 33.8 |
| 全上下 | 29.0 | 31.2 | 32.0 | 35.0 | 35.9 | 35.2 | 36.0 | 37.3 | 37.0 | 34.3 |
| 室外溫度 | 29.0 | 30.0 | 30.1 | 34.8 | 35.0 | 34.9 | 34.9 | 35.9 | 34.8 | 32.0 |



3. 窗戶位置part3

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全下 | 29.0 | 31.1 | 32.1 | 36.0 | 36.0 | 35.0 | 37.0 | 36.1 | 36.2 | 35.0 |
| 全中 | 29.0 | 29.2 | 31.0 | 34.1 | 35.0 | 34.0 | 36.0 | 35.2 | 34.9 | 33.1 |
| 全上 | 29.0 | 31.1 | 32.1 | 36.0 | 36.1 | 35.2 | 37.1 | 37.0 | 36.1 | 35.0 |
| 全上下 | 29.0 | 31.1 | 31.0 | 35.8 | 35.0 | 35.0 | 36.8 | 36.1 | 36.0 | 34.1 |
| 室外溫度 | 29.0 | 32.0 | 32.0 | 39.0 | 36.2 | 33.8 | 35.1 | 35.1 | 34.1 | 32.9 |



五、探討不同遮蔽物

1. 遮蔽物part1

| | 第一次 08:30 | 第二次 09:05 | 第三次 10:00 | 第四次 10:55 | 第五次 11:50 | 第六次 12:35 | 第七次 13:00 | 第八次 13:45 | 第九次 14:30 | 第十次 15:15 | 第十一次 16:00 |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 石頭 | 22.0 | 25.1 | 27.2 | 36.9 | 25.1 | 26.2 | 27.0 | 27.0 | 29.3 | 26.7 | 22.9 |
| 雙層 | 22.0 | 24.1 | 26.8 | 26.2 | 23.5 | 24.1 | 25.0 | 24.8 | 27.0 | 24.8 | 22.9 |
| 彩帶 | 22.0 | 25.0 | 26.1 | 25.7 | 24.5 | 25.2 | 25.9 | 25.4 | 27.9 | 24.7 | 23.0 |
| 鋁(六) | 22.0 | 24.1 | 31.9 | 30.0 | 20.1 | 24.0 | 26.5 | 27.0 | 29.0 | 26.7 | 24.1 |
| 保麗龍 | 22.0 | 25.9 | 27.2 | 26.1 | 24.1 | 25.0 | 25.8 | 25.8 | 27.3 | 24.1 | 23.1 |
| 鋁塑 | 22.0 | 25.1 | 28.0 | 26.1 | 19.5 | 25.1 | 25.9 | 26.9 | 27.8 | 25.2 | 23.1 |
| 棉 | 22.0 | 25.8 | 27.7 | 26.0 | 24.1 | 25.3 | 26.0 | 25.7 | 28.0 | 25.0 | 24.1 |
| 黑殼 | 22.0 | 25.5 | 27.5 | 25.9 | 24.3 | 25.4 | 26.0 | 26.5 | 28.5 | 25.6 | 23.1 |
| 鋁(中) | 22.0 | 25.5 | 27.1 | 26.1 | 24.7 | 25.2 | 25.9 | 26.1 | 28.0 | 25.1 | |

陸、討論

一、材質討論

- 我們原本預期木盒的隔熱效果最好，鐵盒效果最差。但從三次實驗數據來看，反而是紙盒的隔熱效果最佳，塑膠盒的隔熱效果最差，我們推測應是塑膠不易導熱，以至於在室內溫度升高時，室內的熱也不易導出。
- 鐵盒一般讓人有先入為主的觀念，認為一定是最熱的，但從數據中可看出鐵盒、木盒及紙盒在各時間點的溫度差異，約在1°C左右，其實差距不多，而在下午太陽西下及有風時反而是鐵盒的降溫效果最好，如再加上材料堅固程度及價格的考慮，難怪市面上有許多鐵皮屋。

二、顏色討論

- 我們預期白色的隔熱效果應是最好的，黑色隔熱效果最差，從三次的折線圖中，發現白色隔熱效果最佳，也另外發現紅色的隔熱效果跟白色差不多，是讓我們覺得較特別的地方，推測原因為，太陽光是由七種顏色組成，而紅色盒子可以反射紅光，可能也能將不可見光紅外線反射，導致溫度不會那麼快提升
- 實驗數據中，第二及第三次實驗室外溫度皆低於各顏色塑膠盒，原因為我們實驗的季節為冬天，正值太陽較弱，寒風較強的時候，造成這種結果。

三、窗戶開法討論

- 我們預期中懸窗的效果是最好的，因為它具有增加空氣對流的效果，又稱對流窗，但從實驗報告中得知，全鏤空窗的效果是最好的。
- 全鏤空窗的對流面積比較大，所以會有規律的對流，但全鏤空窗當下雨時，則有無法關閉的困擾，如需選擇全鏤空窗，則只能選擇相似的推拉窗，也就是我們目前房子最常使用的窗戶型態，缺點是有一半面積只能透光不透風。

四、窗戶位置討論

- 以我們學過的熱傳觀念，會認為降溫效果最好的為全上下(一側窗戶上開，另一側窗戶下開)為對熱對流最有幫助的設計，但從三次實驗的折線圖來看，可以看出，全中(輻側窗戶開在中間)及全上(兩側窗戶開在上面)的窗戶型態較佳，約低於全上下1°C左右。
- 全上及全中型態開窗降溫較佳的原因，推測為熱空氣在室內會自動上升，而室外的風吹進來正好將上方的熱空氣順勢帶出，造成此結果。

五、遮蔽物討論

- 整體來說，加裝遮蔽物後室溫至少都降低3~4°C左右，可發現遮蔽物對降低室溫是有所幫助的。
- 從兩次折線圖可發現各種遮蔽物的隔熱效果相差在1°C左右，差異不大，隔熱磚下層還有保麗龍可減少熱傳，黑垃圾袋會吸收輻射熱再由風帶走，鋁箔會反射輻射熱，白色保麗龍及紗布可減少吸收輻射熱，雙層盒子提供了一層空氣層降低熱傳，而彩帶則會適度反射熱輻射。

六、偏光片討論(小)part1

- 從三次實驗折線圖可以看出偏光片的降溫效果最好，約低於2°C，因此決定將實驗空間由保麗龍杯，放大到長24cm、寬16cm、高12cm的紙盒。
- 可發現偏光片上方的溫度高於塑膠片，應是偏光片黑色會吸收輻射熱，因此溫度較高，但不影響下方溫度。

七、偏光片討論(大)part2

- 將兩片偏光旋轉90°時，光線將無法通過，因此我們希望藉由偏光片濾光的效應，不讓光線進入室內造成室溫上升。
- 從三次研究結果中可看出裝設偏光片的盒子其室溫大約低於透明塑膠片4°C，若是在更炎熱的天氣，溫度甚至會相差到10°C，顯示偏光片隔熱效果佳，符合我們的推論。
- 額外我們再將偏光片作遮蔽物去觀察，發現將偏光片作遮蔽物的效果比直接當室內屋頂要好，應該是因為以偏光片作為遮蔽物時，偏光片與屋頂還有隔5公分的距離，藉由風的流動可以將偏光片上的熱帶走，使的溫度不會傳到房子內部。
- 目前有需多建築為求能引進太陽光，而採玻璃建築，若改以偏光片作屋頂，其優點是藉由旋轉偏光片可控制進入室內的光線量，一是可作調節光線減少使用電燈，二是可以隔熱，我們認為對於節約能源也是一大幫助。

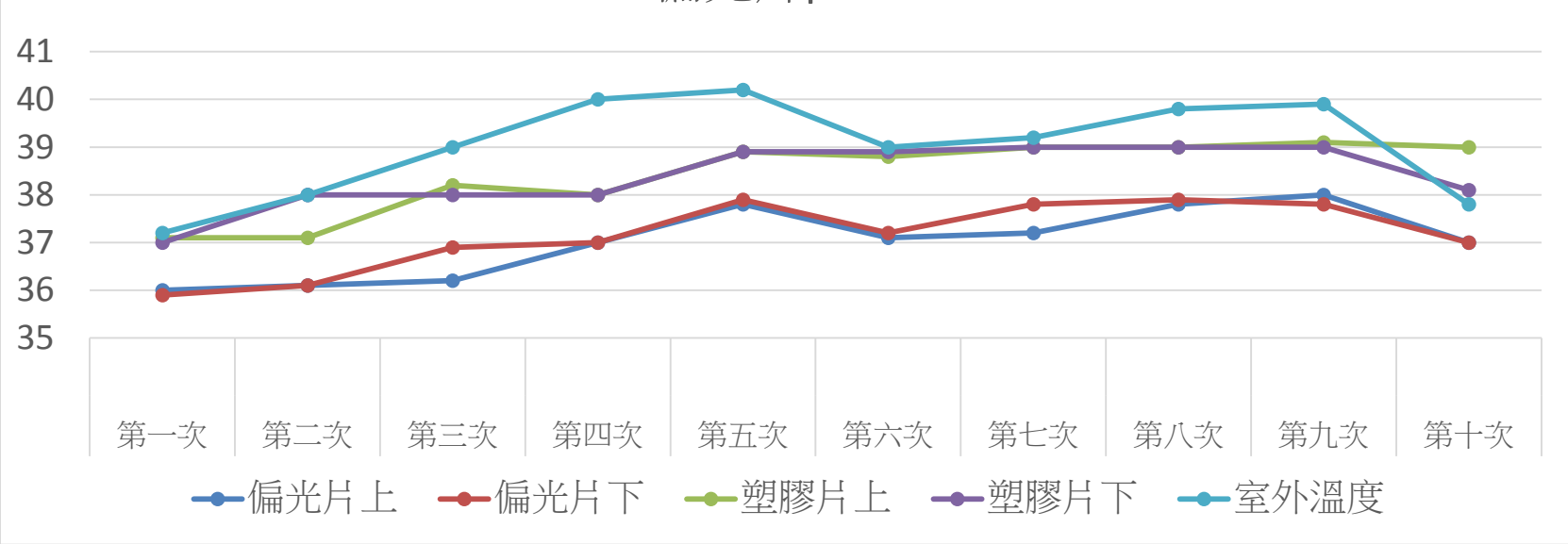
八、體感溫度討論

- 對大部分人而言，偏光片是比較涼的，而塑膠片是比較熱的，從數據可以發現，認為偏光片比較涼的有69.84%，應證偏光片是可以防止光線透進屋內，不會導致溫度升高。
- 目前夏天大家覺得熱就會需要開冷氣造成能源消耗，若偏光片能讓人覺得涼爽，將有機會降低冷氣使用量。

柒、結論

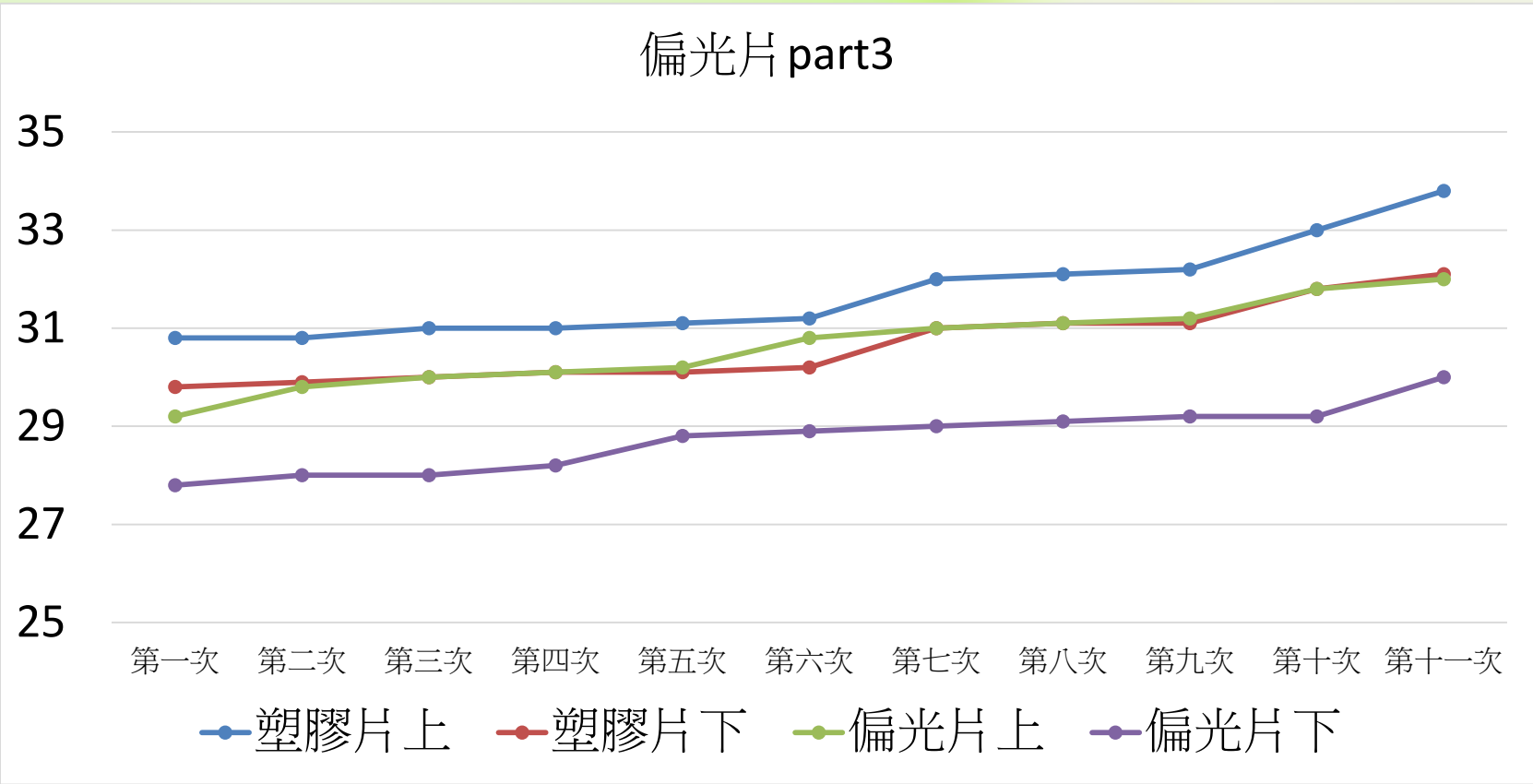
- 不同材質對室內溫度的影響發現，紙盒的隔熱效果最佳，塑膠盒的隔熱效果最差，除塑膠盒外，盒子平均皆可將室外溫度降4°C。
- 不同顏色對室內溫度的影響可發現，白色隔熱效果最佳，而黑、灰、綠、藍隔熱效果較差，另外也發現紅色的隔熱效果跟白色差不多。
- 不同窗戶開法對室內溫度的影響可發現，全鏤空窗的效果最好，與其他開窗方式溫差約2°C，而其餘開窗方式效果則差不多，皆在±1°C左右。
- 實驗發現綠建築常用的對流窗對降低室溫並非最佳選擇。
- 不同遮蔽物對室內溫度的影響可發現，加裝遮蔽物後室溫至少都降低3~4°C左右，各種遮蔽物的隔熱效果相差在1°C左右，差異不大，如需實際應用各項材料，則要再考慮材料的耐用程度。
- 偏光片的隔熱效應相較於透明塑膠片是有效的，溫差可從4°C~10°C，如能增加偏光片對環境的耐用度，將更加適合應用。
- 偏光片的人體體感測試中發現約70%的人認為偏光片溫度是較低的，能降低冷氣使用。
- 隔熱最佳變因為，白色、全鏤空窗、戶採兩側上方窗戶開啟及遮蔽物視情況決定使用，而如需節約能源則可考慮使用偏光片隔熱。各項隔熱降溫效果並非是簡單的加乘，需做綜合性的判斷，本實驗希望能在自然且減少能源消耗的情形下降低溫度，為愛護地球盡一份心力。

偏光片 part2



3. 偏光片(小)part3

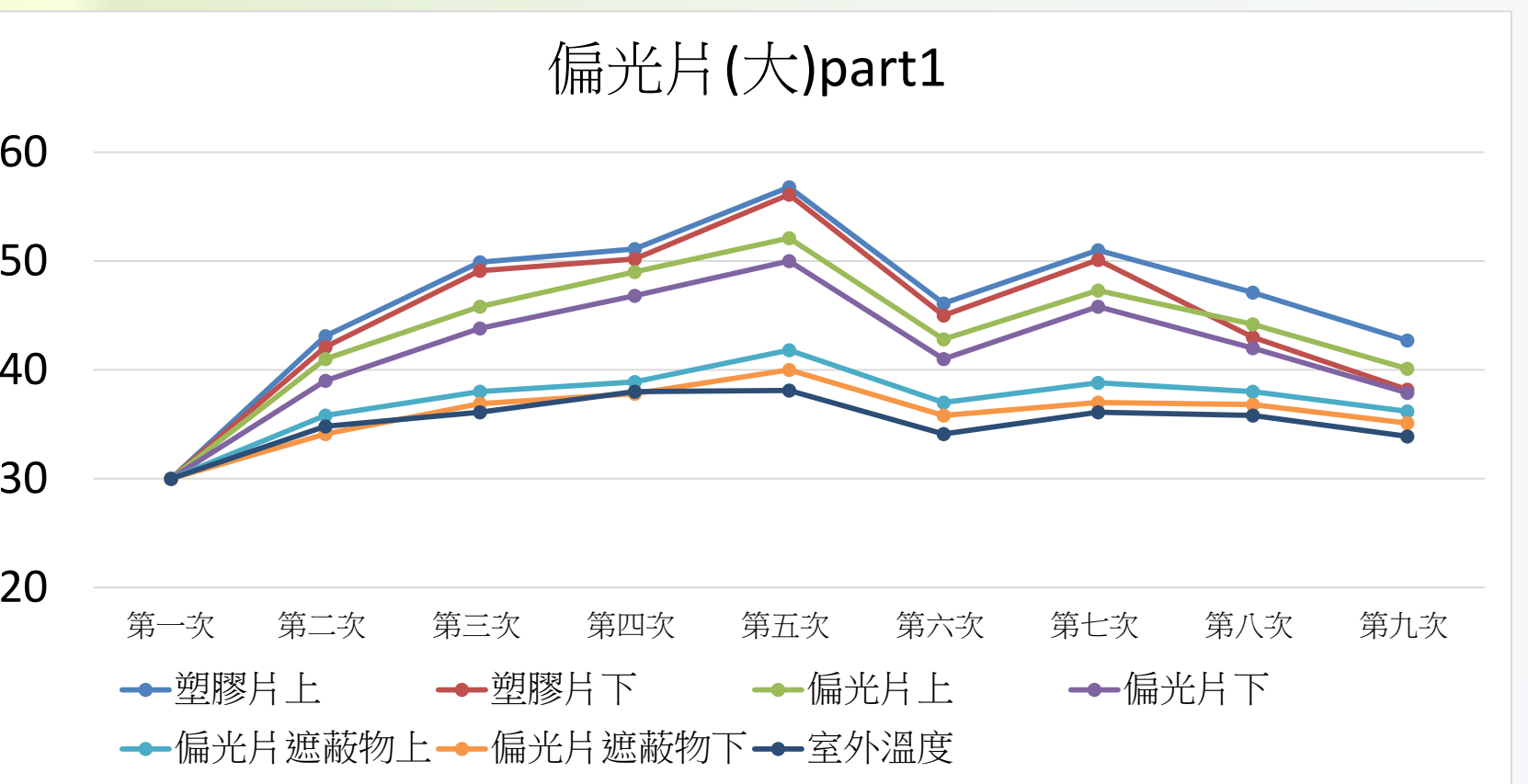
| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 | 第十次 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.8 | 30.8 | 31.0 | 31.0 | 31.1 | 31.2 | 32.0 | 32.1 | 32.2 | 33.0 |
| 塑膠片下 | 29.8 | 29.9 | 30.0 | 30.1 | 30.1 | 30.2 | 31.0 | 31.1 | 31.1 | 31.8 |
| 偏光片上 | 29.2 | 29.8 | 30.0 | 30.1 | 30.2 | 30.8 | 31.0 | 31.1 | 31.2 | 31.8 |
| 偏光片下 | 27.8 | 28.0 | 28.0 | 28.2 | 28.8 | 28.9 | 29.0 | 29.1 | 29.2 | 29.2 |



七、探討偏光片(大)

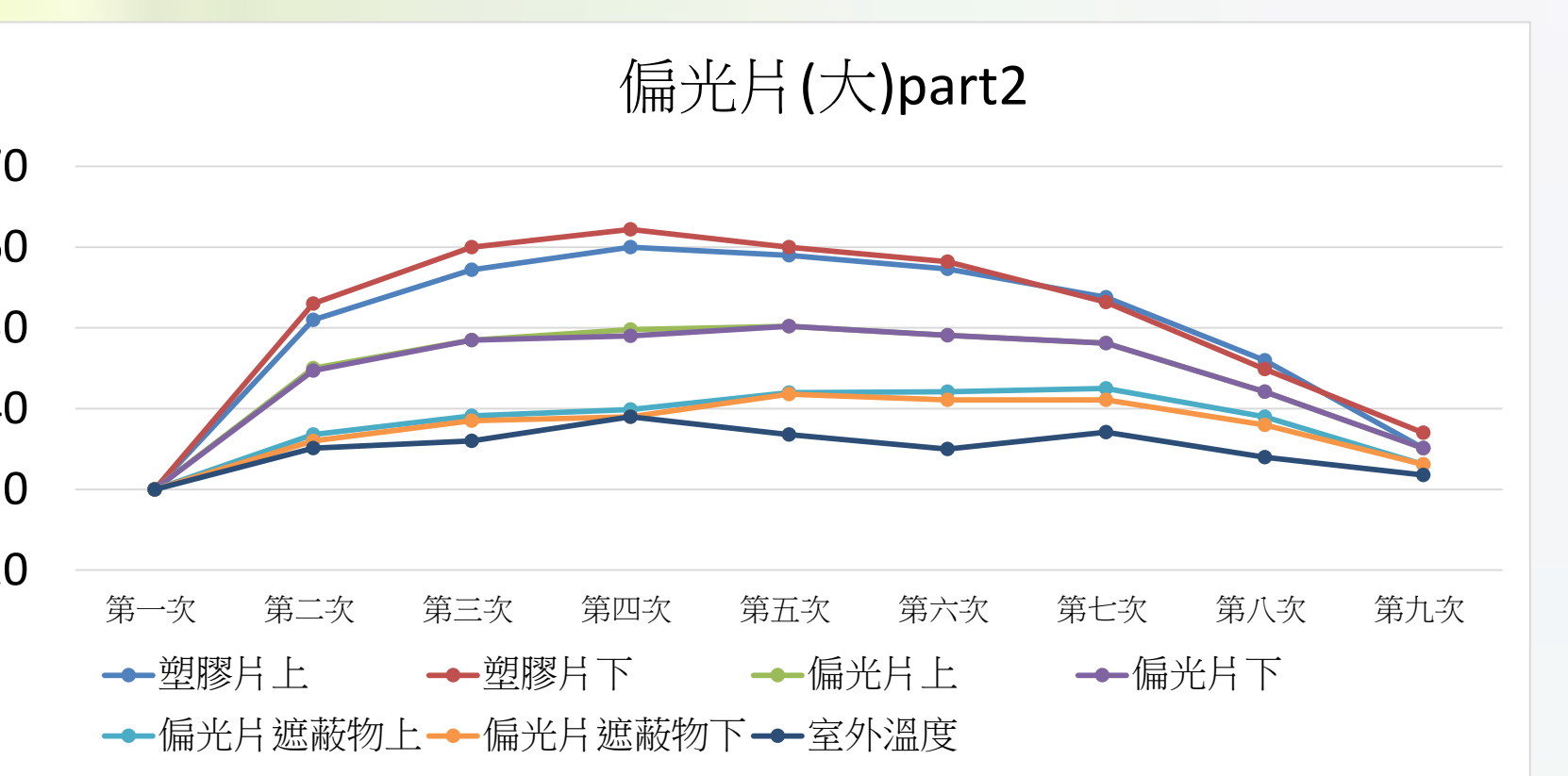
1. 偏光片(大)part1

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 43.1 | 49.9 | 51.1 | 56.8 | 46.1 | 51.0 | 47.1 | 42.7 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 42.1 | 49.1 | 50.2 | 56.1 | 45.0 | 50.1 | 43.0 | 38.2 |
| 偏光片上 | 30.0 | 41.0 | 45.8 | 49.0 | 52.1 | 42.8 | 47.3 | 44.2 | 40.1 |
| 偏光片下 | 30.0 | 39.0 | 43.8 | 46.8 | 50.0 | 41.0 | 45.8 | 42.0 | 37.9 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 35.8 | 38.0 | 38.9 | 41.8 | 37.0 | 38.8 | 38.0 | 36.2 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 34.1 | 36.9 | 37.8 | 40.0 | 35.8 | 37.0 | 36.8 | 35.1 |
| 室外溫度 | 30.0 | 34.8 | 36.1 | 38.0 | 38.1 | 34.1 | 36.1 | 35.8 | 33.9 |



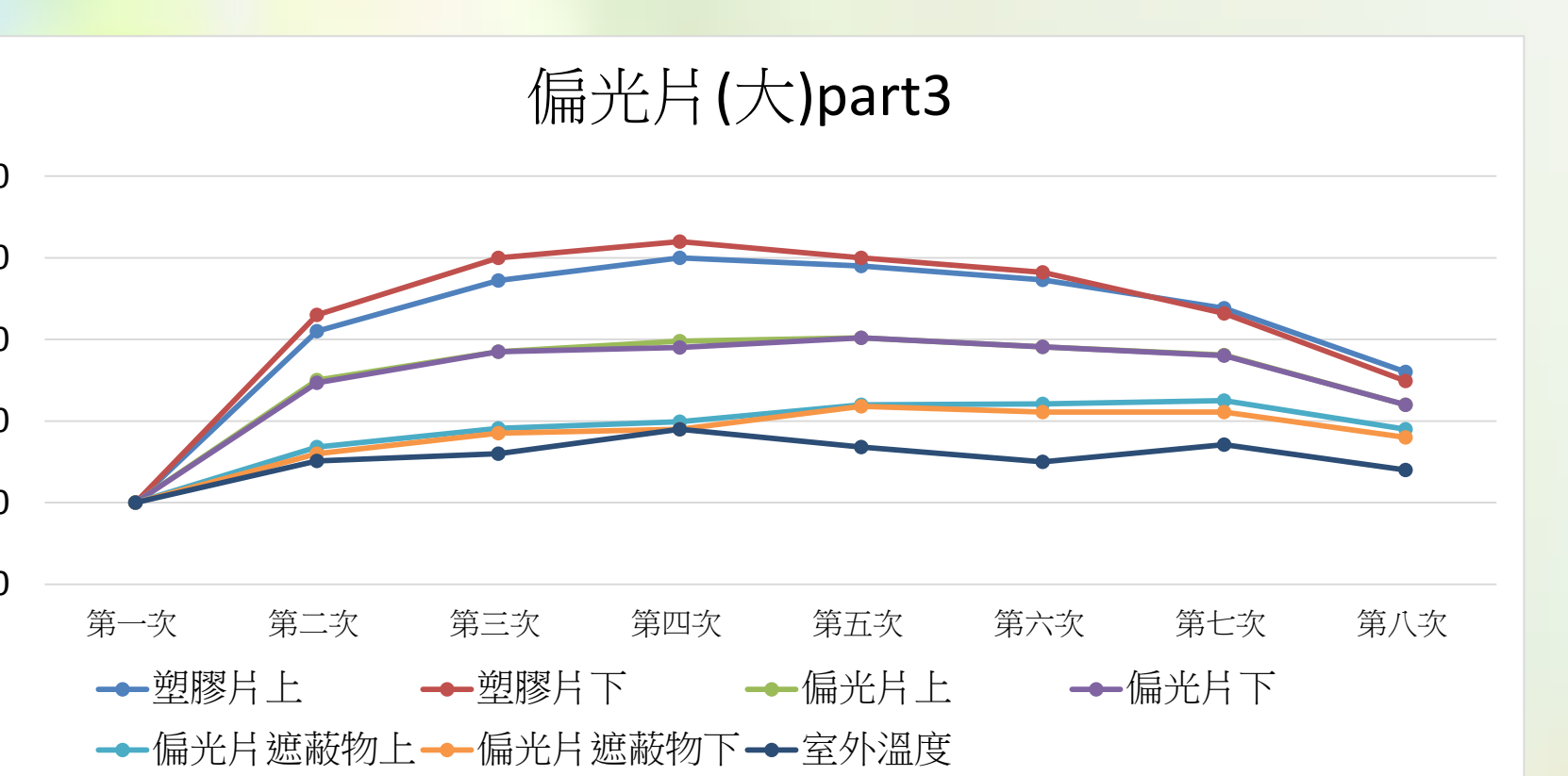
2. 偏光片(大)part2

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 | 第九次 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 51.0 | 57.2 | 60.0 | 59.0 | 57.3 | 53.8 | 46.0 | 35.1 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 53.0 | 60.0 | 62.2 | 60.0 | 58.2 | 53.2 | 44.9 | 37.0 |
| 偏光片上 | 30.0 | 45.0 | 48.5 | 49.8 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.1 | 35.1 |
| 偏光片下 | 30.0 | 44.7 | 48.5 | 49.0 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.1 | 35.1 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 36.8 | 39.1 | 39.9 | 42.0 | 42.1 | 42.5 | 39.0 | 33.1 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 36.0 | 38.5 | 39.0 | 41.8 | 41.1 | 41.1 | 38.0 | 33.1 |
| 室外溫度 | 30.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 | 31.8 |



3. 偏光片(大)part3

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 塑膠片上 | 30.0 | 51.0 | 57.2 | 60.0 | 59.0 | 57.3 | 53.8 | 46.0 |
| 塑膠片下 | 30.0 | 53.0 | 60.0 | 62.0 | 60.0 | 58.2 | 53.2 | 44.9 |
| 偏光片上 | 30.0 | 45.0 | 48.5 | 49.8 | 50.2 | 49.1 | 48.1 | 42.0 |
| 偏光片下 | 30.0 | 44.7 | 48.5 | 49.0 | 50.2 | 49.1 | 48.0 | 42.0 |
| 偏光片遮蔽物上 | 30.0 | 36.8 | 39.1 | 39.9 | 42.0 | 42.1 | 42.5 | 39.0 |
| 偏光片遮蔽物下 | 30.0 | 36.0 | 38.5 | 39.0 | 41.8 | 41.1 | 41.1 | 38.0 |
| 室外溫度 | 30.0 | 35.1 | 36.0 | 39.0 | 36.8 | 35.0 | 37.1 | 34.0 |



八、探討偏光片的體感溫度

| | 偏光片較熱 | 塑膠片較熱 | 都一樣熱 | 總人數 |
|-----|--------|--------|-------|------|
| 人數 | 46人 | 132人 | 11人 | 189人 |
| 百分比 | 24.33% | 69.84% | 5.82% | |