

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080119

玩顏色調溫度

學校名稱：臺中市烏日區九德國民小學

作者： 小六 洪鈺翔 小六 陳奕翔 小六 陳睿妍 小六 陳冠廷	指導老師： 洪盟財 張恬綺
---	---------------------

關鍵詞：顏色、溫度、明亮度

玩顏色調溫度

摘要

面對地球暖化及夏天的炎熱，除了開冷氣，有沒有其他方式可以降溫呢？我們以三個研究過程來了解顏色與溫度上升間的關係，首先我們以紅外線溫度計實測學校球場和跑道，得知相同材質但不同顏色的地面，在陽光曝曬下溫度確實有差異。緊接著我們進行以紅外線溫度計量測各種常見顏色及同色系不同明亮度的紙張，得知顏色色相及明亮度與溫度變化有顯著的相關性。最後我們以各種顏色及同色系不同明亮度的紙張密封保麗龍盒頂部，模擬觀測太陽曝曬下室內溫度的變化，並自製氣體溫度計用於量測密閉空間中的溫度變化，得知密閉保麗龍盒內部溫度變化與其頂部密封紙張的色彩色相及明亮度均呈現顯著的相關性。

壹、 研究動機

可能由於地球暖化的關係，今年的夏天特別炎熱，班上有些同學的家住在頂樓，在炙熱的太陽烘烤下，室內的溫度上升的很快，令人燠熱難當，一直開冷氣的話又會加劇地球暖化的惡性循環！是不是有更好的方法降低頂樓吸熱的程度呢？在五上曾上過第三單元熱對物質的影響，其中介紹熱的傳播中說不同顏色對太陽輻射熱的吸收不一樣，當時我們做過黑與白兩色的比較，的確大有不同；這單元最後延伸閱讀介紹節能的房子，要減少輻射的吸收可利用白色或淺色外牆來降低輻射熱的吸收，這引起了我們的好奇心，顏色與吸熱程度真的有關聯性嗎？如果將頂樓漆成比較不吸熱的顏色是否能降低室內溫度呢？到底何種顏色最容易吸熱，哪一些又不容易吸熱？在好奇心的驅使下，啟發了我們的研究動機，於是我們毅然決然的與同學組成研究小組並請老師指導，共同研究、破解這令人難以了解的謎團。

貳、 研究目的

- 一、探究相同材質不同顏色的物質吸熱程度的差異
- 二、探究相同材質的物質顏色明亮度對吸熱程度的影響
- 三、探究顏色色相及明亮度對密閉空間內溫度的影響

參、 研究設備及器材

實驗器材：各種顏色 A4 粉彩紙、A4 丹迪紙、彩色雷射影印機、紅外線溫度計、數位溫度計、錐形瓶、透明玻璃管、橡皮塞、紅墨水、碼表、保麗龍盒、凡士林

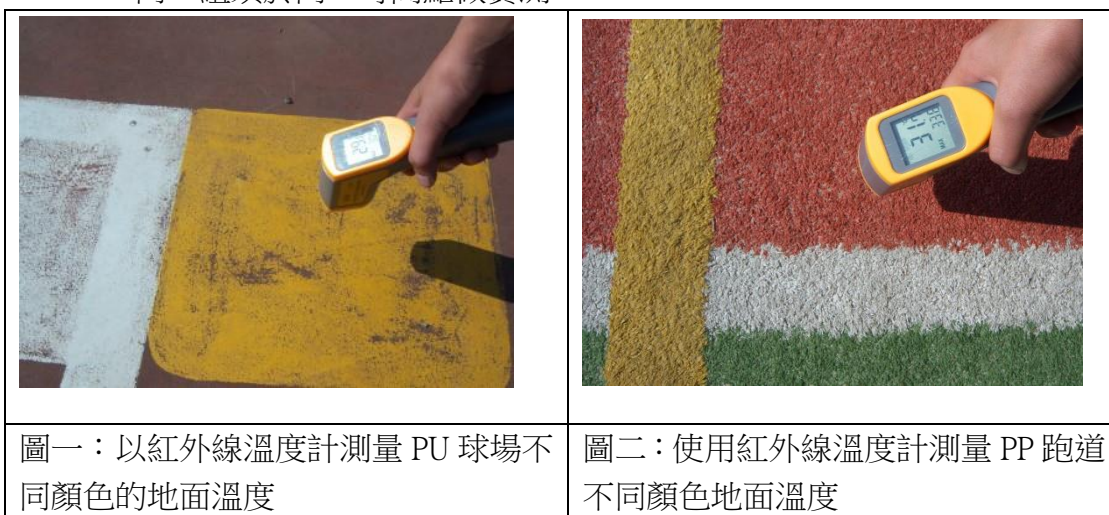
肆、 研究過程或方法

為了一一解開上面的疑問，我們設計了一連串的實驗，實際觀察測試相同材質不同顏色的物質吸熱程度的差異，並以實驗裝置設計模擬太陽照射房子不同顏色頂樓樓板，比較室內溫度上升的情形，希望能藉由實驗尋找出適合應用在房子頂樓隔熱的方式並瞭解顏色與吸熱程度間的關係。

- 一、研究過程一：探究相同材質不同顏色的物質吸熱程度的差異

(一)、研究方法(一):實際觀測校園中相同材質不同顏色的物質吸熱程度的差異性

- 1、 實驗說明: 我們想知道校園中球場 PU 地面、操場 PP 跑道在陽光曝曬下,不同顏色的區域溫度是否有差異?所以進行了實驗。為了取得這些區域在陽光曝曬下的表面溫度,我們準備了紅外線溫度計。
- 2、 實驗假設:
 - (1)、球場 PU 地面不同顏色的區域在陽光曝曬下溫度會有不同。
 - (2)、操場 PP 跑道不同顏色的區域在陽光曝曬下溫度會有不同。
- 3、 實驗組別: (1)、球場 PU 地面組。(2)、操場 PP 跑道組。
- 4、 操作變項: 不同的顏色。
- 5、 控制變項: 同一組材質及時間(曝曬陽光的時間)要相同。
- 6、 實驗器材: 紅外線溫度計
- 7、 實驗方法: 使用紅外線溫度計實測各組別不同區域顏色在陽光曝曬下的表面溫度,每種區域顏色實測三次,取其平均值。各組分開實測,同一組須於同一時間點做實測。








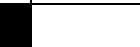


(二)、研究方法(二):以實驗實測各種顏色的紙張在陽光曝曬下,表面溫度變化的情形

- 1、 實驗說明: 我們想知道常見的各種顏色紙張在陽光曝曬下,吸熱程度是否有差異?所以進行了實驗。為了取得這些紙張在陽光曝曬下的表面溫度,我們準備了紅外線溫度計(紅外線感溫槍),對坊間常見的紅、橙、黃、綠、藍、紫、黑、白等八種顏色的粉彩紙以及 Microsoft Word2010 製作列印的紅、橙、黃、綠、藍、紫、黑、白等八種顏色的丹迪紙,分組作紙張曝曬陽光的表面溫度測試,並以 2 分鐘為間隔紀錄觀察其溫度的變化情形。
- 2、 實驗假設:
 - (1)、各種不同顏色的紙張在陽光曝曬下,表面溫度會隨著時間而升高。
 - (2)、各種不同顏色的紙張在陽光曝曬下,表面溫度會有差異。

- 3、 實驗組別：(1)、坊間粉彩紙組。(2)、Word 列印丹迪紙組。
- 4、 操作變項：不同的顏色。
- 5、 控制變項：同一組相同材質及時間(曝曬陽光的時間)要相同。
- 6、 實驗器材：粉彩紙，丹迪紙、彩色雷射影印機、紅外線溫度計、數位溫度計、保麗龍板。
- 7、 Word 列印丹迪紙製作：
 - (1)、利用 Microsoft Office Word2010 與彩色雷射影印機分別製作列印出不同色相的色紙紅、橙、黃、綠、藍、紫、黑、白各一張。
 - (2)、色紙 HSL 及 RGB 值：

表一：八種常見顏色 HSL 與 RGB 色碼表

顏色	紅色	橙色	黃色	綠色	藍色	紫色	黑色	白色
顏色								
HSL	0.255.128	27.255.128	42.255.128	85.255.64	170.255.128	213.255.64	170.0.0	170.0.255
RGB	255.0.0	255.165.0	255.255.0	0.128.0	0.0.255	128.0.128	0.0.0	255.255.255



圖三：利用 Microsoft Office Word2010 填色工具之 HSL 值調出實驗用紙色彩

- 8、 實驗方法：將紙張貼於保麗龍板上以隔絕地面熱傳導，使用紅外線溫度計實測各組別不同顏色的紙張在陽光曝曬下的表面溫度，每隔 2 分鐘測試一次並做記錄，觀察其溫度的差異及變化，比較平均溫度的差異及排序。各組分開實測，同一組須於同一時間點做實測。



圖四：紙張貼於保麗龍板上曝曬陽光



圖五：使用紅外線溫度計實測不同顏色紙張表面溫度



















二、研究過程二：探究相同材質的物質顏色明亮度對吸熱程度的影響

- (一)、研究方法：以實驗實測紅、黃、藍三種色系各分成六種色彩明亮度的紙張

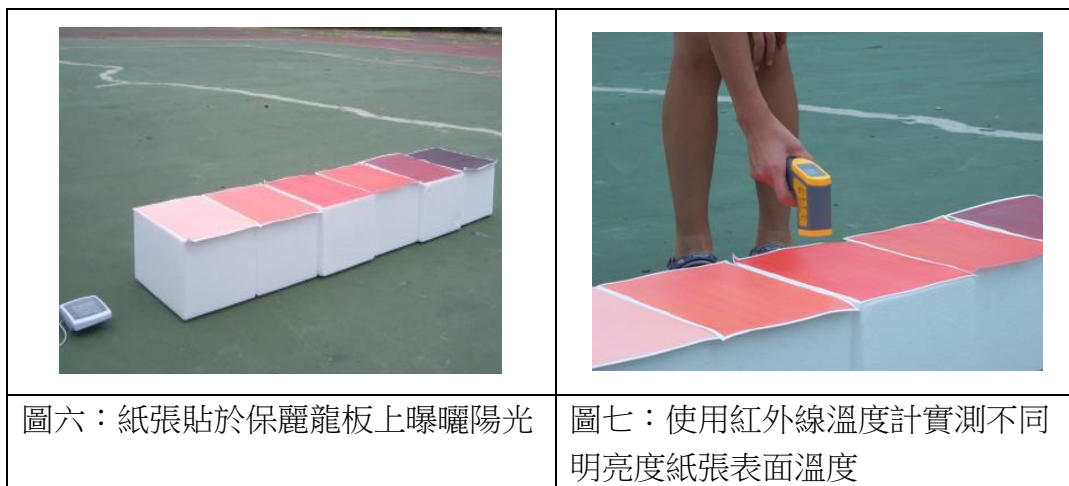
在陽光曝曬下，表面溫度變化的情形。

- 1、 實驗說明: 我們想知道相同色系不同明亮度的紙張在陽光曝曬下,吸熱程度是否有差異?所以進行了實驗。為了取得這些紙張在陽光曝曬下的表面溫度,我們準備了紅外線溫度計(紅外線感溫槍),對以 Microsoft Word2010 製作列印的相同色系不同明亮度的丹迪紙,分組作紙張曝曬陽光的表面溫度測試,並以 2 分鐘為間隔紀錄觀察其溫度的變化情形。
- 2、 實驗假設:
 - (1)、相同色系不同明亮度的紙張在陽光曝曬下,表面溫度會隨著時間而升高。
 - (2)、相同色系不同明亮度的紙張在陽光曝曬下,表面溫度會有差異。
- 3、 實驗組別:(1)、紅色系組。(2)、黃色系組。(3)、藍色系組。
- 4、 操作變項:不同的色彩明亮度。
- 5、 控制變項:同一組相同色系相同材質及時間(曝曬陽光的時間)要相同。
- 6、 實驗器材:丹迪紙、彩色雷射影印機、紅外線溫度計、數位溫度計、保麗龍板。
- 7、 Word 列印丹迪紙製作:
 - (1)、利用 Microsoft Office Word2010 與彩色雷射影印機分別製作列印出同色系不同明亮度的色紙紅色系、黃色系、藍色系三組各六張。
 - (2)、色紙 HSL 及 RGB 值:

表二：漸層明亮度紅黃藍三種色系 HSL 與 RGB 色碼表

顏色						
HSL	0.255.36	0.255.72	0.255.108	0.255.144	0.255.180	0.255.216
RGB	72.0.0	144.0.0	216.0.0	255.33.33	255.105.105	255.177.177
顏色						
HSL	42.255.36	42.255.72	42.255.108	42.255.144	42.255.180	42.255.216
RGB	74.72.0	147.144.0	221.216.0	255.255.33	255.255.105	255.255.177
顏色						
HSL	170.255.36	170.255.72	170.255.108	170.255.144	170.255.180	170.255.216
RGB	0.0.72	0.0.144	0.0.216	33.33.255	105.105.255	177.177.255

- 8、 實驗方法:將紙張貼於保麗龍板上以隔絕地面熱傳導,使用紅外線溫度計實測各組別不同顏色的紙張在陽光曝曬下的表面溫度,每隔 2 分鐘測試一次並做記錄,觀察其溫度的差異及變化,比較平均溫度的差異及排序。各組分開實測,同一組須於同一時間點做實測。



三、研究過程三：探究顏色對密閉空間內溫度的影響

由於接下來的實驗必須測試密閉空間的溫度變化，而且對細微的溫度變化及差異也要能立即反應，所以我們想到五上自然科課本第三單元熱對物質的影響提到物質體積的改變中，利用錐形瓶裝紅色水遇熱玻璃管的水位會上升，依此實驗裝置的原理自製氣體溫度計，並進行氣體溫度計可行性的探究。

(一)、氣體溫度計的製作：

- 1、訂製長度 45 公分，管徑 0.8 公分之透明玻璃管。
- 2、將玻璃管插入鑽孔的橡皮塞，並用凡士林密封插口。
- 3、將每瓶容積 250ml 的玻璃瓶倒入 125ml 的紅墨水。
- 4、將橡皮塞塗上凡士林塞緊瓶口，讓玻璃管沒入水面下約 3 公分。



圖八：製作完成氣體溫度計八瓶

(二)、探討氣體溫度計可行性：

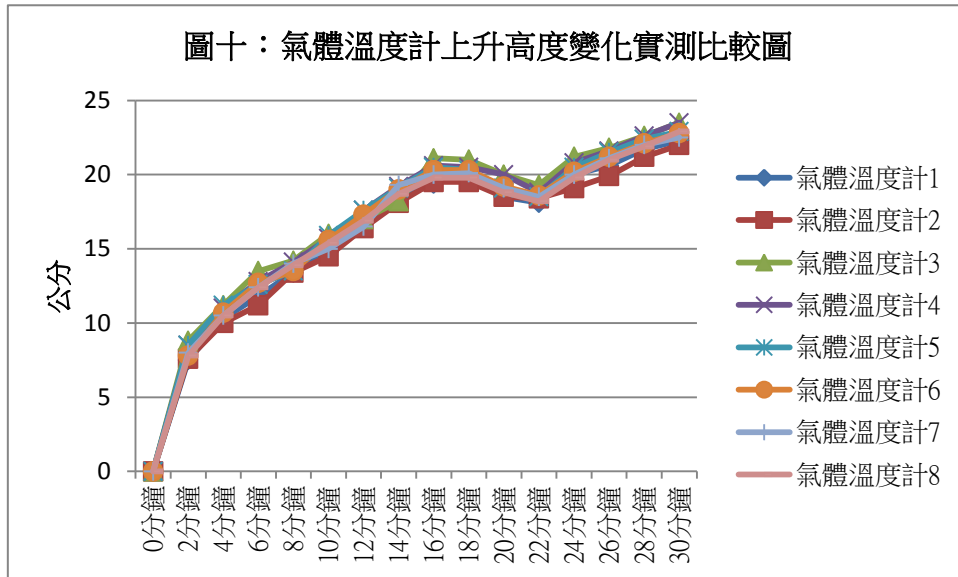
將八瓶氣體溫度計於中午 12:40~13:10 置於保麗龍盒中並放在太陽光下曝曬，每兩分鐘記錄一次每瓶上升的高度，觀測 30 分鐘並將數據做成溫度變化折線圖，其結果如下：



表三：氣體溫度計(量測時間：102年10月14日12:50，氣溫31.9℃)

單位:公分

	氣體溫度計 1	氣體溫度計 2	氣體溫度計 3	氣體溫度計 4	氣體溫度計 5	氣體溫度計 6	氣體溫度計 7	氣體溫度計 8
0 分鐘	0	0	0	0	0	0	0	0
2 分鐘	7.5	7.6	8.8	8.5	8.5	7.8	8	7.8
4 分鐘	10.3	10	11.2	11	11.2	10.7	10.5	10.5
6 分鐘	11.8	11.2	13.5	12.8	12.6	12.7	12.4	12.4
8 分鐘	13.4	13.4	14.2	14.1	13.5	13.5	14	13.9
10 分鐘	14.8	14.5	16	15.7	15.9	15.6	15	15.4
12 分鐘	16.7	16.4	17	17.6	17.6	17.3	16.5	16.9
14 分鐘	18.4	18.1	18.2	19.2	19.1	19	19.3	18.7
16 分鐘	19.4	19.5	21.1	20.6	20.5	20.3	20	19.8
18 分鐘	20.3	19.5	21	20.5	20.3	20.3	20.1	19.8
20 分鐘	18.5	18.5	20	20	19.1	19.2	19.1	18.8
22 分鐘	18.1	18.4	19.3	18.8	18.5	18.6	18.5	18.2
24 分鐘	20	19.1	21.2	20.8	20.5	20.2	20	19.8
26 分鐘	20.6	19.9	21.8	21.6	21.5	21.2	21.1	21
28 分鐘	21.7	21.2	22.6	22.6	22.4	22.1	22	21.9
30 分鐘	22.3	22	23.5	23.5	22.9	22.8	22.5	22.9
平均高度	15.9	15.6	16.8	16.7	16.5	16.3	16.2	16.1

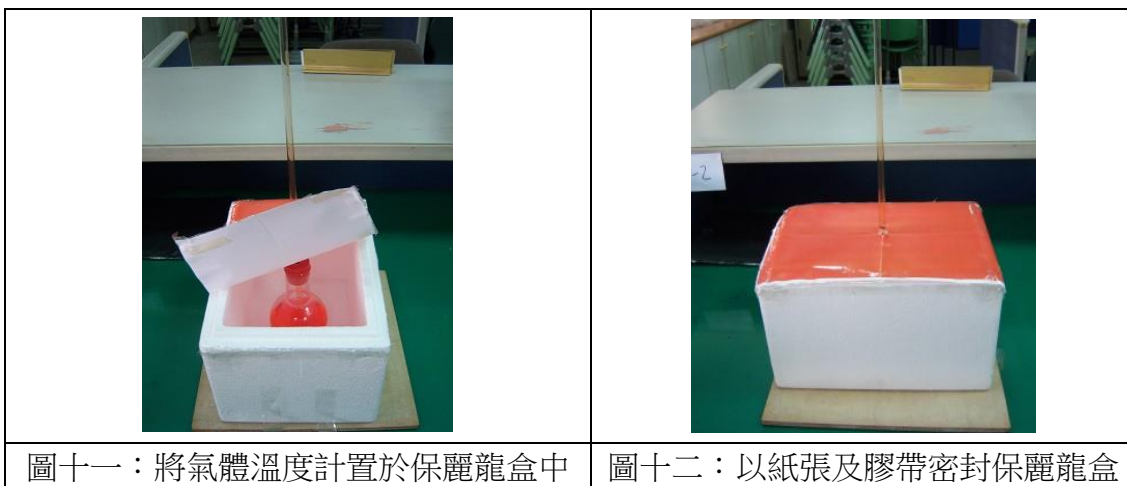


由實驗得知自行設計之氣體溫度計平均上升高度誤差在 1.1 公分範圍之內，由圖十：氣體溫度計上升高度變化實測比較圖得知氣體溫度計對溫度變化的反應具有一致性，應可拿來作為後續實驗中觀察密閉保麗龍盒中溫度變化的實驗工具。

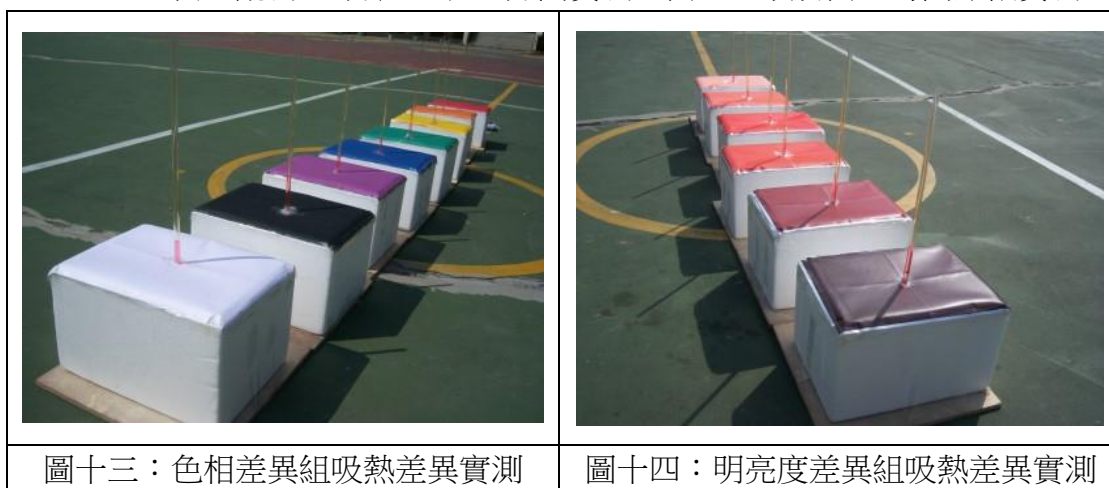
(一)、研究方法一：以實驗實測用各種顏色的紙張密封的保麗龍盒在陽光曝曬下，盒內溫度變化的情形

1、實驗說明：我們想知道顏色對密閉空間內溫度的影響？所以設計了這個實驗。

- (1)、以保麗龍盒隔絕外部溫度變因的影響，並用坊間常見不同顏色的粉彩紙將保麗龍盒密封起來，模擬房屋頂樓受太陽曝曬的情形。
- (2)、為了取得這些密封的保麗龍盒內部溫度的變化，我們將自製的氣體溫度計密封於保麗龍盒中只露出透明玻璃管，方便觀測。
- (3)、針對密封紙張色相及明亮度，分組作密封的保麗龍盒內部溫度的變化測試，並以 2 分鐘為間隔紀錄觀察其自製氣體溫度計紅墨水上升或下降變化情形，用以推測密封的保麗龍盒內部溫度變化的情形。
- (4)、因自製氣體溫度計有精密度不足的疑慮，為了彌補測量儀器所造成的誤差，每組實驗進行三次並取其平均值再進行分析比較。
- (5)、實驗裝置如下圖：



- 2、 實驗假設：(1)、以不同色相紙張密封的保麗龍盒在陽光曝曬下內部溫度會有不同。(2)、以不同明亮度紙張密封的保麗龍盒在陽光曝曬下內部溫度會有不同。
- 3、 實驗組別：(1)、色相差異組。(2)、明亮度差異組。
- 4、 操作變項：(1)、色相差異組：不同的色相。(2)、明亮度差異組：不同的明亮度。
- 5、 控制變項：同一組材質及時間(曝曬陽光的時間)要相同。
- 6、 實驗器材：自製氣體溫度計、保麗龍盒、不同色相的粉彩紙、不同明亮度的列印丹迪紙、數位溫度計、列印裱褙直尺
- 7、 實驗方法：使用自製氣體溫度計實測各組別之保麗龍盒在陽光曝曬下，觀察自製氣體溫度計紅墨水上升或下降高度的變化，每兩分鐘記錄一次，觀測 30 分鐘。各組分開實測，同一組須於同一時間點做實測。



伍、 研究結果

一、 研究過程一之研究結果：

(一)、 研究方法一實驗結果：

表四：球場 PU 地面組(地點：中庭球場，量測時間：102 年 6 月 30 日 8:30)

單位:°C

	白	黃	綠	紅
第 1 次	38	40	41.9	41.7
第 2 次	37	38.7	39.8	39.3
第 3 次	37.9	38.2	39.3	38.5
平均	37.63	38.97	40.33	39.83

表五：操場 PP 跑道組(地點：操場跑道，時間：102 年 6 月 30 日 8:40)

單位:°C

	白	黃	綠	紅
第 1 次	41.5	43.6	44.3	43.1
第 2 次	42.5	42.8	44.8	44.8
第 3 次	41.9	42.9	44.9	43.2
平均	41.97	43.10	44.67	43.70

(二)、研究方法二實驗結果：

表六：坊間粉彩紙組(量測時間：102 年 7 月 4 日 12:40，氣溫 33.8 °C)

單位:°C

	紅色	橙色	黃色	綠色	藍色	紫色	黑色	白色
0 分鐘	34	34.6	34	34.8	34.8	34.8	34.9	34
2 分鐘	39.8	39.8	38.4	43.5	42.5	42.6	56	34.9
4 分鐘	47	44	41	50.2	49.7	43.4	56.3	34.7
6 分鐘	43.8	43.8	40.8	50.4	49.8	45.2	61.6	35.2
8 分鐘	45.6	45.6	42.3	50.8	49.6	46.2	61.5	33.9
10 分鐘	42	43.4	41.1	49	47.6	44.8	58.1	34.8
12 分鐘	46.3	44	42.5	52.1	51.4	46	64.8	33.9
14 分鐘	40.2	40.7	39.6	46.3	47.3	44.5	58.7	34.3
16 分鐘	45.6	41.4	39.1	44	43.3	40.9	50.5	33
18 分鐘	40.2	39.6	38.1	42.7	41.9	39.3	46.3	34.1
20 分鐘	40.2	39.8	37.7	42.3	42.3	39.8	46.5	33.4
22 分鐘	47.1	47.1	43.9	53.1	51.5	47.5	61.6	34.7
24 分鐘	41.9	40.3	38.5	42.7	42.7	40.8	46.8	33.7
26 分鐘	42.9	41.2	40.1	45.1	45.1	43.1	53.1	34.2
28 分鐘	42.8	41.5	40	45.6	44.8	41.7	51.6	33.7

30 分鐘	41.6	40.8	39	44.7	43.9	41.9	50.6	33.3
平均溫度	42.6	41.7	39.8	46.1	45.5	42.7	53.7	34.1
吸熱排名	5	6	7	2	3	4	1	8

表七：Word 列印丹迪紙組(量測時間：102 年 9 月 30 日 12:40，氣溫 32.3 °C)

單位:°C

	紅色	橙色	黃色	綠色	藍色	紫色	黑色	白色
0 分鐘	33.2	33.2	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.2
2 分鐘	47.9	45.7	43.9	61.7	52.5	56.4	70.3	37.4
4 分鐘	47.8	46.9	43.7	68	57.3	63.3	76.6	30.2
6 分鐘	46.9	41.9	44.2	60.6	51.5	54.4	69.7	34.1
8 分鐘	44.1	43.8	42.3	58.4	48.5	53.6	63.7	33.1
10 分鐘	44.8	43.5	41.5	59.4	50.3	55.4	74.1	33.1
12 分鐘	47	45.8	43.1	63.6	53.8	60	77.2	35
14 分鐘	43.2	42.8	41.5	60.4	51.3	54.5	70.4	33.9
16 分鐘	50.4	49.2	46.7	70.3	58.7	62.8	79.4	35.3
18 分鐘	46.9	45.1	43.5	65.3	55.4	60.6	75.9	34.2
20 分鐘	41.5	41.1	39.6	54.3	47.2	50.3	59.6	33
22 分鐘	45.4	45.4	42.4	59.3	51.7	55.3	76.6	34.2
24 分鐘	44.8	42.7	41.4	59.4	59.7	54.5	67.3	33
26 分鐘	42.5	42.5	40.9	55.8	48.2	51.5	62.1	32.2
28 分鐘	44.1	44.1	41.7	61.8	52.2	58.2	70.1	33.2
30 分鐘	45	43.6	41.9	57.2	50.4	51.7	60.5	32.3
平均溫度	44.7	43.6	42.0	59.3	51.4	54.8	67.9	33.6
吸熱排名	5	6	7	2	4	3	1	8

二、研究過程二之研究結果：

表八：紅色系組(量測時間：102 年 8 月 13 日 12:40，氣溫 32.8 °C)

單位:°C

	紅	紅	紅	紅	紅	紅
	0.255.36	0.255.72	0.255.108	0.255.144	0.255.180	0.255.216
0 分鐘	33.4	33.4	33.4	32.8	32.8	32.8
2 分鐘	45.1	44.5	40.2	38.7	38	36.1
4 分鐘	53.9	52.1	43.4	41.8	40.9	38.7

6 分鐘	50.2	48.6	42.3	40.7	39.8	37.3
8 分鐘	48	48	41	39.5	38.8	36.9
10 分鐘	47.2	46.7	40.8	39.1	38.5	36.4
12 分鐘	44.1	43.3	38.6	37	36.4	34.8
14 分鐘	41.9	41.9	37.9	37.1	36	34.4
16 分鐘	43.8	43.3	38.4	37.4	37	35.5
18 分鐘	45.6	44.7	40	38.5	37.4	35.5
20 分鐘	46.8	44.8	40.6	39	38.1	36.3
22 分鐘	49.2	48.1	41.6	40	39.1	36.8
24 分鐘	48.9	46.9	40.6	39.6	39	36.5
26 分鐘	46.9	45.1	40	38.2	37.5	35.2
28 分鐘	46.7	45.9	41.1	39.8	38.5	36.4
30 分鐘	45.7	45.2	40.7	38.8	38.8	36.5
平均溫度	46.1	45.2	40.0	38.6	37.9	36.0
吸熱排名	1	2	3	4	5	6

表九：藍色系組(量測時間：102 年 9 月 18 日 12:40，氣溫 34.5 °C)
單位:°C

	藍 170.255.36	藍 170.255.72	藍 170.255.108	藍 170.255.144	藍 170.255.180	藍 170.255.216
0 分鐘	36.3	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9
2 分鐘	61	52.3	52.3	51.6	51.2	45.9
4 分鐘	61.6	52.5	53.2	53.2	52.4	47.2
6 分鐘	63.1	54.7	54.2	52.6	46.7	46.7
8 分鐘	58.8	52.1	50.7	52.6	49.8	45.8
10 分鐘	65	51.8	51.8	49.7	48.4	47.1
12 分鐘	65.9	52	52.7	50.6	49.4	44.5
14 分鐘	67	53	54.8	53.2	52.3	45.9
16 分鐘	61.9	51	49.9	48.3	47.1	42
18 分鐘	65.1	52.3	51	50.5	50.5	43.7
20 分鐘	61.9	49.9	49.9	48.2	48.2	42
22 分鐘	61.9	51.5	52.5	50.9	50.2	44.9
24 分鐘	62.2	51.3	49.9	49	47.1	42.9

26 分鐘	65.4	55.4	52.9	52	51.5	46.4
28 分鐘	66.3	55.3	55.9	55.9	53.8	43.5
30 分鐘	66.8	54.3	54.3	54.3	53.4	47.8
平均溫度	61.9	51.5	51.3	50.5	49.2	44.5
吸熱排名	1	2	3	4	5	6

表十：黃色系組(量測時間：102 年 10 月 8 日 12:50，氣溫 32 °C)

單位:°C

	黃 42.255.36	黃 42.255.72	黃 42.255.108	黃 42.255.144	黃 42.255.180	黃 42.255.216
0 分鐘	32.1	32.1	32	32	32	32
2 分鐘	64.1	58	44.7	41.5	41.5	40
4 分鐘	56.9	53.8	42.8	39.5	38.7	38.2
6 分鐘	50.8	49	41.5	39.1	38.6	37.9
8 分鐘	65.3	58	44.8	41.2	40	37.9
10 分鐘	45	43.2	38.7	36.9	36.9	35.7
12 分鐘	44.1	41.2	37.4	36.3	35.8	34.6
14 分鐘	48.1	45	39	36.8	36.8	35.9
16 分鐘	52	49.6	41.9	39.7	39.1	38.1
18 分鐘	61.3	55.8	43.5	41.3	40.5	39.8
20 分鐘	72.9	62.2	47.8	44	43.6	42.1
22 分鐘	62.6	56.7	45.2	41.8	41.1	40
24 分鐘	52.9	48.5	40.8	38.4	37.6	36.8
26 分鐘	51.3	48.7	40.9	38.4	38.4	37.3
28 分鐘	49.5	45.5	39.3	36.6	36.6	35
30 分鐘	49.5	47.2	39.6	37.1	37.1	36.1
平均溫度	53.7	49.7	41.2	38.8	38.4	37.3
吸熱排名	1	2	3	4	5	6

三、研究過程三之研究結果：

(一)、研究方法一實驗結果：

表十一：色相差異組 3 次量測平均值比較表(量測時間：102 年 10 月 28 日、29 日、31 日 12:50，氣溫 26.9 °C、31.5 °C、27.3 °C)

單位:公分

	紅(平均)	橙(平均)	黃(平均)	綠(平均)	藍(平均)	紫(平均)	黑(平均)	白(平均)
0 分鐘	0	0	0	0	0	0	0	0
2 分鐘	1.70	1.47	1.37	1.33	1.47	1.77	1.97	1.27
4 分鐘	3.80	3.37	3.43	4.60	4.00	4.53	4.87	3.13
6 分鐘	5.77	4.90	5.10	6.20	6.17	6.60	7.93	4.63
8 分鐘	8.57	7.23	6.80	8.47	8.40	8.90	10.63	6.33
10 分鐘	9.37	8.63	7.77	9.90	9.60	10.53	12.30	7.37
12 分鐘	10.87	9.47	9.07	11.10	11.07	12.13	13.87	8.60
14 分鐘	11.63	10.27	9.67	11.90	12.00	12.97	14.73	9.30
16 分鐘	12.27	10.77	10.47	12.47	12.73	13.67	15.13	10.03
18 分鐘	13.10	11.43	10.77	13.13	13.47	14.13	15.63	10.93
20 分鐘	13.63	11.97	11.53	13.63	14.00	14.77	16.20	11.33
22 分鐘	14.20	12.37	12.00	14.33	14.77	15.30	16.70	12.03
24 分鐘	14.67	13.03	12.63	14.97	15.53	15.93	17.60	12.60
26 分鐘	15.37	13.53	13.27	15.77	16.20	16.70	18.30	13.23
28 分鐘	16.13	14.20	13.80	16.33	16.70	17.03	19.07	13.67
30 分鐘	16.50	14.40	14.07	16.77	17.17	17.37	19.30	14.03
平均高度	10.5	9.2	8.9	10.7	10.8	11.4	12.8	8.7
名次	5	6	7	4	3	2	1	8

(二)、研究方法二實驗結果：

表十二：明亮度差異組 3 次量測平均值比較表(量測時間：102 年 12 月 3 日、5 日、6 日 12:50，氣溫 26.9 °C、25.4 °C、26.1 °C)

單位:公分

	紅 0.255.36	紅 0.255.72	紅 0.255.108	紅 0.255.144	紅 0.255.180	紅 0.255.216
0 分鐘	0	0	0	0	0	0
2 分鐘	3.87	3.17	2.23	1.73	1.43	1.63
4 分鐘	6.93	6.23	4.17	3.83	3.50	3.30
6 分鐘	9.43	8.60	5.90	5.33	4.90	4.57
8 分鐘	11.40	10.17	7.13	6.43	5.87	5.47
10 分鐘	12.43	11.10	7.90	7.23	7.13	6.70
12 分鐘	13.13	12.57	8.93	8.50	7.97	7.53

14 分鐘	14.13	12.93	9.70	9.10	8.67	8.13
16 分鐘	14.83	13.83	10.60	9.63	9.57	8.80
18 分鐘	15.77	14.63	11.20	10.13	10.17	9.27
20 分鐘	16.03	15.13	11.57	10.63	10.63	9.70
22 分鐘	16.80	15.57	12.27	11.30	11.27	10.57
24 分鐘	17.27	16.33	12.80	12.07	12.13	10.90
26 分鐘	17.67	16.60	13.20	12.17	12.20	11.67
28 分鐘	17.93	17.03	13.47	12.47	12.77	11.87
30 分鐘	17.97	16.93	13.83	12.80	12.70	12.27
平均高度	12.9	11.9	9.1	8.3	8.2	7.6
吸熱排名	1	2	3	4	5	6

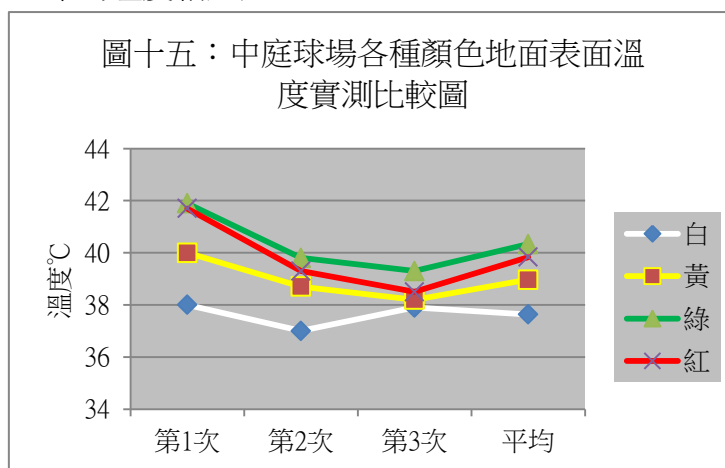
陸、討論

一、研究過程一之發現與討論：

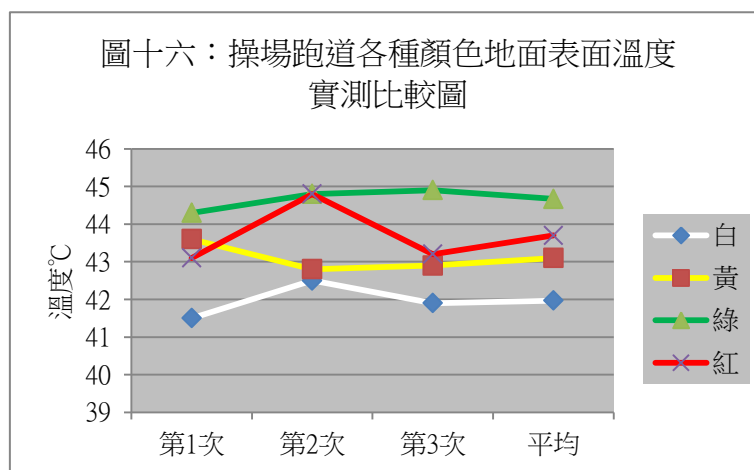
(一)、研究方法一之發現與討論：

由實驗數據我們將二組實驗實測所得各種相同材質不同顏色地面的表面溫度及平均值，分別製成圖十五至圖十六，由這二個圖與實驗數據比較所得，我們發現：

- 1、 球場 PU 地面因顏色不同，在陽光曝曬下實測表面溫度會有顯著差異，綠>紅>黃>白，其中綠色地面表面溫度最高，白色地面溫度最低，兩者平均溫度相差達 2.7°C。



- 2、 操場 PP 跑道地面因顏色不同，在陽光曝曬下實測表面溫度會有顯著差異，綠>紅>黃>白，其中綠色地面表面溫度最高，白色地面溫度最低，兩者平均溫度相差達 2.7°C。

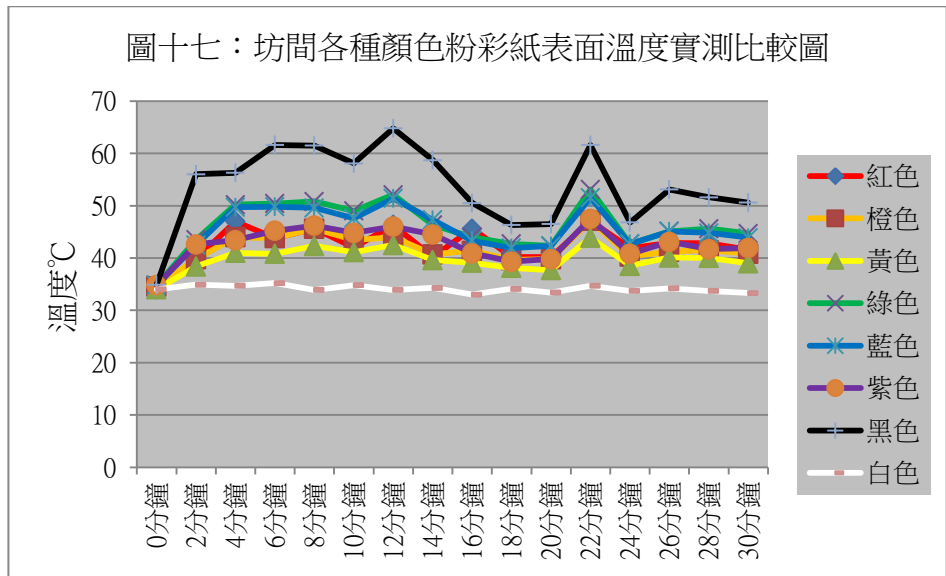


(二)、研究方法二之發現與討論：

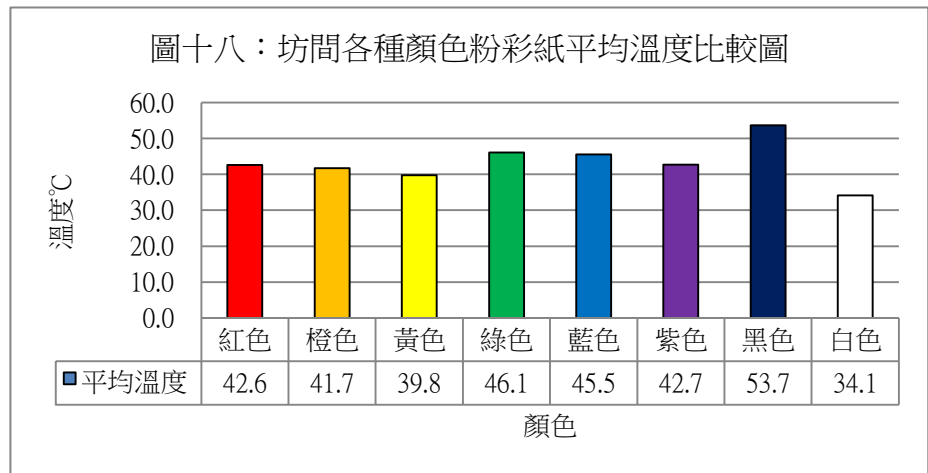
由實驗數據我們將兩組實驗實測所得各種相同材質不同顏色紙張的表面溫度變化及平均值，分別製成圖十七至圖二十，由這四個圖與實驗數據比較所得，我們發現：

- 1、坊間各種常見顏色粉彩紙因顏色不同，在陽光曝曬下實測表面溫度變化會有顯著差異，以平均值來看，黑>綠>紫>藍>紅>橙>黃>白，其中黑色粉彩紙表面溫度最高，白色粉彩紙溫度最低，兩者平均溫度相差達 19.6°C。
- 2、坊間各種常見顏色粉彩紙在陽光曝曬下表面溫度會逐漸升高，而且溫度升高的速度很快，黑色在最初 2 分鐘表面溫度上升達 21.1°C。白色表面溫度升高最慢，最初 2 分鐘只有上升 0.9°C，在陽光曝曬下表面溫度上升的速度，各種顏色間有極大的差異，可由圖十七折線圖觀察比較出來。
- 3、實驗過程中如果陽光減弱或被雲遮住則立即會對各種顏色粉彩紙的表面溫度產生影響，實測得的紙張表面溫度會立刻下降，反應很快，例如第 12 分鐘到第 20 分鐘黑色粉彩紙表面溫度下降 18.3°C，第 22 分鐘到第 24 分鐘黑色粉彩紙表面溫度下降 14.8°C。反之如果陽光轉強則紙張表面溫度會立即升高，例如第 20 分鐘到第 22 分鐘黑色粉彩紙表面溫度上升 15.1°C。各種顏色粉彩紙表面溫度上升下降趨勢一致，但是幅度不同，顏色較暗的黑、綠、藍、紫色溫度升降幅度大於顏色較明亮的紅、橙、黃、白色。

圖十七：坊間各種顏色粉彩紙表面溫度實測比較圖

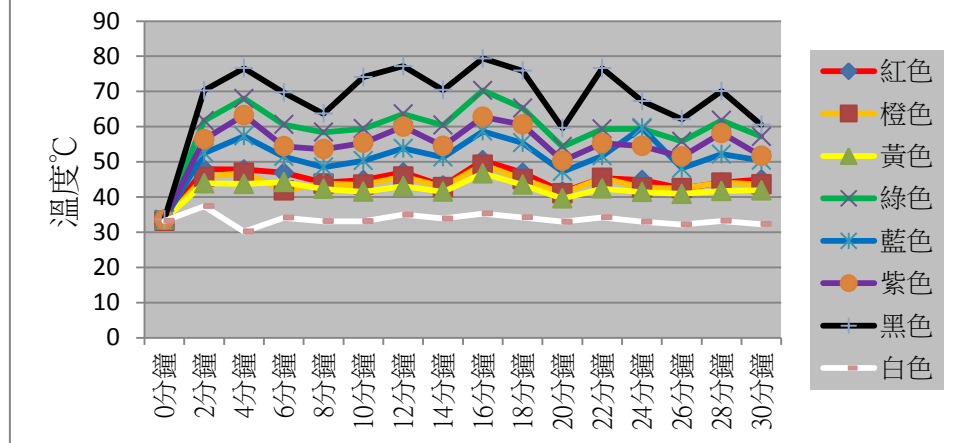


圖十八：坊間各種顏色粉彩紙平均溫度比較圖

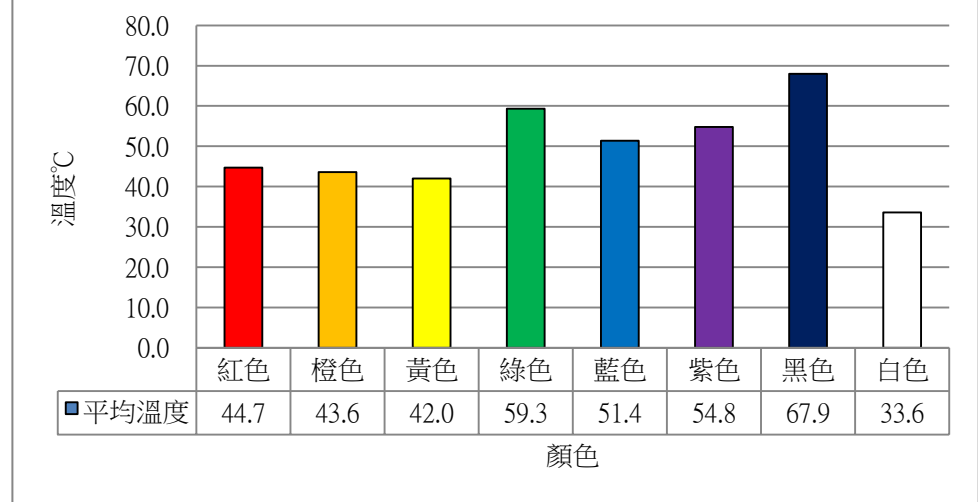


- 4、 Word 列印各種顏色丹迪紙因顏色不同，在陽光曝曬下實測表面溫度變化會有顯著差異，以平均值來看，黑>綠>紫>藍>紅>橙>黃>白，其中黑色丹迪紙表面溫度最高，白色丹迪紙溫度最低，兩者平均溫度相差達 34.3℃。
- 5、 Word 列印各種顏色丹迪紙在陽光曝曬下表面溫度會逐漸升高，而且溫度升高的速度很快，黑色在最初 2 分鐘表面溫度上升達 36.7℃。白色表面溫度升高最慢，最初 2 分鐘只有上升 4.2℃，在陽光曝曬下表面溫度上升的速度，各種顏色間有極大的差異，可由圖十九折線圖觀察比較出來。
- 6、 實驗過程中如果陽光減弱或被雲遮住則立即會對各種顏色丹迪紙的表面溫度產生影響，實測得的紙張表面溫度會立刻下降，反應很快，反之如果陽光轉強則紙張表面溫度會立即升高。各種顏色丹迪紙表面溫度上升下降趨勢一致，但是幅度不同，顏色較暗的黑、綠、紫、藍色溫度升降幅度大於顏色較明亮的紅、橙、黃、白色。

圖十九：Word列印各種顏色丹迪彩紙表面溫度實測比較圖



圖二十：Word列印各種顏色丹迪紙平均溫度比較圖

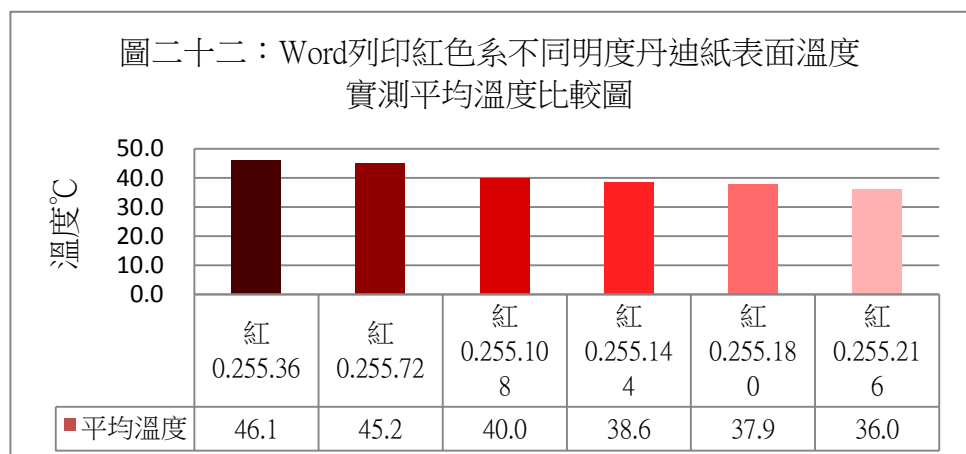
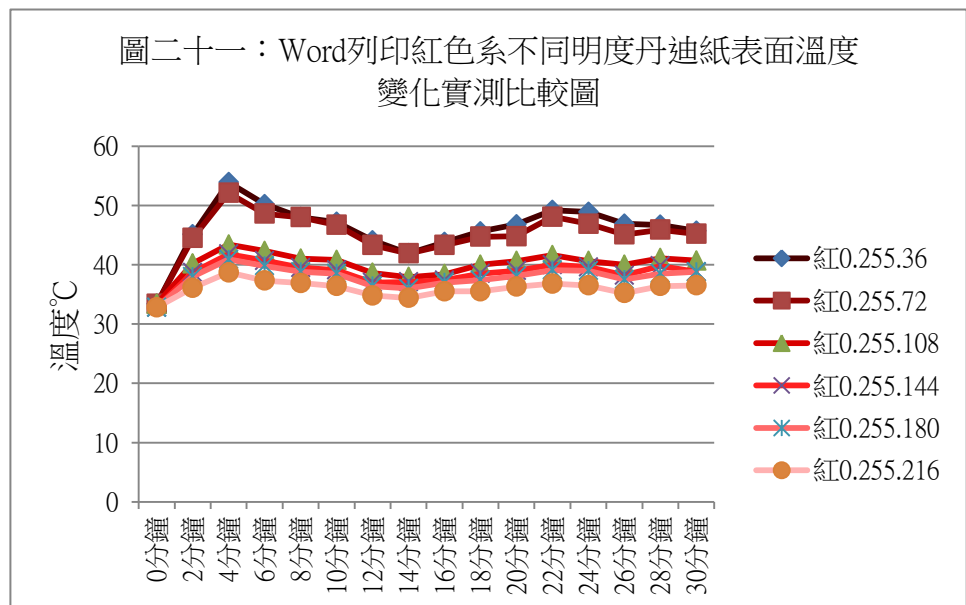


二、研究過程二之發現與討論：

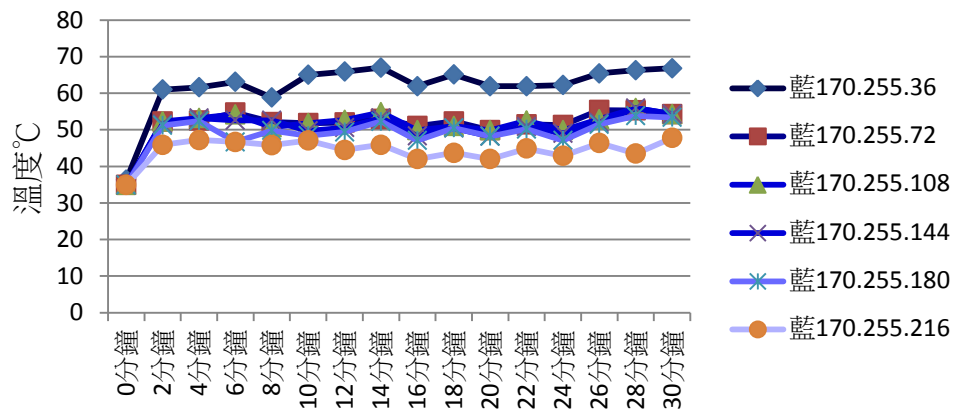
由實驗數據我們將三組實驗實測所得各種相同材質同色系不同明亮度紙張的表面溫度變化及平均值，分別製成圖二十一至圖二十六，由這六個圖與實驗數據比較所得，我們發現：

- 1、相同材質同色系不同明亮度的紙張因色彩明亮度不同，在陽光曝曬下實測表面溫度變化會有顯著差異，以平均值來看，明亮度 36>明亮度 72>明亮度 108>明亮度 144>明亮度 180>明亮度 216，三組實驗色系結果一致，紙張的吸熱程度與其色彩明亮度呈現顯著的相關性，明亮度越低吸熱程度越高，明亮度越高吸熱程度越低。紅色系組中明亮度 36 表面溫度最高，明亮度 216 表面溫度最低，兩者平均溫度相差達 10.1°C。藍色系組中明亮度 36 表面溫度最高，明亮度 216 表面溫度最低，兩者平均溫度相差達 12.7°C。黃色系組中明亮度 36 表面溫度最高，明亮度 216 表面溫度最低，兩者平均溫度相差達 16.3°C。

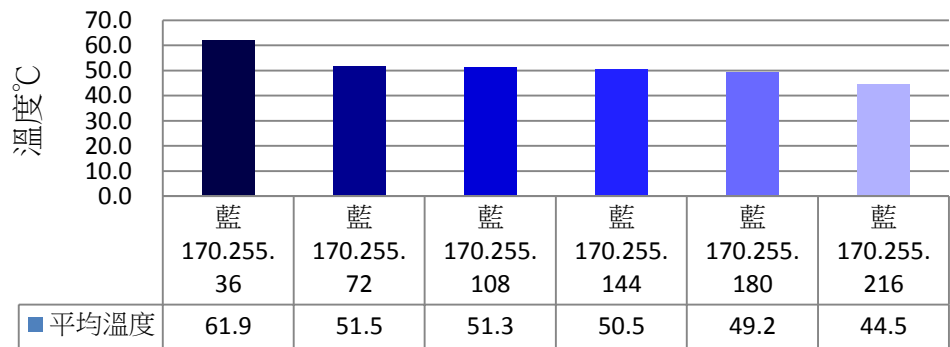
- 2、相同材質同色系不同明亮度的紙張在陽光曝曬下表面溫度會逐漸升高，而且溫度升高的速度很快，明亮度越低表面溫度抬升的速度越快，紅色系明亮度 36 在最初 2 分鐘表面溫度上升達 11.7°C。紅色系明亮度 216 表面溫度升高最慢，最初 2 分鐘只有上升 3.3°C，在陽光曝曬下表面溫度上升的速度，相同材質同色系不同明亮度的紙張間有顯著的差異，可由圖二十一觀察比較出來。其他兩組色系實驗亦有相同的結果。
- 3、實驗過程中如果陽光減弱或被雲遮住則立即會對相同材質同色系不同明亮度紙張的表面溫度產生影響，實測得的紙張表面溫度會立刻下降，反應很快。反之如果陽光轉強則紙張表面溫度會立即升高。相同材質同色系不同明亮度的紙張表面溫度上升下降趨勢一致，但是幅度不同，色彩明亮度越低，溫度升降幅度越大，色彩明亮度越高，溫度升降幅度越小。



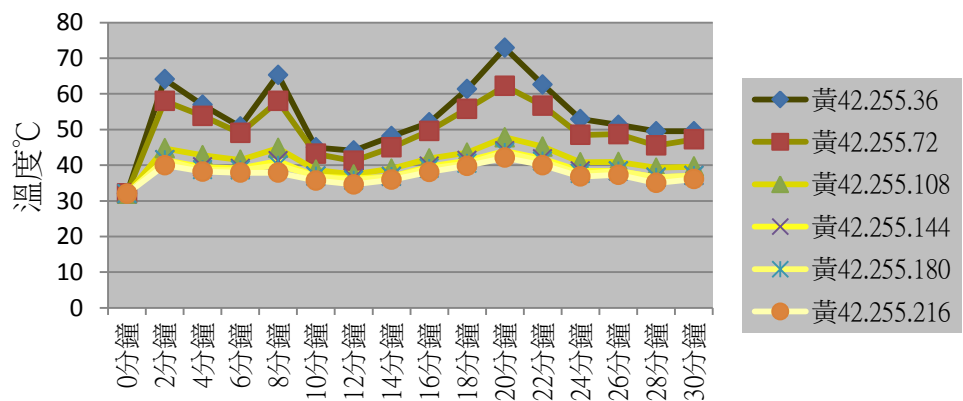
圖二十三：藍色系不同明度丹迪紙表面溫度變化實測比較圖

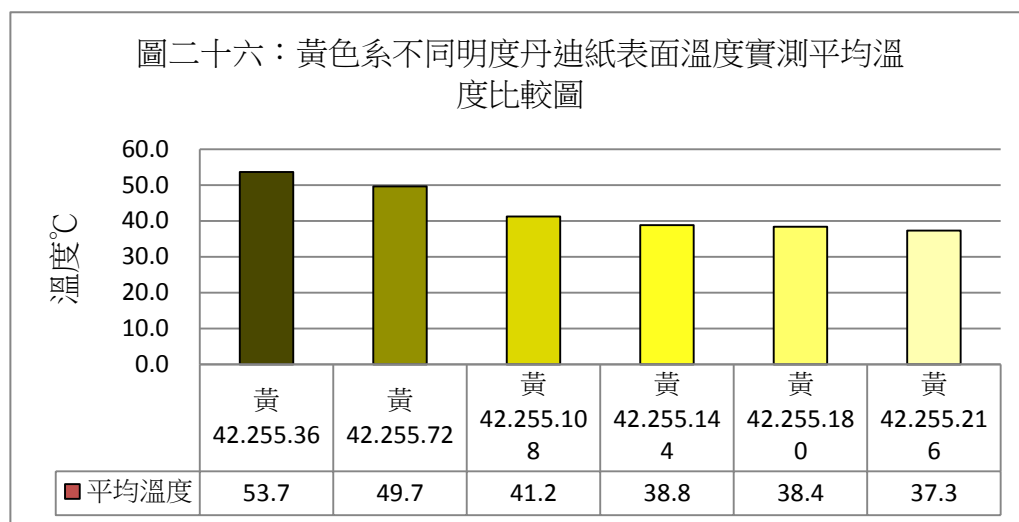


圖二十四：藍色系不同明度丹迪紙表面溫度實測平均溫度比較圖



圖二十五：黃色系不同明度丹迪紙表面溫度變化實測比較圖





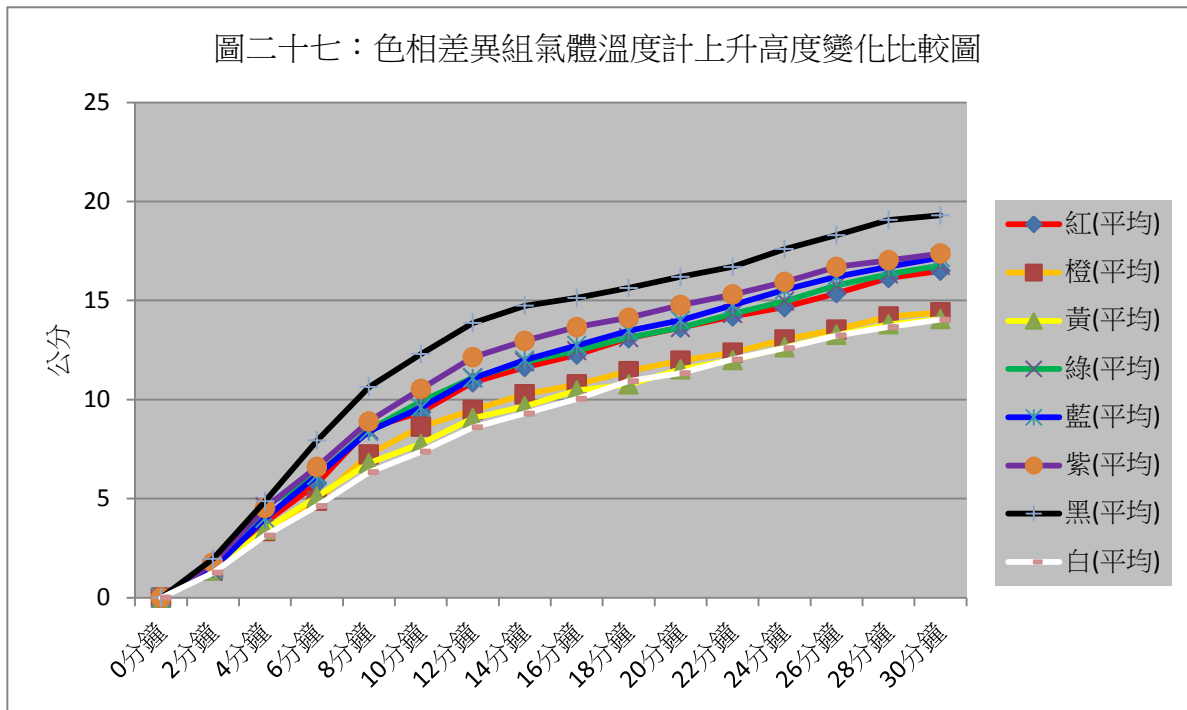
三、研究過程三之發現與討論：

由實驗數據我們將兩組實驗實測所得各種相同材質不同色相及明亮度紙張密封的保麗龍盒的自製氣體溫度計高度上升變化及平均值，分別製成圖二十七至圖三十，由這四個圖與實驗數據比較所得，我們發現：

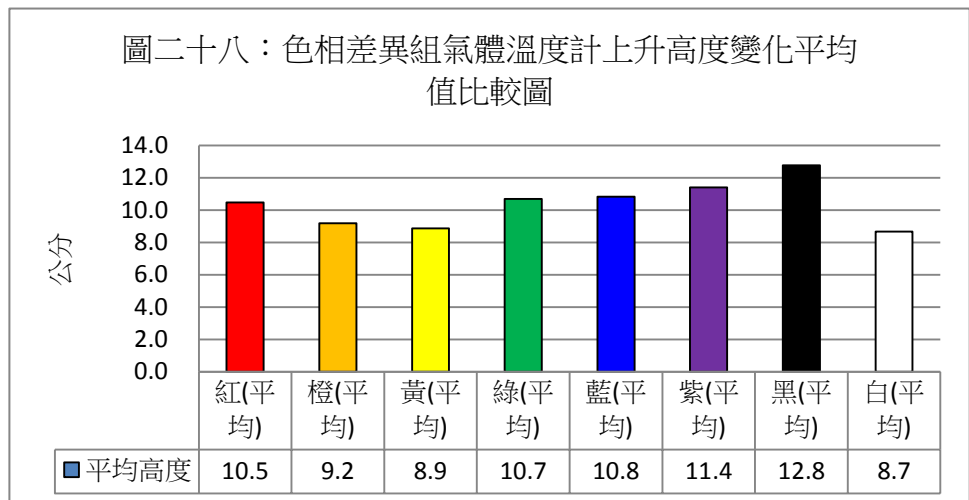
(一)、色相差異組：

- 1、坊間各種常見顏色粉彩紙因顏色不同，用來密封保麗龍盒後，在陽光曝曬下，運用自製的氣體溫度計實測內部溫度變化會有顯著差異，以平均值來看，黑>紫>藍>綠>紅>橙>黃>白，其中以黑色粉彩紙密封的保麗龍盒自製氣體溫度計上升最快也最高，以白色粉彩紙密封的保麗龍盒自製氣體溫度計上升最慢也最低，兩者平均上升高度相差達 4.1 公分。
- 2、坊間各種常見顏色粉彩紙，用來密封保麗龍盒後，在陽光曝曬下氣體溫度計高度會逐漸升高，各種顏色溫度上升的幅度不同但趨勢一致皆呈平穩的上升曲線，推測是因密閉的保麗龍盒保溫效果良好不易受外界溫度變化的干擾。各種顏色的上升曲線皆在最初的 10 分鐘上升較為陡峭，之後則較為平緩。
- 3、以平均值來看，黑色在最初 10 分鐘氣體溫度計上升達 12.3 公分。白色在最初 10 分鐘氣體溫度計上升 7.37 公分，在陽光曝曬下密閉保麗龍盒中溫度上升的速度，各種顏色間有顯著的差異，可由圖二十七折線圖觀察比較出來。
- 4、各種顏色粉彩紙密封的保麗龍盒經太陽曝曬後，內部溫度上升趨勢一致，但是幅度不同，顏色較暗的黑、紫、藍、綠色溫度上升幅度大於顏色較明亮的紅、橙、黃、白色。

圖二十七：色相差異組氣體溫度計上升高度變化比較圖

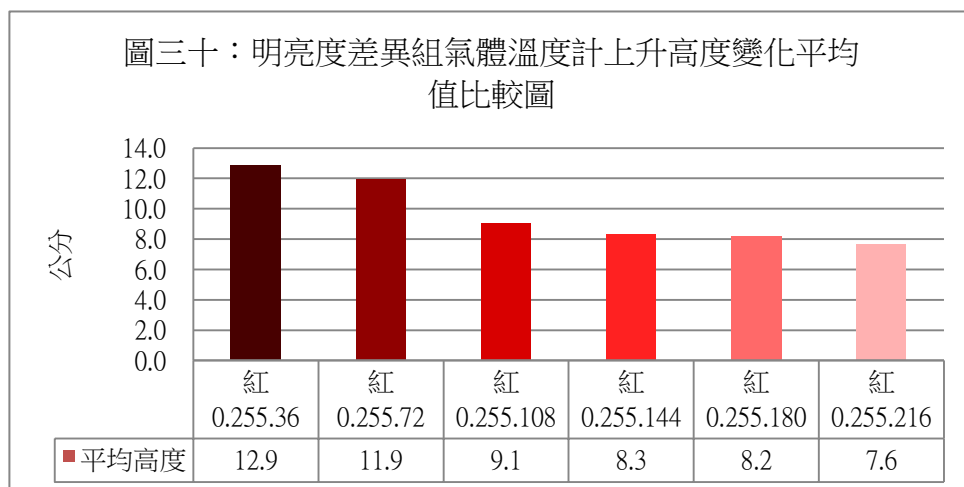
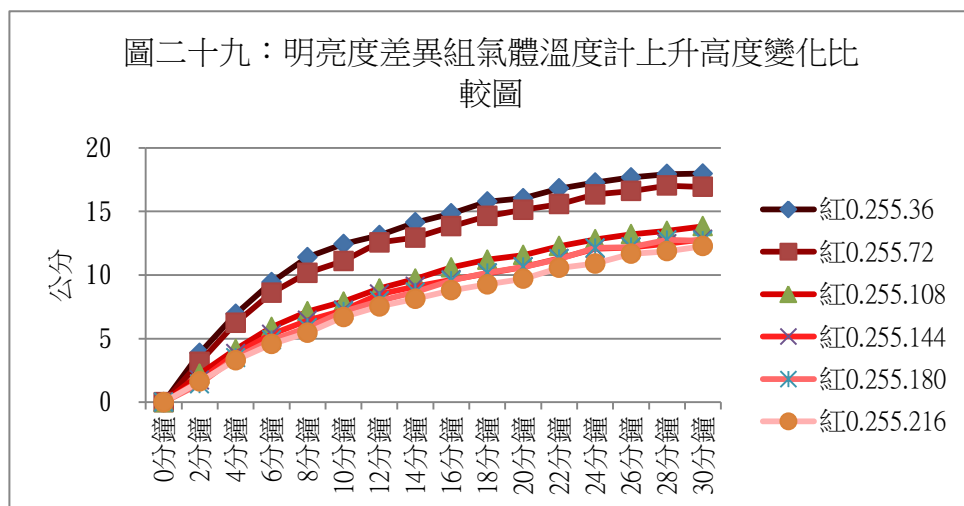


圖二十八：色相差異組氣體溫度計上升高度變化平均值比較圖



(二)、明亮度差異組：

Word 列印紅色系丹迪紙因明亮度不同，用來密封保麗龍盒後，在陽光曝曬下，運用自製的氣體溫度計實測內部溫度變化會有顯著差異，以 3 次實測所得平均值來看，明亮度 36>明亮度 72>明亮度 108>明亮度 144>明亮度 180>明亮度 216，密閉保麗龍盒內部溫度變化與其頂部密封紙張的色彩明亮度呈現顯著的相關性，明亮度越低吸熱程度越高，明亮度越高吸熱程度越低。紅色系組中明亮度 36 盒內溫度最高，明亮度 216 盒內溫度最低，兩者氣體溫度計平均高度相差達 5.3 公分。



柒、結論

綜合上面三個研究過程我們有以下幾點發現：

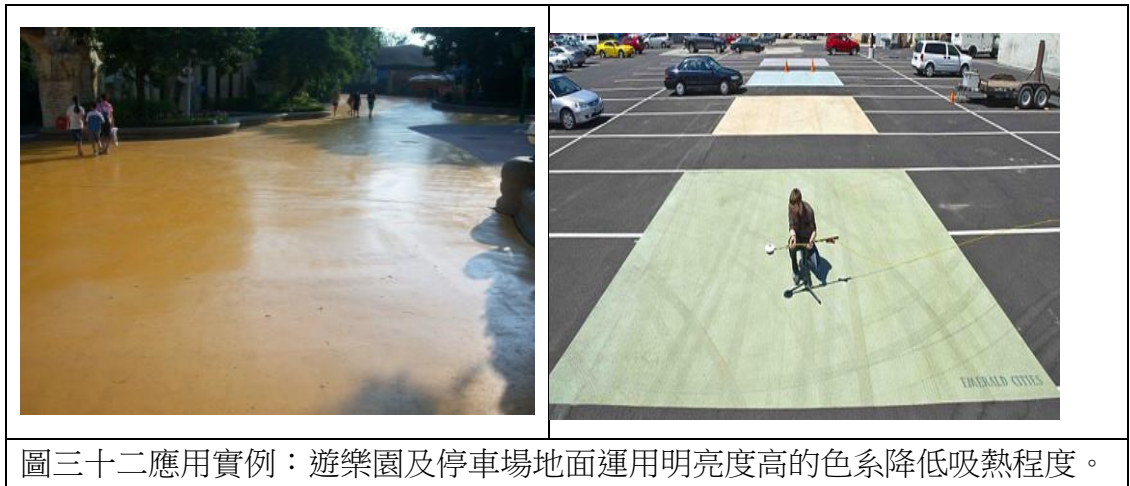
- 一、相同材質但不同顏色的地面在陽光曝曬下表面溫度會有顯著的差異，也可以推論出顏色對吸熱程度會有顯著的影響。
- 二、相同材質不同顏色的物質吸熱程度有顯著的差異，相同材質的東西在陽光曝曬下其表面溫度會迅速上升，上升的幅度受顏色的影響很大，其中大致可歸納出顏色較暗的東西吸熱較快，平均溫度也較高，顏色較明亮的東西吸熱較慢，平均溫度也較低。黑色與白色剛好位於吸熱程度的兩個極端。
- 三、相同材質的東西在陽光曝曬下其表面溫度會迅速上升，上升的幅度受顏色明亮度的影響很大，其中大致可歸納出色彩明亮度低的東西吸熱較快，平均溫度也較高，色彩明亮度高的東西吸熱較慢，平均溫度也較低。
- 四、在太陽曝曬下顏色對密閉空間溫度變化有顯著的影響，基本上與表面溫度的研究結果一致，以平均值來看密閉保麗龍盒內部溫度變化與其頂部密封紙張的色彩呈現顯著的相關性黑>紫>藍>綠>紅>橙>黃>白。
- 五、在太陽曝曬下顏色明亮度對密閉空間溫度變化有顯著的影響，基本上與表面溫

度的研究結果一致，以平均值來看密閉保麗龍盒內部溫度變化與其頂部密封紙張的色彩明亮度呈現顯著的相關性，明亮度越低密閉空間溫度越高，明亮度越高密閉空間溫度越低。

六、此研究的應用：

- (一)、夏季或熱帶地區的人可選擇明亮度高的淺色系衣服，避免悶熱及中暑，冬季或寒帶地區的人可選擇明亮度低、深色系衣服較為保暖。
- (二)、市面機車坐墊多為黑色，受陽光照射後會發熱，夏季太陽大時甚至會燙人，如果能應用本實驗結果，使用淺色系及明亮度較高的色彩當坐墊顏色，可有效降溫並增加美觀。
- (三)、在台灣亞熱帶氣候下，戶外日照強烈氣溫偏高，廣告招牌等戶外應用材質，如能考慮應用淺色系及明亮度較高的色彩，可延長其使用壽命。
- (四)、房屋及大樓日照強烈的外牆及屋頂，應設計淺色系及明度高的色彩外觀，以降低吸熱效應，降低室內溫度，減少冷氣空調之使用達到節能減碳的目的，當數量多面積夠大時或許也可降低都市熱島效應。寒帶地區則相反。
- (五)、道路、停車場、學校球場等水泥鋪面，面積廣大且多為黑色或灰色，吸熱量驚人，如果能逐步改以淺色系明亮度高的色彩施作，或研究較耐候的淺色系明亮度高的色彩塗料逐步修改顏色，則可大大降低地面吸熱溫度，配合房屋及大樓外牆及屋頂顏色，應可有效降低都市熱島效應，為城市降溫。





圖三十二應用實例：遊樂園及停車場地面運用明亮度高的色系降低吸熱程度。

捌、參考資料及其他

- 一、國小五上自然與生活科技第三單元熱對物質的影響，翰林出版公司
- 二、林家安，五顏六色冷冷熱熱，桃園縣第46屆科學展覽會物理科
- 三、幫地表換顏色有助都市降溫，華視新聞網 2012/09/16 16:24 編譯陳韻涵／報導
<http://news.cts.com.tw/udn/international/201209/201209161096899.html>
- 四、中文名字色碼表/Online Color Picker
<http://www.ifreesite.com/color/online-color-picker.htm>
- 五、HSL和HSV色彩空間。維基百科。
<http://zh.wikipedia.org/wiki/HSL%E5%92%8CHSV%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%97%B4>

【評語】 080119

1. 能改變各種相關變因，並掌握分析結果。
2. 題材有趣，但屬一般化，宜注意以前別人的作品，並充分提出創意的部分。
3. 能自製相關儀器，例如氣體溫度計，顯示同學動手能力佳。