

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080808

涼快一「夏」

學校名稱：新竹縣芎林鄉五龍國民小學

作者：	指導老師：
小五 彭雅莉	彭淑蓮
小五 賴玟靜	洪麗玲
小六 彭敬媛	
小五 鍾昊成	
小六 湯雅筑	
小五 彭鈺婷	

關鍵詞：涼快、室內降溫

涼快一「夏」

摘要

想以環保又經濟的方式解決夏天教室內太過悶熱的問題，我們採取了三種類型的方式來達到隔熱降溫的效果，分別是：一、在教室屋頂增加隔熱措施 二、在室內增加降溫措施 三、在教室外部增加隔熱降溫措施。之後，我們再由各類型的隔熱降溫措施中，選取效果佳、經濟、施行方便且符合環保概念的幾種方法，加以組合成複合式的隔熱降溫措施，以達到更佳的功效。經過多次的實驗證明：屋頂定時灑水搭配室內定時拖地以及教室外種植樹木，可達到最佳的降溫效果；屋頂種菜搭配室內定時拖地以及教室外種植樹木，可達到不錯的降溫效果而且既環保又具有產值(生產的蔬菜可食用)，還可讓小朋友學會種菜並體會收成的喜悅，可說是一舉數得。

壹、研究動機

因為本校五、六年級教室只有單一樓層，樓頂並無其他遮蔽物可阻擋夏日熾熱的陽光，所以每逢夏日時節，教室內便悶熱難耐，讓每個學生學習時，往往心浮氣躁，以致學習效果大打折扣。在五年級上學期的自然與生活科技領域中【第三單元：熱】小朋友學過有關熱的傳播及阻絕的相關知識，因此我們決定這次科學展覽就以研究如何使教室內溫度下降為目的，使小朋友們能學以致用，希望能夠找出既環保又經濟有效的方法，讓我們能夠涼快一「夏」。

貳、研究目的

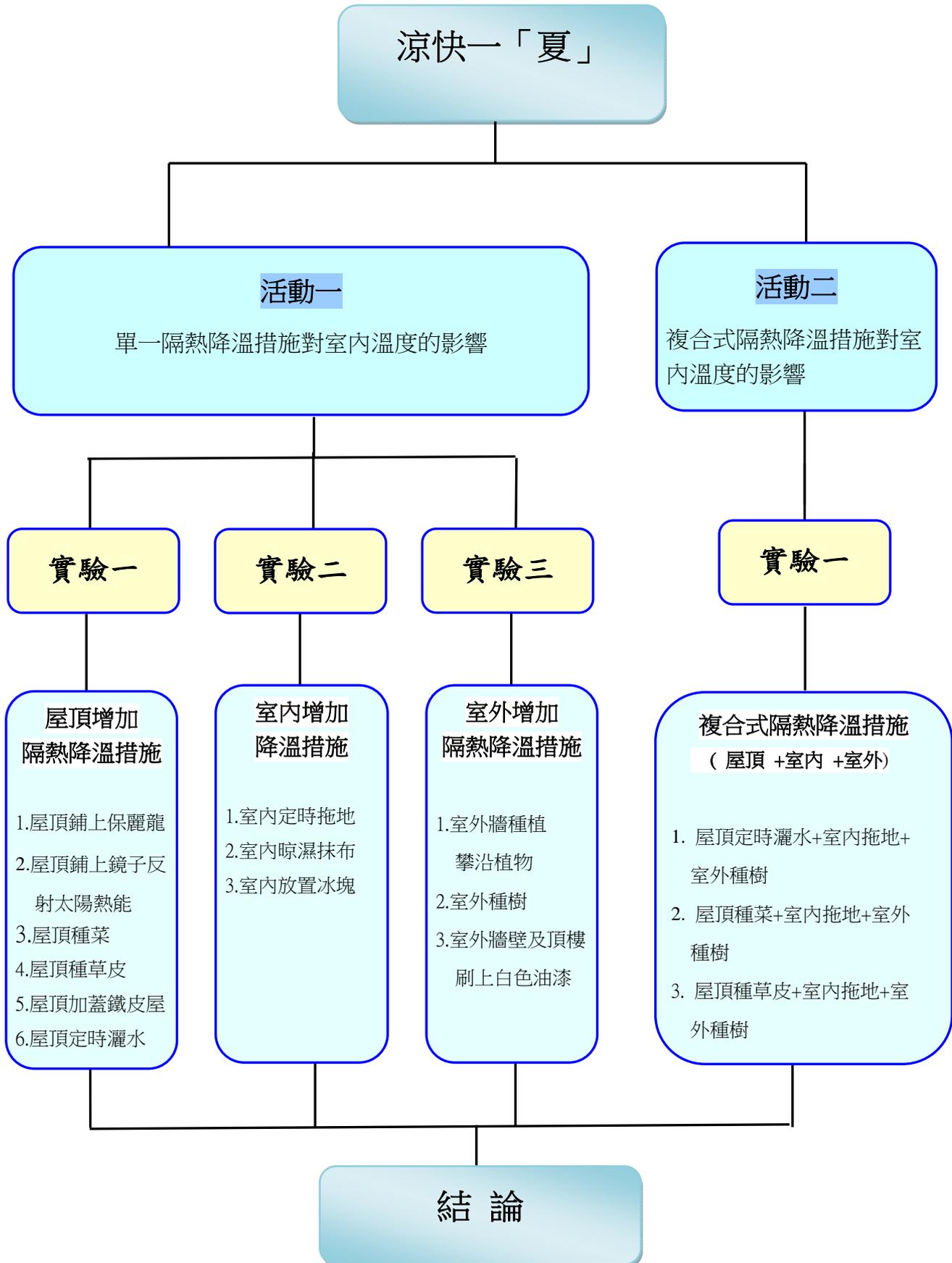
- 一、 探討屋頂加裝隔熱降溫措施對教室內溫度的影響。
- 二、 探討房子內部實施降溫措施對室內溫度的影響。
- 三、 探討房子外部實施隔熱降溫措施對室內溫度的影響。
- 四、 探討房子同時施行多種隔熱降溫方式對室內溫度的影響。

參、 研究設備及器材

木製模型屋 (43cm×35cm×28cm)		15 個	
溫度計	1 6 支	橡皮筋	1 6 條
保麗龍	1 片	紙片	1 片
草皮	1 片	鐵盒蓋	2 片
鏡面金屬板	6 片	白色油漆	1 瓶
油漆刷	1 支	鑽孔機	1 台
抹布	2 條	噴灑器	1 只
盆栽	25 盆	紙杯	25 只
紀錄表	2 0 張		

肆、研究過程或方法

一、研究架構圖



二、研究過程

活動一：單一隔熱降溫措施對教室內溫度的影響

(一) 研究步驟

實驗一：屋頂增加隔熱降溫措施

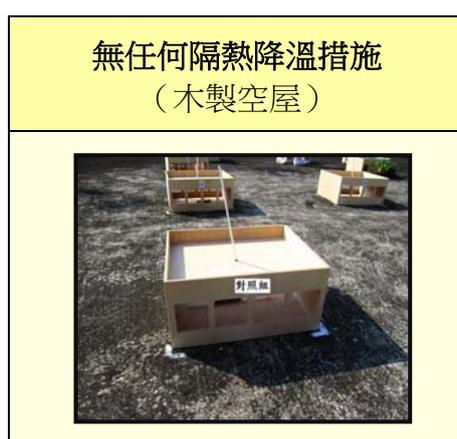
1. 設定實驗組以及對照組

(1) 對照組：以教室 20:1 的比例，製作 43cm×35cm×20cm 的模型屋，並在模型屋正中央處鑽孔，在溫度計距離底端七公分處綁上橡皮筋，使橡皮筋纏繞出的圓形直徑，大於模型屋上孔洞的直徑，如此一來，當我們將溫度計插入模型屋頂中央的孔洞時，溫度計就會被橡皮筋卡住，溫度計的底端就可懸掛在模型屋的正中央處。

(2) 實驗組：共六組，基本裝置與對照組的裝置相同，唯一不同之處就是每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。

2. 定時測量模型屋內的溫度，自 9:00~15:00 每隔一小時測量一次，紀錄在溫度紀錄表中。
3. 對照組與實驗組的實驗裝置如表（一）及表（二）所示：

表(一)【對照組】



表(二)【實驗組】

<p>1 屋頂上鋪保麗龍</p>	<p>2 屋頂上鋪鏡子反射太陽熱能</p>	<p>3 屋頂設置空中花園(以草皮代替)</p>
		
<p>4 設置空中花園(以種菜代替)</p>	<p>5 屋頂加蓋鐵皮屋隔熱</p>	<p>6 屋頂定時灑水</p>
		

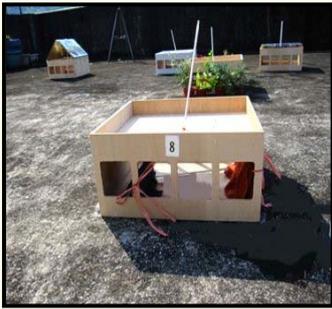
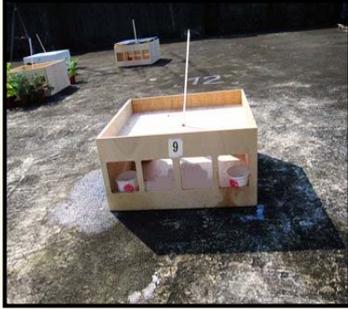
實驗二：室內增加隔熱降溫措施

1. 設定實驗組以及對照組
 - (1) 對照組：與 **實驗一** 相同。
 - (2) 實驗組：共三組，基本裝置與對照組的裝置相同，唯一不同之處就是每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。
2. 定時測量模型屋內的溫度，自 9:00~15:00 每隔一小時測量一次，紀錄在溫度紀錄表中。
3. 對照組與實驗組的實驗裝置如表(三)及表(四)所示：

表(三)【對照組】



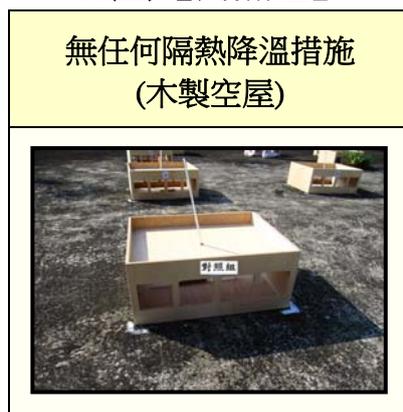
表(四)【實驗組】

7 室內定時拖地	8 室內晾濕抹布	9 室內用容器裝入冰塊
		

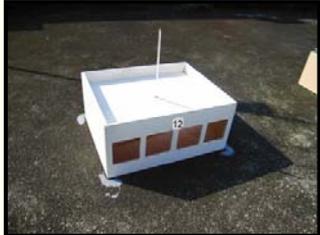
實驗三：室外增加隔熱降溫措施（屋頂除外）

1. 設定實驗組以及對照組
 - (1) 對照組：與 **實驗一** 相同。
 - (2) 實驗組：共三組，基本裝置與對照組的裝置相同，唯一不同之處就是每一組實驗組都有一項隔熱或防熱的裝置。
2. 定時測量模型屋內的溫度，自 9:00~15:00 每隔一小時測量一次，紀錄在溫度紀錄表中。
3. 對照組與實驗組的實驗裝置如表（五）及表（六）所示：

表(五)【對照組】



表(六)【實驗組】

10 教室外牆種植 攀沿植物	11 教室外種樹	12 教室外牆及 頂樓刷白油漆
		

活動二 複合式的隔熱降溫措施

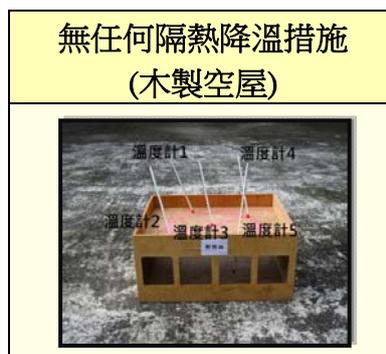
(一) 在以上三種類型的隔熱裝置中，我們挑選出效果佳又兼具環保效能的幾種隔熱降溫方式，把他們組合起來，看看同時經由多種隔熱降溫方式的裝置之下，教室內的溫度能降低多少度？在「**頂樓增加隔熱降溫措施**」這個項目中，我們選取了三樣隔熱降溫措施，分別是「頂樓加裝定時撒水器」、「頂樓設置空中花園（種草皮）」、「頂樓設置空中花園（種菜）」；在「**室內增加降溫措施**」中，我們選取了「室內定時拖地」這項措施；而在「**室外的隔熱降溫措施**」中，我們選取了「室外種樹」這一項來進行實驗。

(二) 研究步驟

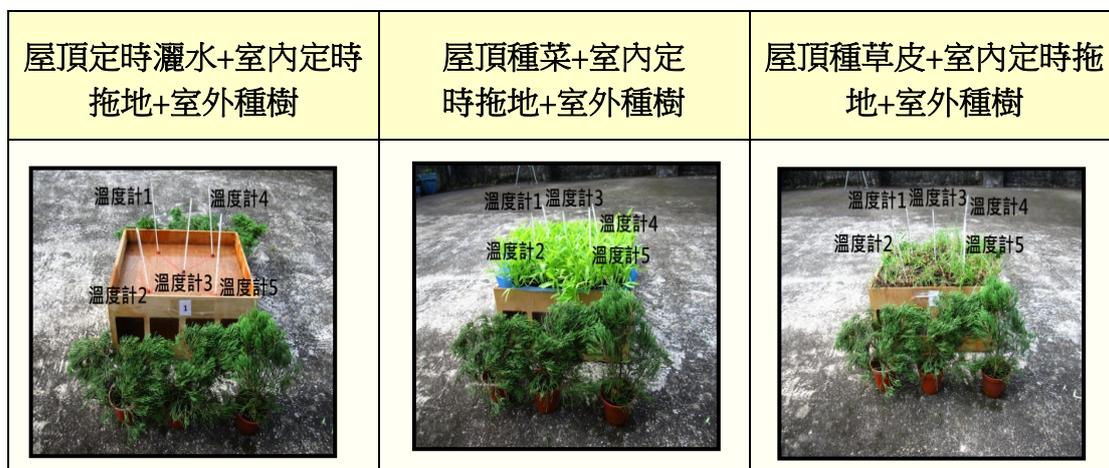
實驗一：複合式的隔熱降溫措施

1. 為了讓實驗的數據更為準確，我們決定除了屋頂的正中心之外，另外以屋頂的中心為圓心，畫一個半徑為 14cm 的圓，並在其圓周上平均插上四根溫度計加以測量溫度，再以此五支溫度計的平均溫度組彼此加以比較。
2. 設定實驗組以及對照組：
 - (1) 對照組：與 **實驗一** 相同，唯一不同處為屋頂多了四個孔，並插上四支溫度計。
 - (2) 實驗組：共三組，基本裝置與對照組的裝置相同，唯一不同之處就是每一組實驗組都有三項隔熱降溫的裝置。
3. 定時測量模型屋內的溫度，自 9:00~15:00 每隔一小時測量一次，紀錄在溫度紀錄表中。
4. 對照組與實驗組的實驗裝置如表（七）及表（八）所示：

表(七)【對照組】



表(八)【實驗組】



伍、研究結果

一、單一隔熱防熱措施對教室內溫度的影響

實驗一：屋頂加裝隔熱降溫措施

(一)「屋頂加裝隔熱降溫措施」對教室內溫度之影響的實驗紀錄如表(九)及表(十)所示：

表(九)【對照組的溫度紀錄表】

溫度 (°C) 隔熱降溫措施	時間							平均溫度
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	
對照組 (無任何防熱降溫措施)	23.8	32	33.2	34.5	33	32.5	30.5	31.4

表(十)【實驗組的溫度紀錄表】

編號	溫度 (°C) 隔熱降溫措施	時間							平均溫度	排序
		09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00		
1	屋頂鋪上保麗龍	23.8	31	32.5	33	32.8	32	30	30.7	4
2	屋頂鋪上鏡子反射太陽熱能	23.8	31	32.5	33.8	33	32	30	30.9	6
3	屋頂設置空中花園(屋頂種草皮)	23.8	31	32	32.7	32	31.2	29.5	30.3	2
4	屋頂設置空中花園(屋頂種菜)	23.8	31.2	32.2	33	32.3	31.5	29.8	30.5	3
5	屋頂加蓋鐵皮屋隔熱	23.8	32	32.5	33.5	32.2	31.5	30	30.8	5
6	屋頂定時灑水	23.8	30	31	31.5	31	30	28	29.3	1

註：排序是依照平均溫度由低至高排序

(二) 我們將「屋頂加裝隔熱降溫措施」對教室內溫度之影響的實驗紀錄，依平均溫度由低至高加以排序，結果如表(十一)所示：

表(十一) 屋頂增加隔熱降溫措施之效能排序表

編號	隔熱降溫措施	排序
6	屋頂定時灑水	1
3	屋頂設置空中花園(屋頂種草皮)	2
4	屋頂設置空中花園(屋頂種菜)	3
1	屋頂鋪上保麗龍	4
5	屋頂加蓋鐵皮屋隔熱	5
2	屋頂鋪上鏡子反射太陽熱能	6

(四) 由表(十)中我們可以得知在「屋頂增加隔熱降溫措施」中，效果最好的是「屋頂定時灑水」這項措施，而這項措施與對照組相較之下，平均溫度可達到降低 2.1°C 的功效。

實驗二：室內增加降溫措施

(一)「室內增加降溫措施」對教室內溫度的影響實驗紀錄表如表(十二)及表(十三)所示：

表(十二) 【對照組的溫度紀錄表】

溫度 ($^{\circ}\text{C}$) 隔熱降溫措施	時間	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	平均溫度
對照組 (無任何防熱降溫措施)		23.8	32	33.2	34.5	33	32.5	30.5	31.4

表(十三)【實驗組的溫度紀錄表】

編號	溫度 (°C) 時間 隔熱降溫措施	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	平均溫度	排序
		7	室內定時拖地	23.8	32	33	34	33		
8	室內晾濕抹布	23.8	31.5	32.8	34	32.1	32	30	30.9	2
9	室內用容器裝入冰塊	23.8	31	32.8	32.5	31	30	29	30.0	1

註：排序是依照平均溫度由低至高排序

(二) 我們將「室內增加降溫措施」對教室內溫度的影響實驗紀錄表，依平均溫度由低至高加以排序，結果如表(十四)所示：

表(十四) 室內增加降溫措施之效能排序表

編號	隔熱降溫措施	排序
9	室內用容器裝入冰塊	1
8	室內晾濕抹布	2
7	室內定時拖地	3

(三) 由表(十三)中我們可以得知在「室內增加隔熱降溫措施」中，效果最好的是「室內用容器裝入冰塊」這項措施，而在此實驗中這項措施與對照組相較之下，平均溫度可達到降低 1.4°C 的功效。

實驗三：室外增加隔熱降溫措施

(一)「室外增加隔熱降溫措施」對教室內溫度之影響的實驗紀錄表如表(十五)及表(十六)所示：

表(十五)【對照組的溫度紀錄表】

溫度 (°C) 時間 隔熱降溫措施	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	平均溫度

對照組 (無任何防熱降溫措施)	23.8	32	33.2	34.5	33	32.5	30.5	31.4
--------------------	------	----	------	------	----	------	------	------

表(十六)【實驗組的溫度紀錄表】

編號	溫度 (°C) 時間 隔熱降溫措施	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	平均 溫度	排序
		10	室外牆種植攀沿植物	23.8	31.2	33	33	32		
11	室外種樹	23.8	31.5	32.5	33.8	32.5	32	30	30.9	3
12	室外牆及頂樓刷白油漆	23.8	32	33	33	32	31	30	30.7	2

註：排序是依照平均溫度由低至高排序

(二) 由表(十六)溫度紀錄表中可得知隔熱降溫之效果，依序排出如表(十七)所示：

表(十七) 室外增加革熱降溫措施之效能排序表

編號	隔熱降溫措施	排序
10	教室外牆種植攀沿植物	1
12	教室外牆及頂樓刷白油漆	2
11	教室外種樹	3

(三) 由表(十六)中我們可以得知在「室外增加隔熱降溫措施」中，效果最好的是「教室外牆種植攀沿植物」這項措施，而這項措施與對照組相較之下，平均溫度可達到降低 0.8°C 的功效。

(四) 綜合實驗一、實驗二和實驗三我們可得到單一隔熱防熱措施對教室內溫度的影響溫度紀錄總表以及排序如表(十八)及表(十九)所示：

表（十八）隔熱防熱措施對教室內溫度的影響溫度紀錄總表

編號	溫度（℃） 防熱降溫措施	時間								平均溫度	排序
		09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00			
1	屋頂鋪上保麗龍	23.8	31	32.5	34	32.8	32	30	30.9	8	
2	屋頂鋪上鏡子反射太陽熱能	23.8	31	32.5	33.8	33	32	30	30.9	9	
3	屋頂設置空中花園（屋頂種草皮）	23.8	31	32	32.7	32	31.2	29.5	30.31	3	
4	屋頂設置空中花園（屋頂種菜種菜）	23.8	31.2	32.2	33	32.3	31.5	29.8	30.54	4	
5	屋頂加蓋鐵皮屋隔熱	23.8	32	32.5	33.5	32.2	31.5	30	30.8	7	
6	屋頂定時灑水	23.8	30	31	31.5	31	30	28	29.3	1	
7	教室內定時拖地	23.8	32	33	34	33	31.8	30.2	31.1	12	
8	教室內晾濕抹布	23.8	31.5	32.8	34	32.1	32	30	30.9	11	
9	教室內用容器裝入冰塊	23.8	31	32.8	32.5	31	30	29	30.0	2	
10	教室外牆種植攀緣植物	23.8	31.2	33	33	32	31.2	30	30.6	5	
11	教室外種樹	23.8	31.5	32.5	33.8	32.5	32	30	30.9	10	
12	教室外牆及頂樓刷白油漆	23.8	32	33	33	32	31	30	30.7	6	

註：排序是依照平均溫度由低至高排序

表(十九)單一隔熱防熱措施對教室內溫度的影響效果之排序

防熱降溫之措施	屋頂定時灑水	教室內用容器裝入冰塊	屋頂設置空中花園（草皮）	屋頂設置空中花園（種菜）	教室外牆種植攀沿植物	教室外牆及頂樓刷白油漆	屋頂加蓋鐵皮屋隔熱	屋頂鋪上保麗龍	屋頂鋪上鏡子反射太陽熱能	教室外種樹	教室內晾濕抹布	教室內定時拖地
排序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

註：排序是依照平均溫度由低至高排序

二、複合式隔熱防熱措施對教室內溫度的影響

實驗一：複合式隔熱防熱措施對教室內溫度的影響

(一) 複合式隔熱防熱措施對教室內溫度的影響實驗紀錄表如表(二十)至表(二十三)所示：

表(二十) 【對照組的溫度紀錄表】

時間 溫度計	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	日平均溫度
溫度計 1	33	34.7	37	37.2	36.2	35.2	35.2	35.50
溫度計 2	33	34.2	35.9	6.7	35.7	36.7	34.7	35.27
溫度計 3	33	34.2	36	36.7	35.2	35.2	34.7	35.00
溫度計 4	33	34.2	35.4	37.2	35.7	35.7	35.7	35.27
溫度計 5	33	35.5	35.5	38	35.5	35.5	35.5	35.50
平均溫度	33.00	33.60	35.96	37.16	35.66	35.66	35.16	35.17

【實驗組的溫度紀錄表】

實驗組(1)

表(二十一) 【屋頂灑水+室內定時拖地+屋外種樹】

時間 溫度計	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	日平均溫度
溫度計 1	33	31.5	34	34.2	34	33.2	33	33.3
溫度計 2	33	31	33	33.6	33.7	32.8	32.3	32.8
溫度計 3	33	30.5	32.2	32.3	33	32.3	31.8	32.2
溫度計 4	33	30.5	32.5	33	33	33	30.8	32.3
溫度計 5	33	31.5	33	33.2	32.7	32.2	30.7	32.3
平均溫度	33.00	31.00	32.94	33.26	33.43	32.70	31.72	32.56

實驗組〔2〕
【屋頂種菜+室內定時拖地+屋外種樹】

表(二十二)

時間 溫度計	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	日平均溫度
溫度計 1	33	33	33.5	34	34	34.5	33.2	33.1
溫度計 2	33	33	33	34	34	33	33.8	33.4
溫度計 3	33	33	32.5	33.5	34.5	30	33	33.0
溫度計 4	33	32.8	33	33.8	33.8	34	33.5	33.3
溫度計 5	33	33	33.2	32.2	32.2	33	34	33.5
平均溫度	33.00	32.96	33.04	33.50	33.70	32.90	33.50	33.25

實驗組〔3〕
【屋頂種草+室內定時拖地+屋外種樹】

表(二十三)

時間 溫度計	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	日平均溫度
溫度計 1	33	32.5	33	34	34.5	33.5	33.5	33.4
溫度計 2	33	31	33	34	34.5	34.4	33	33.3
溫度計 3	33	30.8	32	31	34.8	33	32.5	32.4
溫度計 4	33	31	32.5	34	34	33.2	34	33.1
溫度計 5	33	33	32	34	33.9	34.5	32	33.2
平均溫度	33.00	31.66	32.50	33.40	34.34	33.85	33.00	33.09

(二)我們將實驗組各組的平均溫度加以表列，如表(二十四)所示

表(二十四)複合式降溫設施平均溫度紀錄表

溫度 (°C) / 時間	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	平均溫度	排序
防熱降溫措施									
屋頂定時灑水+室內定時拖地+室外種樹	33.00	31.00	32.94	33.26	33.43	32.70	31.72	32.56	1
屋頂種菜+室內定時拖地+室外種樹	33.00	32.96	33.04	33.50	33.70	32.90	33.50	33.25	3
屋頂種草皮+室內定時拖地+室外種樹	33.00	31.66	32.50	33.40	34.34	33.85	33.00	33.09	2

(三) 由表(二十四)溫度紀錄表中可得知「複合式隔熱降溫措施」的隔熱降溫

效果，依序排出如表(二十五)所示：

表(二十五)複合式隔熱降溫措施對教室內溫度的影響效果之排序

防熱降溫之措施	屋頂定時灑水+室內拖地+室外種樹	屋頂種草皮+室內拖地+室外種樹	屋頂種菜+室內拖地+室外種樹
排序	1	2	3

(四) 由表(二十四)中我們可以得知在「複合式隔熱降溫措施」中，效果最好的是「屋頂定時灑水+室內拖地+室外種樹」這項措施，而在此實驗中，這項措施與對照組相較之下，平均溫度可達到降低 2.61°C 的功效。

陸、討論

一、溫度計該如何擺放，所測得的溫度較有參考價值？

溫度計擺放在教室平面的正中央，這是大家一致同意的想法，可是對於溫度計的底端（紅色酒精處）究竟該擺放在何種高度，大家的意見就開始不同了，有的人覺得溫度計直接由屋頂正中央的孔洞中插入，底端紅色酒精的部位直接接觸模型屋的地板即可，有的同學則反對這麼做，因為模型屋的地板和地表是直接接觸的，溫度計底端接觸模型屋地板所量到的溫度會透過傳導作用受到地面的影響，所以這種溫度並非模型屋內真正的溫度。有些小朋友認為將溫度計的底端放置在靠屋頂處比較好，因為靠近屋頂的地方溫度較高，實驗效果會比較明顯，易於觀察比較；有的小朋友認為還是要放在模型屋高度的正中央才對，因為正中央的溫度比較具有代表性，溫度不會太高，也不會太低。最後在經過一番討論後我們決定將溫度計的底端擺放在模型屋的正中央。

二、測量溫度時，每個模型屋的起始溫度都有些差異，是什麼原因造成的？該如解決這個問題？

測量溫度時，每個模型屋的起始溫度都有些差異，有的甚至差了 3°C，起初老師們懷疑是我們觀看溫度計的度數時，眼睛沒平視溫度計的刻度，

於是我們又將實驗重做一次，這次每個人都很注意眼睛要平視溫度計的刻度，但很令我們意外的是這一次的起始溫度仍不相同，這個結果讓我們強烈的懷疑溫度計本身的溫度就有差異，於是大夥就聚集起來，把全校一百多支的溫度計拿出來觀察，雖然我們是在同一地點同一時間之下查看這些溫度計的，我們卻發現這些溫度計所顯示的溫度差異滿大的，幾乎每隻溫度計的溫度都不相同，我們努力的在其中找到了十四支溫度相同的溫度計，把實驗再重做一次，我們相信這次的實驗一定會成功，但很令人意外的，各個模型屋的起始溫度仍不相同，而且編號比較後面的，起始溫度比較高。於是我們再次利用午休時間討論這個問題。有人提出模型屋搬運順序的問題，愈早搬出戶外的模型屋，曬太陽曬得愈久，自然溫度就會比較高，也有人提出溫度觀察登記順序的問題，愈後面觀察的模型屋，被太陽曬得愈久，自然溫度就愈高。原先我們認為搬運模型屋所花費的這短短的五~十分鐘，所產生的溫差應該很小，小到讓溫計測不出來才是，但我們忽略了不只是搬運時花費了時間，觀察測量時也花了不少時間，而這兩種時間加起來也有十~二十分鐘，這些時間是足以影響我們的實驗數據的。於是我們決定加派人手，迅速的將模型屋搬至戶外，並迅速的測量好溫度。

四、為何在教室內用容器裝入冰塊的實驗中（見表十三），模型屋內的溫度下降的幅度並不穩定？是什麼原因造成的呢？【下表為表(十三)的部份摘錄】

表(二十六)：表(十六)的部份摘錄

編號	溫度 (°C) 防熱降溫措施	時間						
		09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
	對照組 (無任何防熱降溫措施)	23.8	32	33.2	34.5	33	32.5	30.5
9	教室內用容器裝入冰塊	23.8	31	32.8	32.5	31	30	29

在教室內用容器裝入冰塊的實驗中，我們發現在上午 10 點時，對照組的溫度為 32°C，而實驗組的溫度為 31°C，溫度下降了 1°C；在上午 11 點時，對照組的溫度為 33.2°C，而實驗組的溫度為 32.8°C 僅僅下降了 0.4°C；在上午 12 點時，對照組的溫度為 34.5°C，而實驗組的溫度為 32.5°C 下降了 2°C，這些不尋常的現象讓我們覺得很疑惑，因此大家詢問當時負責觀察紀錄的同學們，在觀察時有無特別的狀況，他們回答室內用容器裝冰塊的這組，這些裝

有冰的杯子，在放置一個小時後，並未完全融化，因此繼續使用，直到兩小時過後，再次測量溫度時，他們發現冰塊幾乎要融化完畢了，有些甚至已經完全融化，這時，他們才換上新的一杯冰。因此我們推測可能是因為免洗杯內冰塊量的多寡而讓實驗結果產生變化，在第一個小時開始時，冰塊是很完整未融化的一杯冰塊，而在第二小時的時候，冰塊幾乎全部融化，降溫效果自然大打折扣。

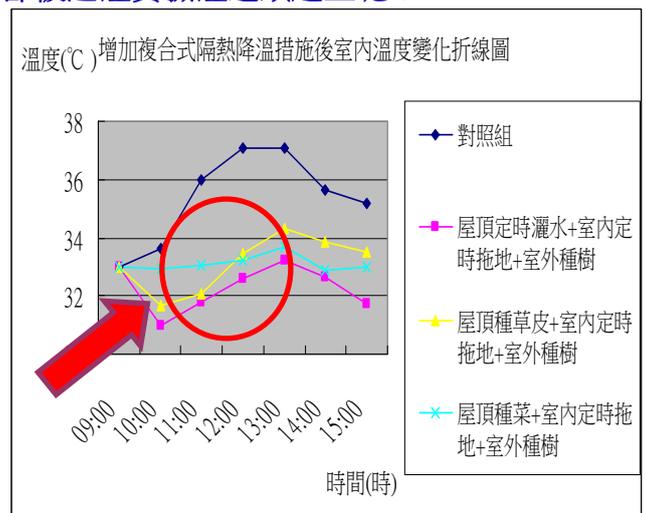
五、在進行「教室外種樹」這項實驗時，所測得的溫度為什麼會比對照組的溫度還要高呢？

在進行室外增加隔熱降溫措施---**教室外種樹**這項實驗時，我們希望降溫效果能夠更好，所以特意將盆栽緊密排列，而且把它們擺放在非常靠近教室的地方，希望樹蔭能幫忙遮蔽更多的陽光，使模型屋內更加涼爽。可是我們卻發現所測得的溫度有時竟然會比對照組還要高，這令我們相當訝異。經過大家的討論後，我們推測可能是我們的盆栽擺放得太緊密了，而且也太靠近教室了，造成模型屋內的空氣不能流通，反而讓模型屋內變得更悶熱，於是我們改變樹木擺放的位置，讓它離開教室一段距離，而且讓樹木與樹木間保有一點的距離與空隙，最後終於順利的讓模型屋內的溫度下降。

六、為什麼在「複合式隔熱防熱措施」的實驗中，「屋頂種草皮+室內拖地+室外種樹」這項措施，在剛開始的兩小時降溫效果勝於「屋頂種菜+室內定時拖地+室外種樹」的實驗裝置，可是後來卻被這組實驗組迎頭趕上呢？

經過討論後，我們發現「屋頂種草皮+室內拖地+室外種樹」這個實驗裝置，當初在挖掘草皮時，為了讓移植的草皮能順利的活下來，因此挖了很很厚的泥土隨著草一起移植，這與我們種小菜苗所使用的土來相比，可說是厚實多了，因此，雖然這塊草皮長得並不茂盛，但厚實的泥土卻能吸收大量的水，讓溫度不易上升，但少了許多茂盛的葉子遮蔽陽光，因此水份很快就蒸發了，降溫效果漸

失。反觀小菜苗，因為怕根在太多水的狀況下會腐爛，因此不能幫菜苗澆太多水，所以一開始菜苗的降溫效果平平，但因為有茂盛的葉子遮陽，所以能



圖(一) 增加複合式隔熱降溫措施後室內溫度變化折線圖

達到長時間穩定的降溫的效果。

七、以空中花園的構想來達到隔熱降溫的目的是相當環保的；以頂樓定時灑水來達到降溫的目的，不但效果佳，而且也省時方便。但是，這兩種方法都需要用到大量的水，而水也需要馬達來抽取，所以也會耗損一些電力，雖然比起其他方法是比較環保，但還是不夠完美，有沒有方法可以解決空中花園耗水耗電的問題呢？

經過大家上網查詢資料後，我們發現「水撲滿」和「太陽能發電板」可以解決這個問題。水撲滿就是將水收集，重新再利用，以供不時之需，由於與存錢的「撲滿」意義雷同，所以命名為「水撲滿」。我們可以設立小型「水撲滿」，收集雨天雨水及洗手台洗手用水，再以太陽能發電所儲存的電力將水撲滿的水抽至頂樓，就可以供空中花園使用了，所以只要建置水撲滿、太陽能板、蓄電池、馬達與灑水器，利用太陽能抽取水撲滿的水灌溉空中花園，就能完成自給自足的系統，做到真正的環保了。

柒、結論

一、 單一隔熱降溫措施

- (1) 以效果而言，屋頂定時灑水效果最好。
- (2) 以環保而言，在教室旁種樹或是在教室外牆種植攀沿植物都能使教室內達到降溫的效果，但效果並不特別顯著。在屋頂種菜或種草也很環保，且隔熱降溫效果佳，可是仍要耗費一些電力與水資源，這是美中不足之處。
- (3) 以經濟性而言，在屋頂種菜不但可以降溫，種植的蔬菜本身可行光合作用解緩地球暖化，而蔬菜收成後又可進行交易買賣，可說是一舉數得。

二、複合式隔熱措施：複合式隔熱措施效果均相當不錯，且相當環保值得推廣。

三、若想要以空中花園或頂樓定期灑水來達到隔熱降溫的目的，可同時建置能收集雨水的水撲滿，收集的雨水不只可用來澆灌花草蔬菜，還可以用來清掃以及消防滅火等，可說一舉數得。

四、若想要以空中花園或頂樓定期灑水來達到隔熱降溫的目的，也可以同時建置太陽能板、蓄電池、馬達與灑水器，利用太陽能抽取水撲滿的水灌溉空中花園，完成自給自足系統。

捌、參考資料及其他

- 一、詹志禹。自給自足環保空中花園系統。民 96 年 8 月 25 日，取自：
http://npo-emba.blogspot.com/2007/08/blog-post_25.html
- 二、翁彩瓊。永續性綠建築展在臺灣。民 98 年 11 月 25 日，取自：
<http://bioind.ttu.edu.tw/?p=1603>
- 三、林憲德。打造「綠建築」！。科學人雜誌網。民 95 年 10 月 22 日，取自：
http://sa.ylib.com/noteasy/noteasy_show.asp?CourseType=1&CourseNo=39

【評語】 080808

本作品所探討的是當前時興的議題，驗證建築物室內降溫的方式，所採用的幾種隔熱降溫的設計，多為目前已知的方法，但運用模型進行控制實驗，或可提出具體證據，作者應考慮模型模擬應用於實務上的可能限制，複合式的措施如何奠基於單項實驗結果，研究中的思考歷程可更有系統的呈現。