

# 屏東縣第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)(環保與民生)

組 別：國中組

作品名稱：「殼」以隔熱，「殼」以隔音



關鍵詞：隔熱、環保建材、植物殼

編號：B7035

# 目錄

摘要.....	第 3 頁
一、研究動機.....	第 4 頁
二、文獻探討.....	第 4 頁
三、研究架構.....	第 5 頁
四、研究目的.....	第 6 頁
五、研究器材及設備.....	第 6 頁
六、研究過程及方法.....	第 7~10 頁
七、研究結果與討論.....	第 10~27 頁
八、結論.....	第 28~29 頁
九、參考文獻資料.....	第 29 頁

## 作品名稱：「殼」以隔熱，「殼」以隔音

### 摘要

本實驗研究-小麥、花生殼、龍眼殼、咖啡渣、葵瓜子殼是否有隔熱和隔音的效果。用白膠和糯米作為黏合的材料，並利用木板和紙箱作為隔熱及隔音的裝置，測量材料在不同厚度下，室外陽光下和室內燈光下的隔熱效果，以及不同波型和頻率下的隔音效果。實驗顯示：

- 一、五種殼版都有隔熱降溫的效果，室外陽光下，降溫效果最好可達到 8°C，在室內燈光下溫度最高可上升到 47-48°C，因此測到殼板的降溫效果竟可高達 26°C。
- 二、分析氣溫和這些隔板降溫度數的關係圖發現花生殼、葵瓜子殼有顯著的相關；小麥、咖啡渣和龍眼殼有高度相關。
- 三、密度和隔熱效果並沒有顯著相關性，但對隔音有一些影響。
- 四、隔板增厚之後，隔熱不一定變好，但咖啡渣隔熱效果增加 2 倍之多。
- 五、殼板增厚隔音效果最好的是咖啡渣殼板，在各種波形都明顯變好，其他殼板就不一定了。

## 壹、研究動機

到了炎炎夏日，待在屋子裡的我們覺得天氣很熱，沒開冷氣熱的受不了，開了冷氣又浪費電，而且成了地球溫室效應的幫手，抬頭看看屋頂，想到古人們也沒冷氣，炎熱的夏天他們怎麼過的?是否在房子的建材上以前比較天然，隔熱比較好，覺得現在的屋頂材質沒有那麼環保。剛好在影片上看到一些熱帶地區的人們用椰子殼來建造屋頂，既隔熱又環保，激發我們研究環保隔熱材質的動力。

台灣是水果王國，有很多天然的水果殼，裡面能吃的吃完就被丟掉了，很浪費。於是我去網路上搜尋了一些天然的殼，是否有其他的功用，發現像是花生殼就有隔熱的效果，因此我找了幾位有興趣的同學，一起用小麥、花生殼、龍眼殼、咖啡渣、葵花子殼等材料，希望能研發新的隔熱建材，於是開始做本次實驗。

## 貳、文獻探討

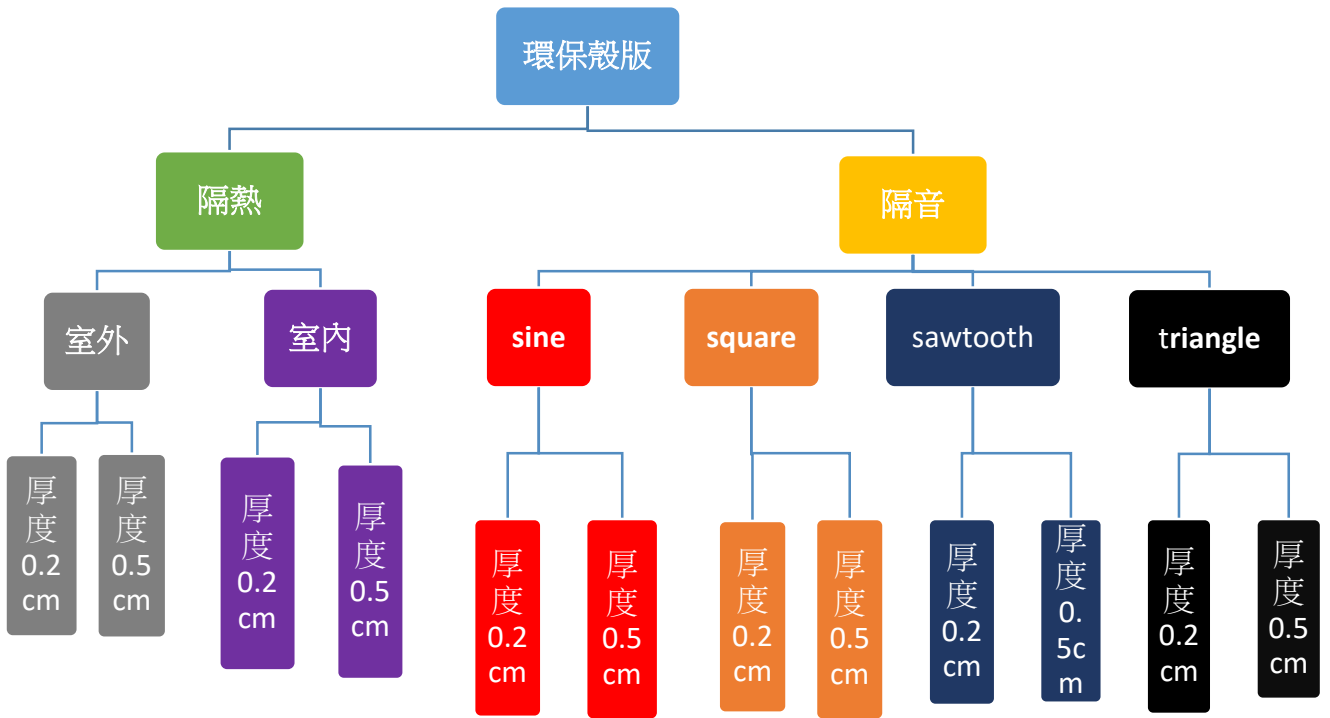
### 點食成金—

粗糠在早期是毫無價值之物，只能當堆肥。但今日隨著能源危機、地球暖化等議題，廢物利用成了大學問，不值一毛的粗糠也成了黃金

### 花生殼有何耐—

生活中常常將不用的花生殼丟掉，這形成一種浪費，因此我們決定研究花生殼的特性，在加入學校科展團隊與老師的指導之下，找來老師親戚家剩下來的花生殼，以花生殼為題材，進行一系列的實驗，主要在探討花生殼特性、花生殼製作成花生殼板的可行性和花生殼板可運用的範圍。在進行研究之後發現，

# 參、研究架構







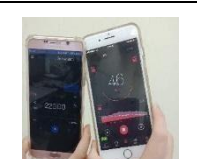










## 肆、研究目的

- 一、探討自製環保殼板，對屋內升溫及降溫的影響。
- 二、探討自製環保殼板的**密度**，對屋內升溫及降溫的影響。
- 三、探討自製環保殼板的**厚度**，對屋內升溫及降溫的影響。
- 四、探討自製環保殼板的**隔音效果**。
- 五、探討自製環保殼板的**密度**對隔音的影響。
- 六、探討自製環保殼板的**厚度**對隔音的影響。

溫度的實驗皆分兩部分:  
 (1)室外實驗—殼板在**室外**  
**陽光**下的隔熱效果  
 (2)室內實驗---殼板在**室內**  
**燈光**下的隔熱效果

## 伍、研究器材及設備

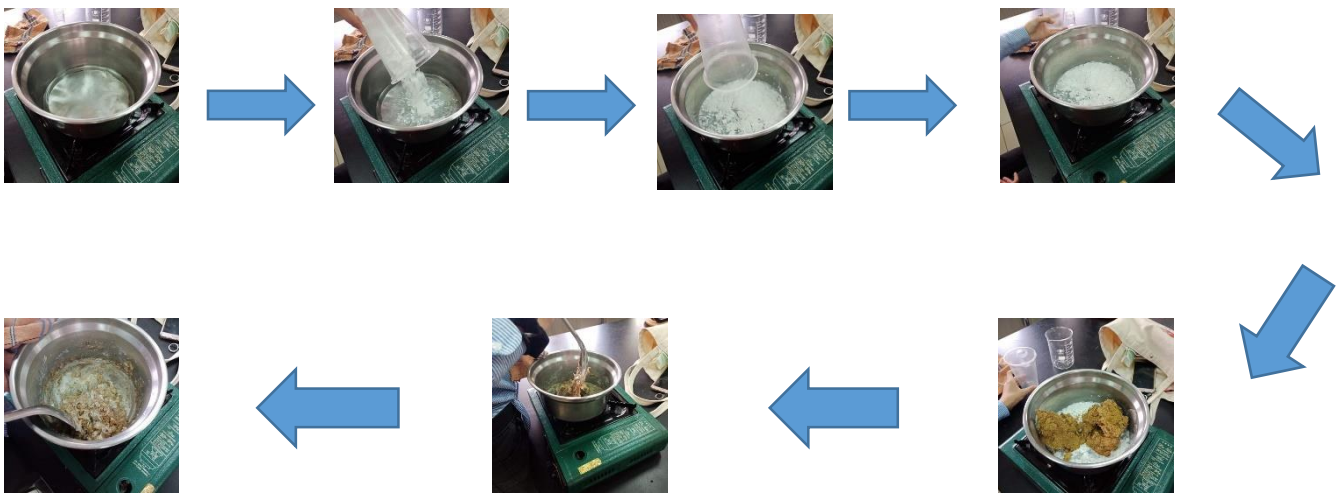
小麥	龍眼殼	花生殼	咖啡渣	葵瓜子殼
				
白膠	手機	透明塑膠板	檯燈	木板
				
溫度計	熱熔槍	果汁機	紙箱	糯米粉
				

## 陸、研究過程與方法

※製作殼版：

厚度 0.2cm: 在透明塑膠板塗一層白膠，再將五種材料倒入果汁機，打成粉狀後覆蓋在白膠，使殼版凝固後完成。

厚度 0.5cm: 將糯米粉、水和環保材料大概比例，並依照此比例做每一個，將糯米粉、水及環保材料放進鍋子，並以小火烹煮



※製作隔熱用模型屋:

材料:長=19.3cm 寬=14.1cm 的木板，用熱熔膠將五塊木板黏合，在朝前方的木板打一個能讓溫度計放進去的洞。

### 一、探討自製環保殼版，對屋內升溫及降溫的影響。

(1)室外—殼版在室外陽光下的隔熱效果

操縱變因:5 種材質

控制變因:厚度 0.2cm

應變變因:隔熱效果

對照組:白膠



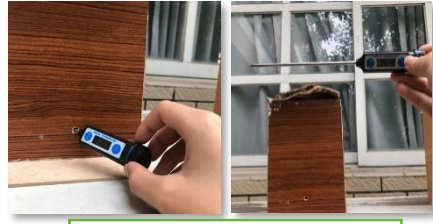
隔熱模型屋放室外

1. 將不同的環保材料殼版放置在模型屋的屋子上



曝曬在陽光底下

2. 每 50 分鐘測量屋子內、外溫度 1 次
3. 分析整理實驗結果



測量隔熱模型屋  
屋內及屋外溫度

## (2)室內---殼板在室內燈光下的隔熱效果

1. 將不同的環保材料殼板放置在模型屋的屋子上
2. 曝曬在底臺燈下每 5 分鐘測量屋子內、外溫度 1 次
3. 分析整理實驗結果



測量隔熱模型屋在室內燈光下屋內及屋外溫度

## 二、探討自製環保殼板的密度，對屋內升溫及降溫的影響。

1. 測量材料質量、體積並計算殼板密度
2. 比較隔熱效果和密度有無影響

## 三、探討自製環保殼板的厚度，對屋內升溫及降溫的影響。

方法同實驗一，只是殼板厚度改成 0.5cm

## 四、探討自製環保殼板的隔音效果。

操縱變因:5 種材質

控制變因:厚度 0.2cm

應變變因:隔音效果

對照組:白膠



用紙箱做成的隔音模型屋

1. 在紙箱中間切一條能讓殼板放進去的縫隙



放

2.準備兩台手機，下載記錄聲音分貝量及製造聲音頻率的 APP

3.在紙箱的一邊放置手機開啟分貝計程式，另一邊

頻率製造器

4.分析整理實驗結果



一端手機測分貝的多少

**五、探討**自製環保殼板的**密度**對隔音的影響。

1. 測量材料質量、體積並計算殼板密度
- 2.比較隔音效果和密度有無影響

**六、探討**自製環保殼板的**厚度**對隔音的影響。

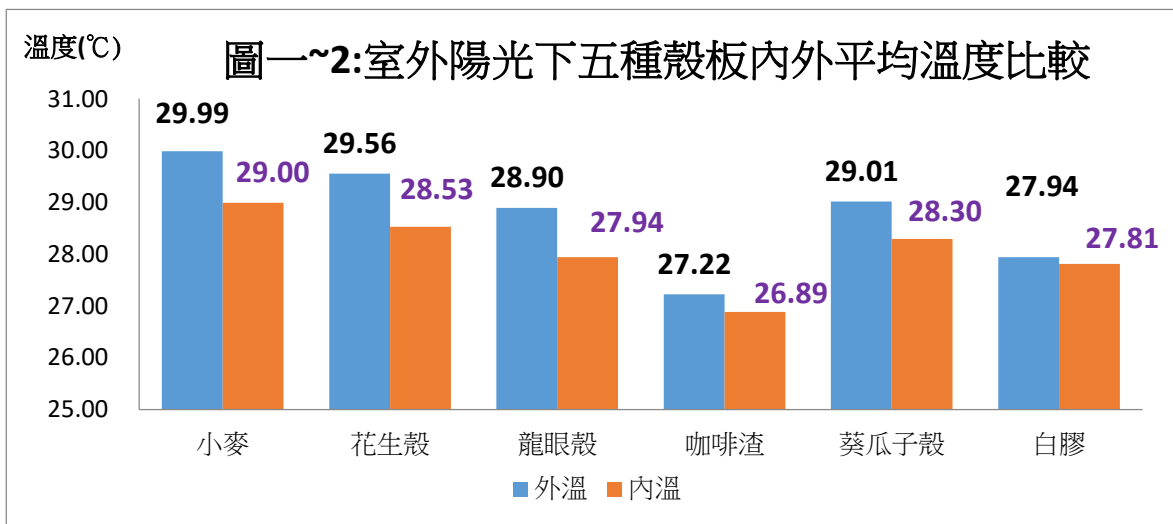
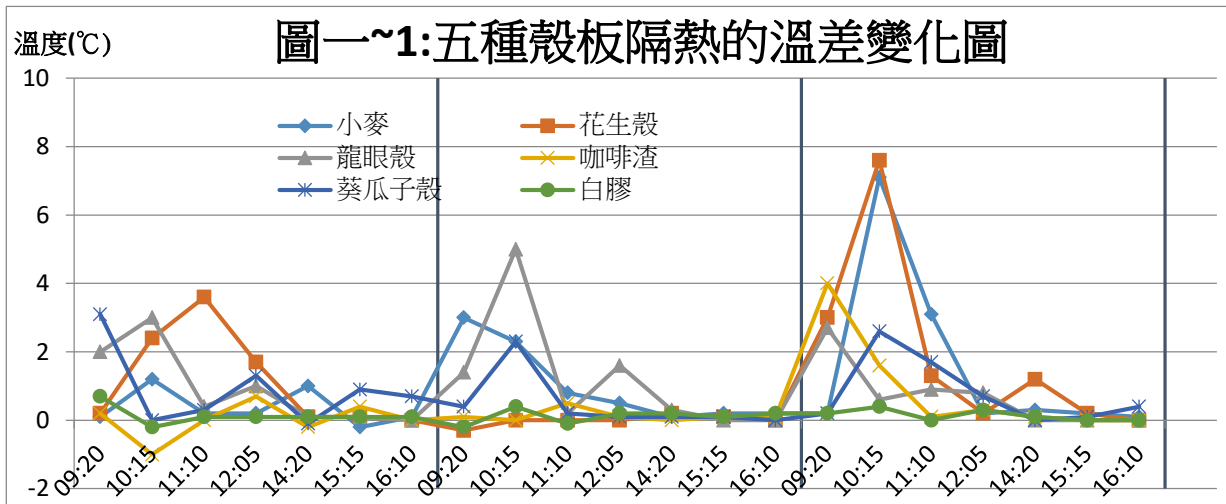
方法同實驗四，只是殼板厚度改成 0.5cm

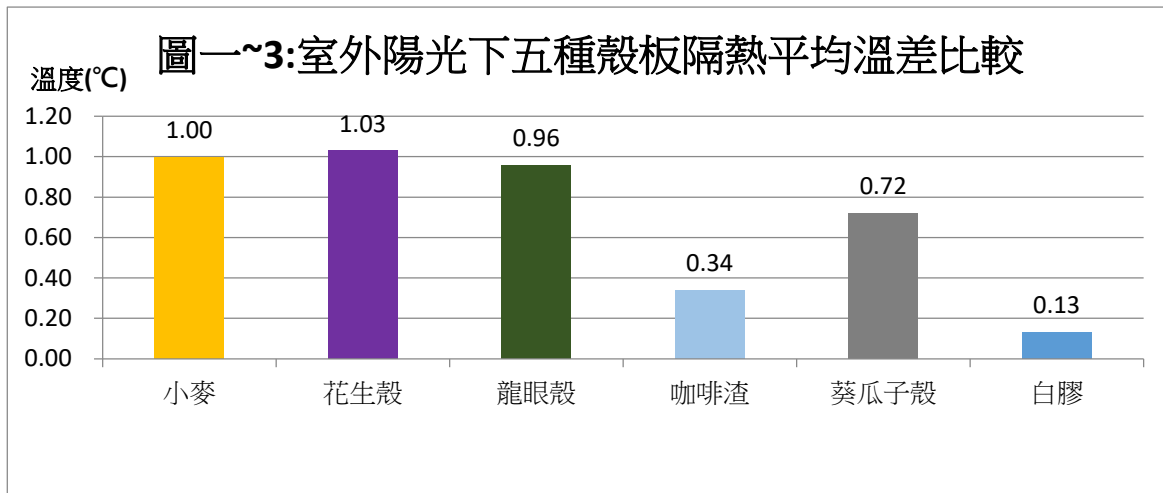
# 柒、研究結果與討論

## 一、探討自製環保殼板，對屋內升溫及降溫的影響。

### (1)室外一般殼板在室外陽光下的隔熱效果

將五種殼版在陽光下測量三天，發現殼版的隔熱效果如下圖：

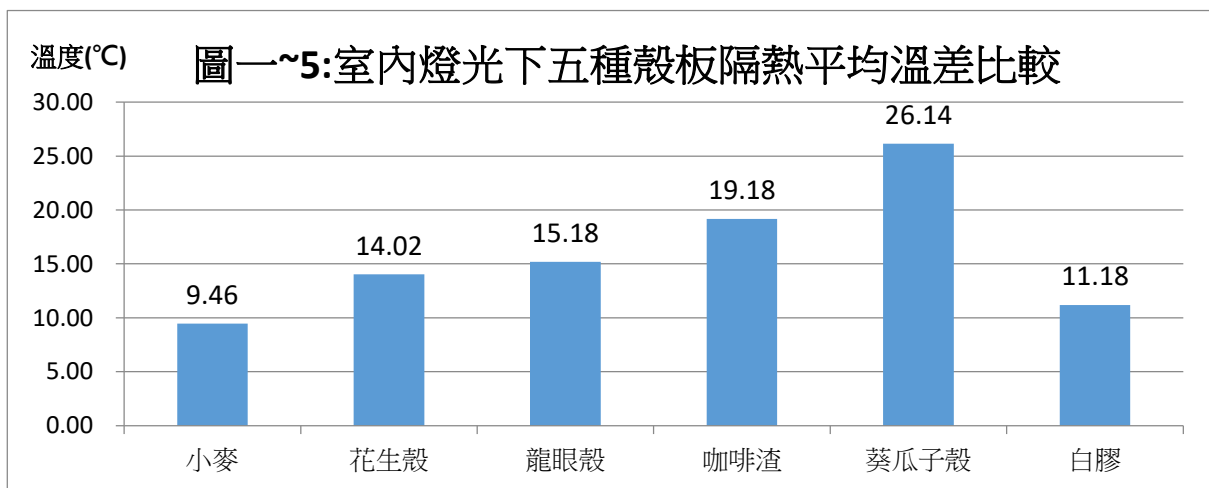
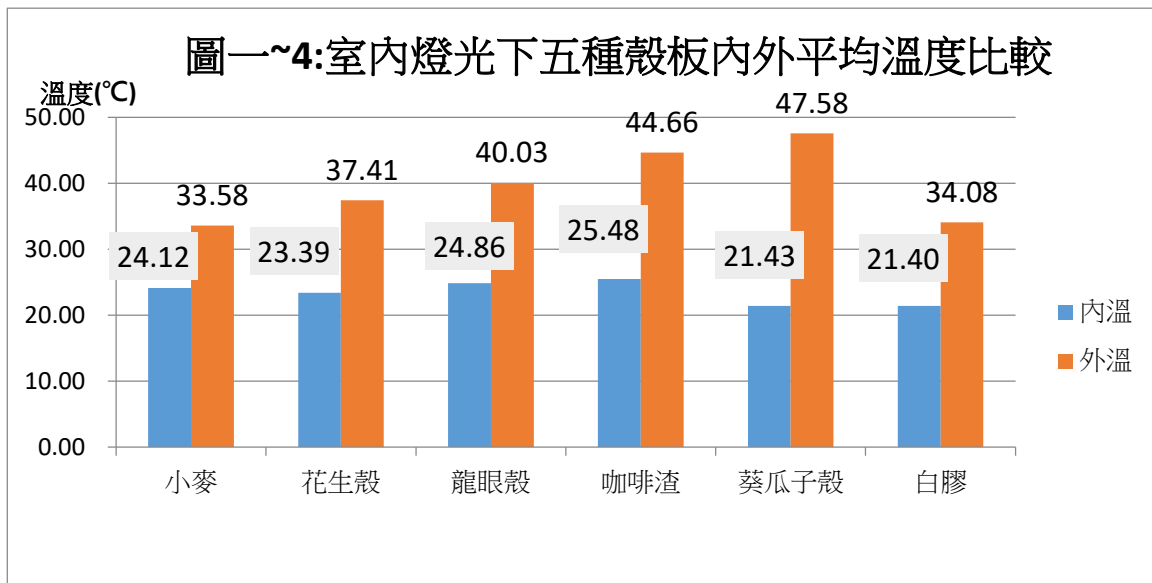




### 【結果與討論】

- 1.圖一~1 發現三天的觀測結果，五種殼版都有隔熱降溫的效果，降溫效果最好可達到 8°C，除了白膠沒什麼效果外，大致上來講，每天的降溫效果大都有超過 2°C 的情形。
- 2.三天下來，隔熱屋模型在五種殼板下，屋外平均溫度都比屋內平均溫度高，再次證明五種殼板皆有隔熱效果(圖一~2)。
- 3.哪這五種殼版的隔熱效果到底誰比較好呢?由圖一~3 可以看出隔熱前三名是花生殼、小麥殼和龍眼殼，他們平均可降溫大約 1°C，效果最差的是咖啡渣。
- 4.我們發現隔熱較好的都是顏色較淺的，不易吸熱而咖啡渣顏色較深，較容易吸熱，推測或許是顏色深淺影響其隔熱，當然也可能是這些殼本身的特質所造成，因此我們後面的實驗分析了密度的因素。次外我們還想到可以用活性碳將這些殼粉先脫色再來做實驗，就可證實是否為顏色因素了，但因時間不夠，得等日後再進一步來探究了。

## (2)室內---殼板在室內燈光下的隔熱效果

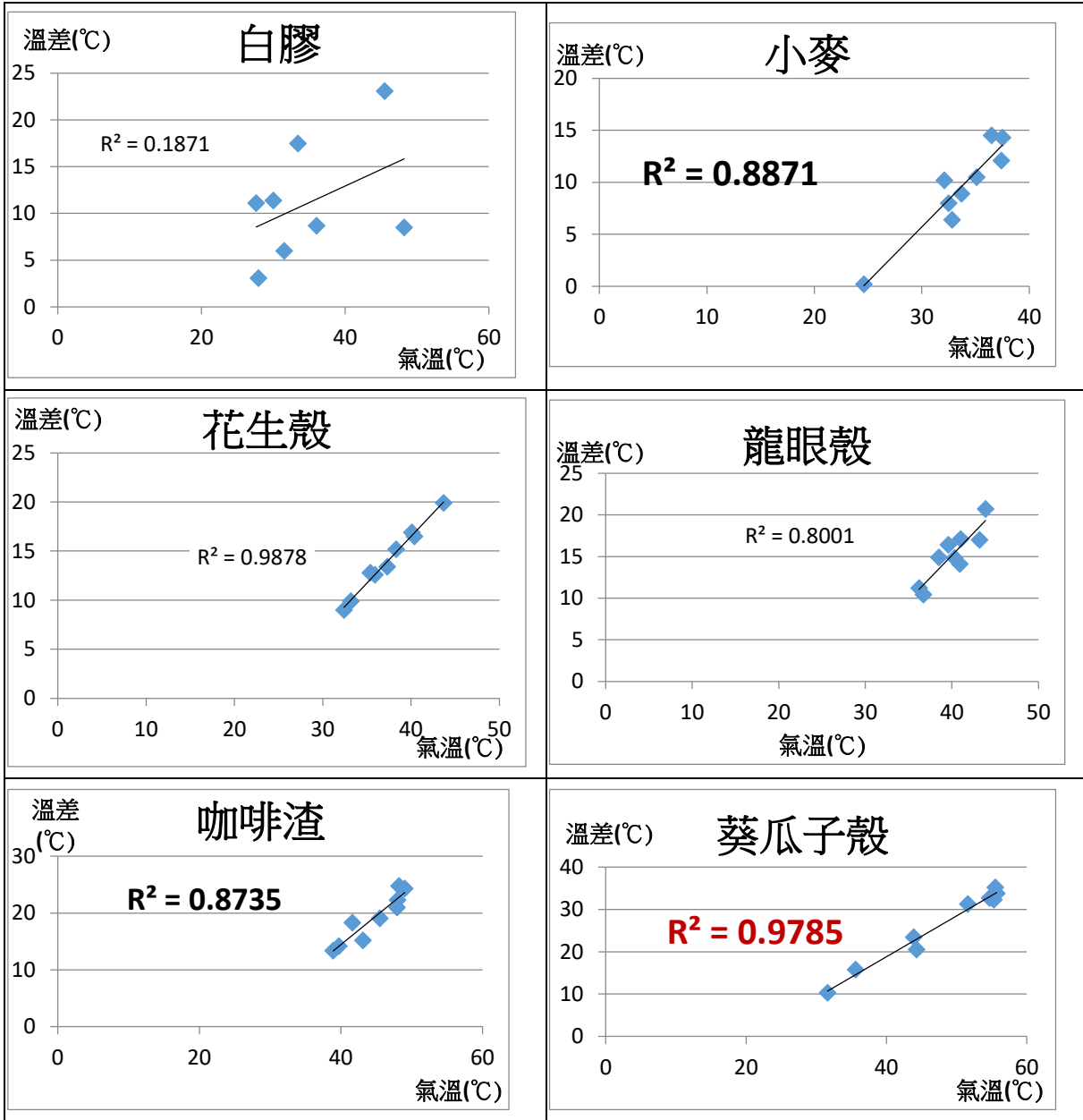


### 【結果與討論】

1. 室內燈光具有較穩定的光源，發現這五種殼板的隔熱效果比在室外陽光下測到的效果好很多，陽光下實驗時我們發現溫度最高時，殼板的隔熱效果會較顯著，但是實驗時的氣溫最高只到 30°C 左右，降溫效果只來到 7-8°C，但燈光下溫度最高可上升到 47-48°C，因此測到殼板的降溫效果竟可高達 26°C，室內維持的溫度都在 25°C 以下，如果實驗很精準的話，用這些殼板蓋房子的屋頂，家裡就不須裝冷氣了，對節能減碳真是一大助益(圖一~4 和圖一~5)。
2. 實驗也發現室外高溫時殼板的隔熱與低溫時不相同，高溫時，葵瓜子殼效果最佳，咖啡渣也不錯，小麥效果變得最差，與室外較低溫時(陽光下)幾乎相反，到底溫度讓這些殼產生了甚麼變化，值得進一步來探討。

3. 我們試著分析氣溫和這些隔板降溫度數的關係圖發現花生殼、葵瓜子殼有顯著的相關；小麥、咖啡渣和龍眼殼有高度相關；白膠則關係不明顯，所以這些殼板在溫度高時大都有明顯的隔熱效果。

表一:五種殼板，氣溫和溫差的相關性



## 二、探討自製環保殼板的密度，對屋內升溫及降溫的影響。

表二:五種殼板密度和溫差的比較

種類	密度	陽光下測量溫差	燈光下測量溫差
小麥	0.99	1.00	9.46
咖啡渣	0.74	0.34	19.18
花生	0.71	1.03	14.02
葵瓜子	0.7	0.72	26.14
龍眼	0.52	0.96	15.18

### 【結果與討論】

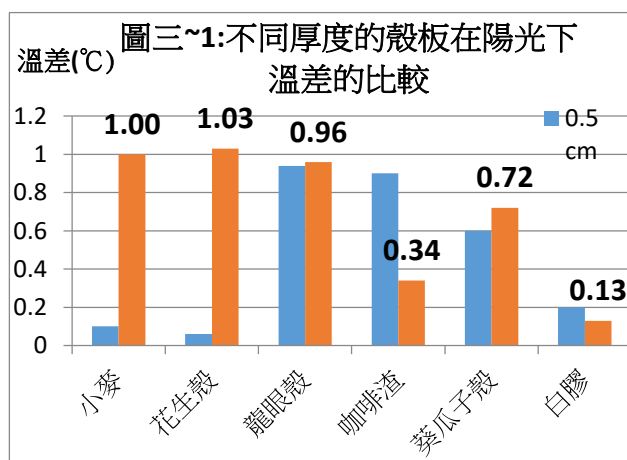
1. 小麥密度最大，在陽光下隔熱效果不錯，在高溫的燈光下效果不太好。
2. 龍眼密度最小，在陽光下隔熱效果不錯，在高溫的燈光下效果不太好。
3. 在陽光下隔熱效果最好的花生和在高溫的燈光下效果最好的葵瓜子，密度則是中等。
4. 綜合以上，密度和隔熱效果並沒有相關性。

## 三、探討自製環保殼板的厚度，對屋內升溫及降溫的影響。

(一)室外—增厚的殼板在室外陽光下的隔熱效果

表二:五種殼板的厚度和溫差的比較  
(室外陽光下)

	0.5cm	0.2cm
小麥	0.1	1.00
花生殼	0.06	1.03
龍眼殼	0.94	0.96
咖啡渣	0.9	0.34
葵瓜子殼	0.6	0.72
白膠	0.2	0.13



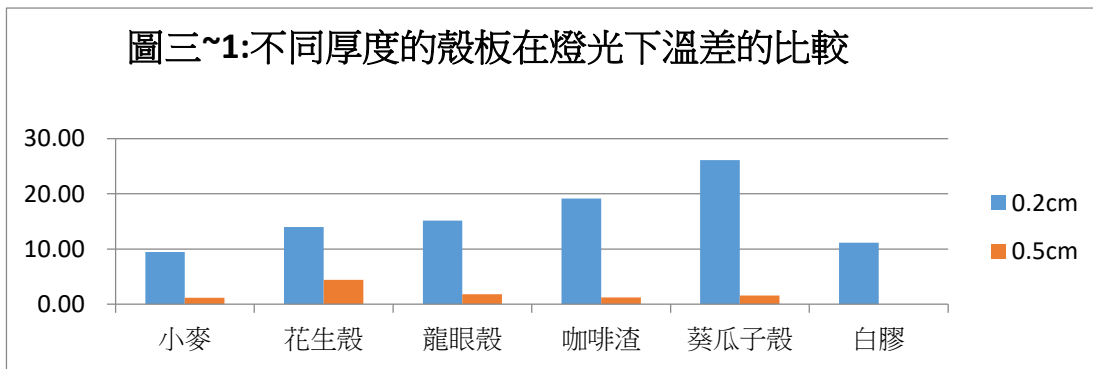
### 【結果與討論】

1. 小麥、花生、龍眼殼和葵瓜子殼在增厚之後，隔熱效果反而變差，尤其小麥和花生竟然降低 10 倍以上，這真是顛覆我們的想像，原因有待進一步實驗來釐清。
2. 只有咖啡渣在增厚之後隔熱效果有變好，增加 2 倍之多。

#### (二)室內---增厚的殼板在室內燈光下的隔熱效果

表三:五種殼板的厚度和溫差的比較(室內燈光下)

	0.2cm	0.5cm
小麥	9.46	1.17
花生殼	14.02	4.44
龍眼殼	15.18	1.83
咖啡渣	19.18	1.23
葵瓜子殼	26.14	1.62
白膠	11.18	0



### 【結果與討論】

1. 加厚之後，在燈光下隔熱效果並沒有變好，這次燈光變弱了，溫度只有 20 幾度，只比戶外陽光下的效果好一些，是否要在溫度高時才能顯現殼板的隔熱效果，需要再次的實驗來驗證。
2. 綜合以上實驗，氣溫低時，殼板的厚度不影響其隔熱效果。

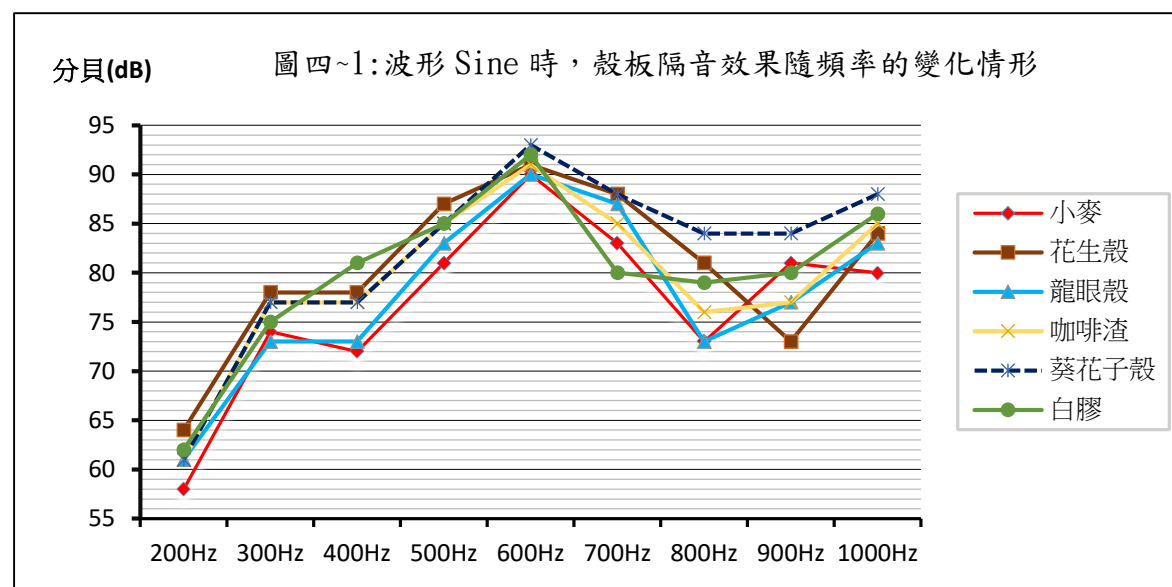


#### 四、探討自製環保殼板(厚度 0.2cm)的隔音效果。

表四~1:五種殼板在波形 Sine 時，隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Sine	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	58	64	61	61	61	62
300Hz	74	78	73	77	77	75
400Hz	72	78	73	77	77	81
500Hz	81	87	83	85	85	85
600Hz	90	91	90	91	93	92
700Hz	83	88	87	85	88	80
800Hz	73	81	73	76	84	79
900Hz	81	73	77	77	84	80
1000Hz	80	84	83	85	88	86

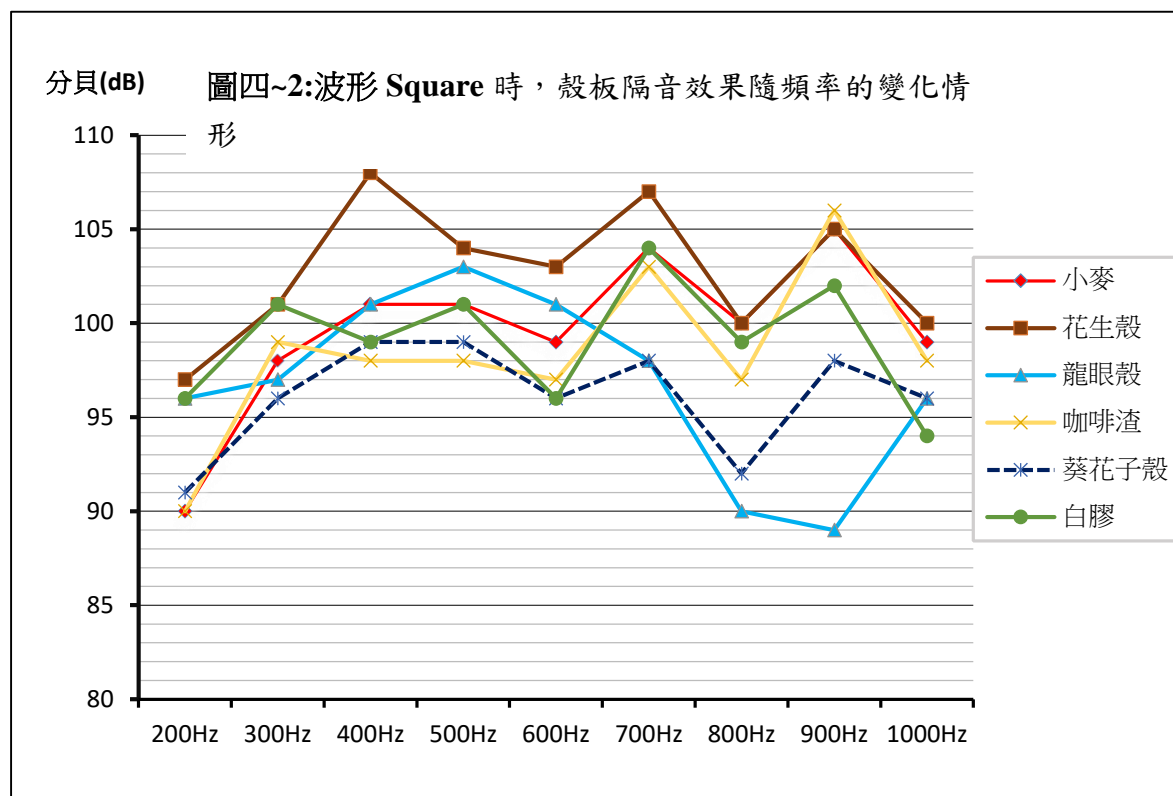


1. 由上圖表發現，波形 Sine 時，五種殼板都是隨頻率增加隔音效果也變差，到 600Hz 最差，之後隔音效果就隨著頻率增加而增加了。
2. 整體表現是小麥隔音效果最好，龍眼次之，其他的都不好。

表四~2:波形 Square 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Square	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	90	97	96	90	91	96
300Hz	98	101	97	99	96	101
400Hz	101	108	101	98	99	99
500Hz	101	104	103	98	99	101
600Hz	99	103	101	97	96	96
700Hz	104	107	98	103	98	104
800Hz	100	100	90	97	92	99
900Hz	105	105	89	106	98	102
1000Hz	99	100	96	98	96	94

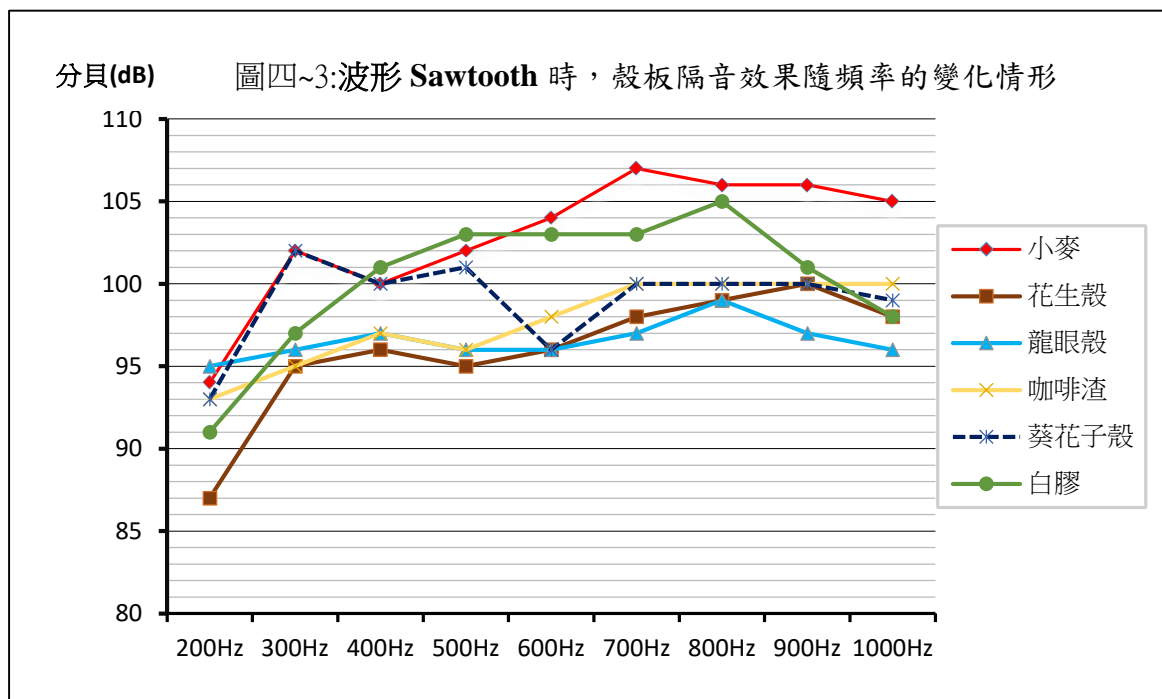


- 1.由上圖表發現，波形 Square 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果變化不大。
- 2.整體表現葵瓜子殼最好，高頻時，龍眼殼最好，低頻時咖啡渣最好。
3. 波形 Sine 時表現最好的小麥，在波形 Square 時隔音效果最差；葵瓜子殼剛好相反。

表四~3:波形 Sawtooth 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Sawtooth	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	94	87	95	93	93	91
300Hz	102	95	96	95	102	97
400Hz	100	96	97	97	100	101
500Hz	102	95	96	96	101	103
600Hz	104	96	96	98	96	103
700Hz	107	98	97	100	100	103
800Hz	106	99	99	100	100	105
900Hz	106	100	97	100	100	101
1000Hz	105	98	96	100	99	98

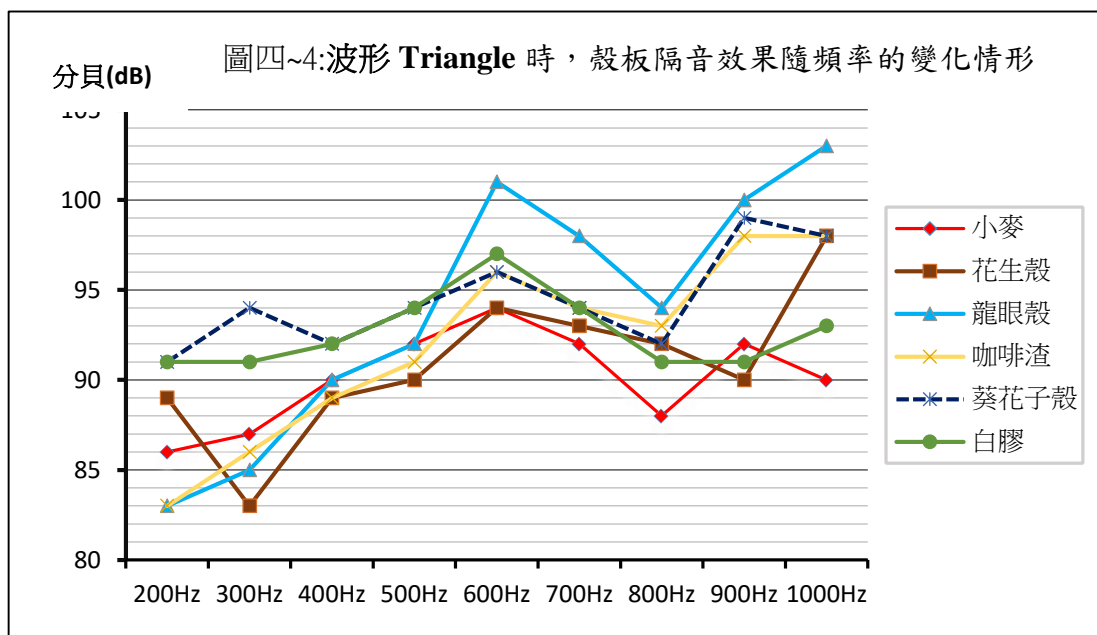


- 1.由上圖表發現，波形 Sawtooth 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果有變差的趨勢。
- 2.整體表現花生殼最好，高頻時，龍眼殼最好，低頻時花生殼最好，咖啡渣也不錯。
- 3.小麥在這種波形依然表現最差；花生殼終於出頭天了。

表四~4:波形 **Triangle** 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Triangle	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	86	89	83	83	91	91
300Hz	87	83	85	86	94	91
400Hz	90	89	90	89	92	92
500Hz	92	90	92	91	94	94
600Hz	94	94	101	96	96	97
700Hz	92	93	98	94	94	94
800Hz	88	92	94	93	92	91
900Hz	92	90	100	98	99	91
1000Hz	90	98	103	98	98	93



- 1.由上圖表發現，波形 **Triangle** 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果有變差的趨勢。
- 2.整體表現小麥和花生最好，高頻時，小麥最好，低頻時花生殼最好，咖啡渣和龍眼也不錯。

## 【結果與討論】

1. 將四種波形表現最好(紅色)和最差(黑色)的整理如下表:

波形	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	最好	最差	最好	最差	最好	最差	最好	最差
200Hz	小麥	花生	小麥、咖啡	花生	花生	龍眼	龍眼 咖啡	白膠、 葵瓜子
300Hz	龍眼	花生	葵瓜子	花生、白 膠	花生	小麥、白 膠	花生	葵瓜子
400Hz	龍眼	白膠	咖啡	花生	花生	白膠	花生 咖啡	白膠、 葵瓜子
500Hz	小麥	花生	咖啡	花生	花生	白膠	花生	白膠、 葵瓜子
600Hz	小麥、龍眼	葵瓜子	葵瓜子	花生	花生、龍眼 葵瓜子	小麥	小麥 花生	龍眼
700Hz	白膠	花生	龍眼、葵瓜 子	花生	龍眼	小麥	小麥	龍眼
800Hz	小麥、龍眼	葵瓜子	龍眼	花生	花生、龍眼	小麥	小麥	龍眼
900Hz	花生	葵瓜子	龍眼	咖啡	龍眼	小麥	花生	龍眼
1000Hz	小麥	葵瓜子	白膠	花生	龍眼	小麥	小麥	龍眼

2. 目前電子音樂風行，各種波形的聲音充滿周遭的環境，或許以上這些環保材質可提供作耳機及建材時的一些參考。

## 五、探討自製環保殼板的密度對隔音的影響。

表五:密度與隔音的關係

種類	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle
小麥	0.99	76.89	99.66	102.89	90.11
花生殼	0.71	80.44	102.78	96	90.89
龍眼殼	0.52	77.78	96.78	96.56	94
咖啡渣	0.74	79.33	98.44	97.67	92
葵瓜子殼	0.7	81.89	96.11	99	94.44

**【結果與討論】**

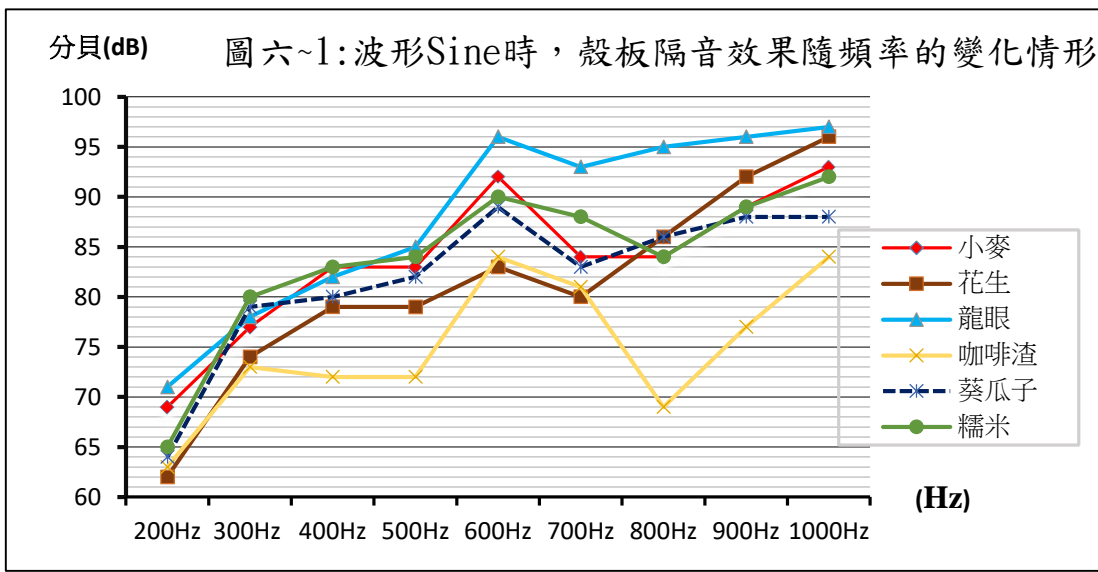
1. 一般隔音的材質通常都是密度小含有許多空隙，讓聲音傳播的速度減慢或變小，我們的殼板密度都不大，也都具有隔音效果，其中龍眼的密度最小，在 Square 和 Sawtooth 的波形時隔音效果也最好，在 Triangle 波型時隔音卻變成最差的。
2. 小麥密度最大，在 Sine 波和 Triangle 波隔音最好，在 Sawtooth 波時隔音最差，所以密度對隔音有一些影響，但還有其他因素會影響隔音效果。

**六、探討自製環保殼板的厚度(0.5cm)對隔音的影響。**

表六~1:波形 Sine 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

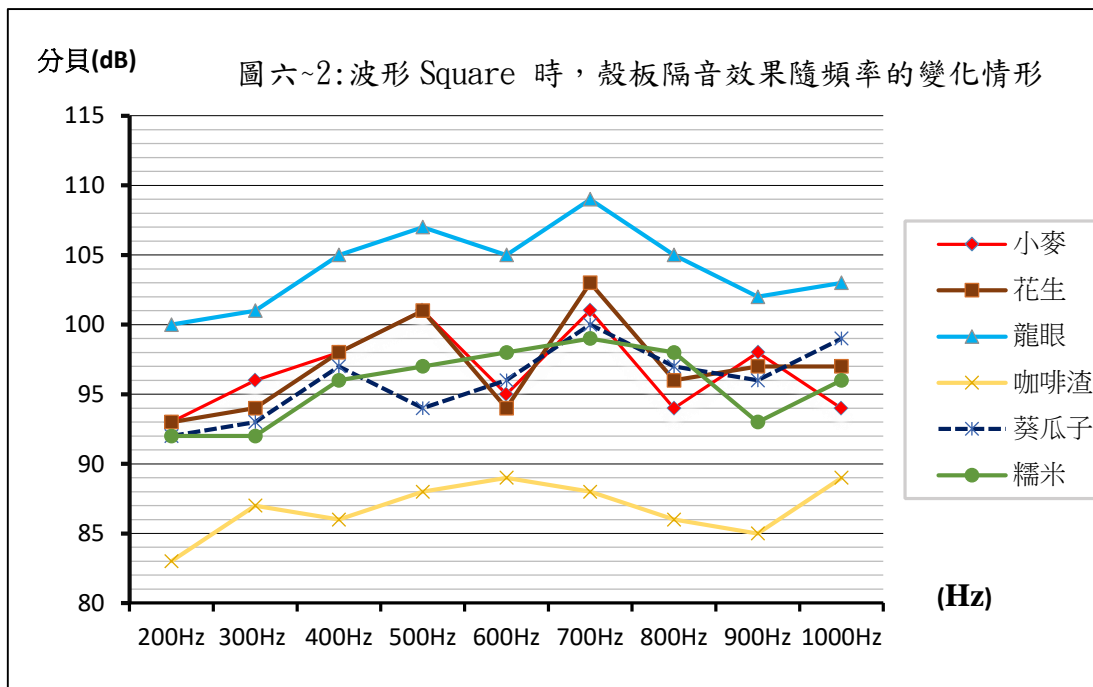
波形 Sine	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	糯米
200Hz	69	62	71	63	64	65
300Hz	77	74	78	73	79	80
400Hz	83	79	82	72	80	83
500Hz	83	79	85	72	82	84
600Hz	92	83	96	84	89	90
700Hz	84	80	93	81	83	88
800Hz	84	86	95	69	86	84
900Hz	89	92	96	77	88	89
1000Hz	93	96	97	84	88	92



表六~2:波形 Square 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Square	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	糯米
200Hz	93	93	100	83	92	92
300Hz	96	94	101	87	93	92
400Hz	98	98	105	86	97	96
500Hz	101	101	107	88	94	97
600Hz	95	94	105	89	96	98
700Hz	101	103	109	88	100	99
800Hz	94	96	105	86	97	98
900Hz	98	97	102	85	96	93
1000Hz	94	97	103	89	99	96

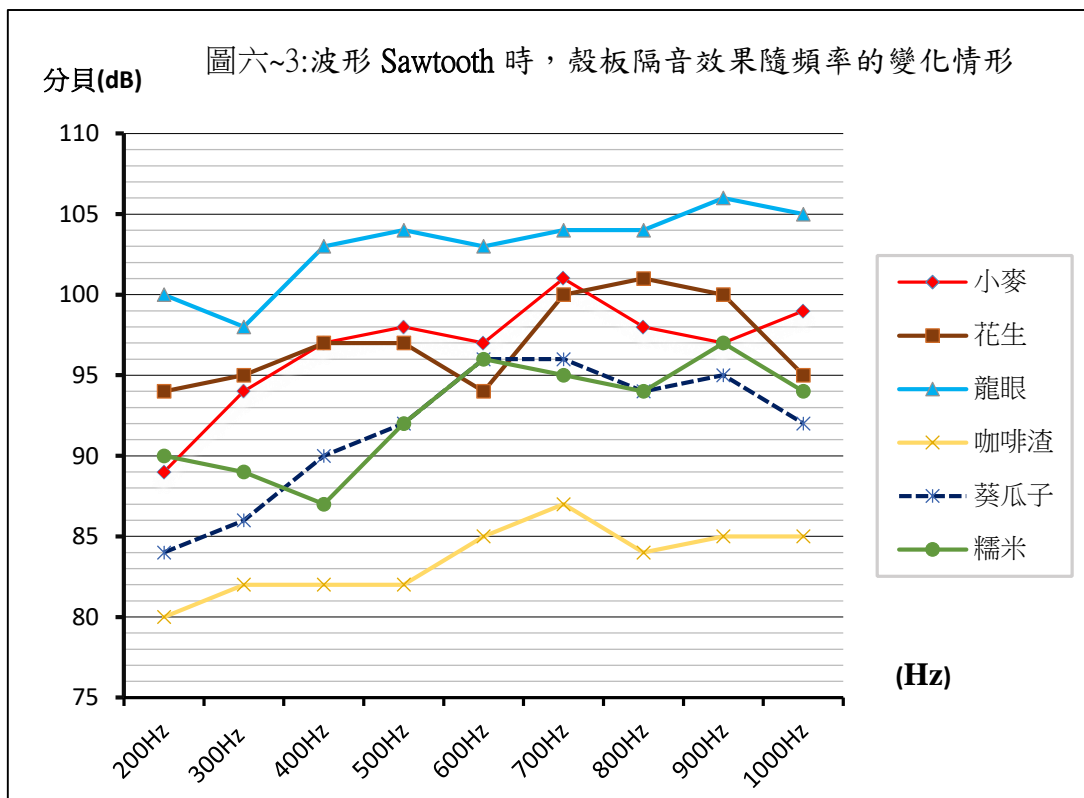




表六~3:波形 Sawtooth 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

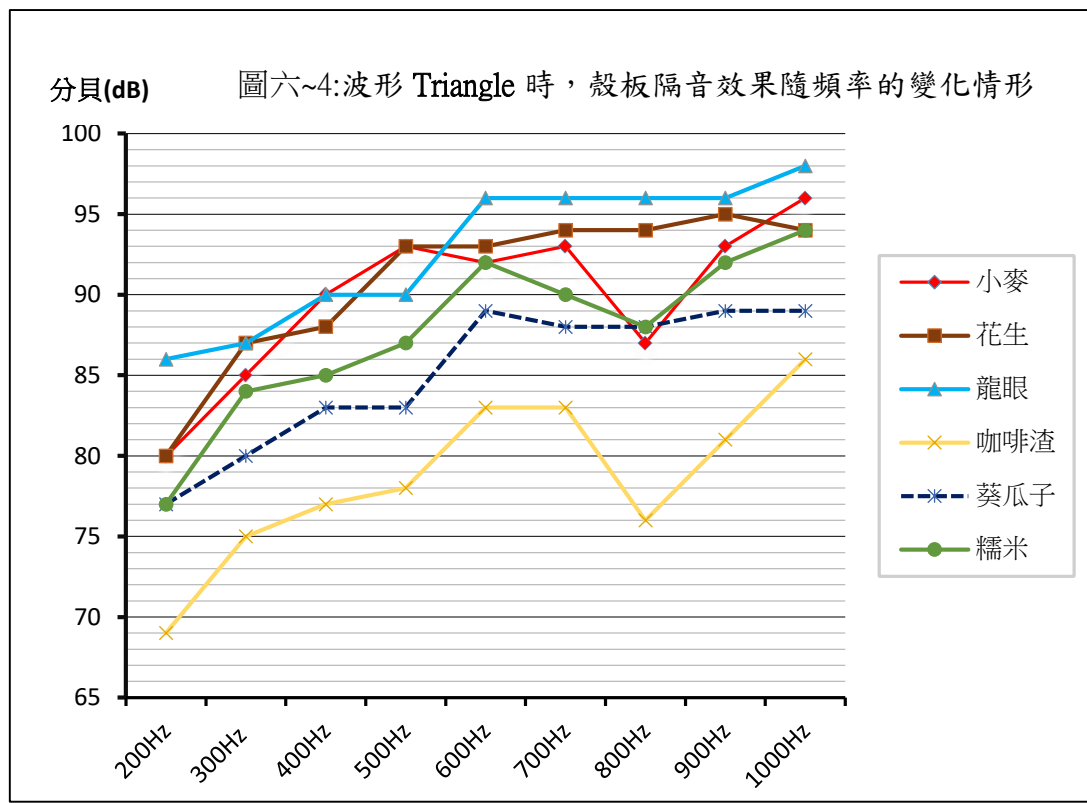
波形 Sawtooth	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	糯米
200Hz	89	94	100	80	84	90
300Hz	94	95	98	82	86	89
400Hz	97	97	103	82	90	87
500Hz	98	97	104	82	92	92
600Hz	97	94	103	85	96	96
700Hz	101	100	104	87	96	95
800Hz	98	101	104	84	94	94
900Hz	97	100	106	85	95	97
1000Hz	99	95	105	85	92	94



表六~4:波形 Triangle 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

單位：dB

波形 Triangle	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	糯米
200Hz	80	80	86	69	77	77
300Hz	85	87	87	75	80	84
400Hz	90	88	90	77	83	85
500Hz	93	93	90	78	83	87
600Hz	92	93	96	83	89	92
700Hz	93	94	96	83	88	90
800Hz	87	94	96	76	88	88
900Hz	93	95	96	81	89	92
1000Hz	96	94	98	86	89	94



## 【結果與討論】

1. 將四種波形表現最好(紅色)和最差(黑色)的整理如下表:

波形	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	最好	最差	最好	最差	最好	最差	最好	最差
200Hz	花生	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
300Hz	咖啡	糯米	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
400Hz	咖啡	小麥、糯米	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
500Hz	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
600Hz	花生	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
700Hz	花生	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
800Hz	小麥、糯米	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
900Hz	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼
1000Hz	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼	咖啡	龍眼

2. 厚度 0.5cm 時，殼板的隔音效果較一致，大都隨著頻率增高而降低，而且除了 Sine 波，花生殼在幾個頻率有較好的隔音效果外，其餘波形都是咖啡效果最好，龍眼效果最差。

3. 龍眼密度最小，當它變厚時，隔音效果竟然出乎意料的差，這點讓我們很疑惑，想要做更深入的探討。

4. 咖啡渣竟有如此好的隔音效果，也令人意外，在隔音設備上，厚一點的咖啡渣是非常好的材料喔。

5. 至於各種材料在不同厚度的比較如下表:

小麥	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm
200Hz	58	69	90	93	94	89	86	80
300Hz	74	77	98	96	102	94	87	85
400Hz	72	83	101	98	100	97	90	90
500Hz	81	83	101	101	102	98	92	93
600Hz	90	92	99	95	104	97	94	92
700Hz	83	84	104	101	107	101	92	93
800Hz	73	84	100	94	106	98	88	87
900Hz	81	89	105	98	106	97	92	93
1000Hz	80	93	99	94	105	99	90	96

小麥殼板在 Sine 波形 0.2cm 比較好，Square 和 Sawtooth 波形則是 0.5cm 比較好，Triangle 波則差不多。

花生	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm
200Hz	64	62	97	93	87	9	89	80
300Hz	78	74	101	94	95	5	83	87
400Hz	78	79	108	98	96	97	89	88
500Hz	87	79	104	101	9	97	90	93
600Hz	91	83	103	94	96	94	94	93
700Hz	88	80	107	103	98	100	93	94
800Hz	81	86	100	96	99	101	92	94
900Hz	73	92	105	97	100	100	90	95
1000Hz	84	96	100	97	98	95	98	94

花生殼板在 Sine 波形、Sawtooth 和 Triangle 波都是 0.2cm 是高頻比較好，0.5cm 低頻比較好；Square 波形則是 0.5cm 比較好。

龍眼殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm
200Hz	61	71	96	100	95	100	83	86
300Hz	73	78	97	101	96	98	85	87
400Hz	73	82	101	105	97	103	90	90
500Hz	83	85	103	107	96	104	92	90
600Hz	90	96	101	105	96	103	101	96
700Hz	87	93	98	109	97	104	98	96
800Hz	73	95	90	105	99	104	94	96
900Hz	77	96	89	102	97	106	100	96
1000Hz	83	97	96	103	96	105	103	98

龍眼殼板在 Sine 波形、Square 和 Sawtooth 波都是 0.2cm 比較好，0.5cm 比較差；Triangle 波形則是低頻 0.2cm 是比較好，高頻 0.5cm 比較好。

咖啡渣 殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm
200Hz	61	63	90	83	93	80	83	69
300Hz	77	73	99	87	95	82	86	75
400Hz	77	72	98	86	97	82	89	77
500Hz	85	72	98	88	96	82	91	78
600Hz	91	84	97	89	98	85	96	83
700Hz	85	81	103	88	100	87	94	83
800Hz	76	69	97	86	100	84	93	76
900Hz	77	77	106	85	100	85	98	81
1000Hz	85	84	98	89	100	85	98	86

咖啡渣殼板在各種波形都是 0.5cm 比較好，0.2cm 比較差。

葵瓜子 殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm	0.2cm	0.5cm
200Hz	61	64	91	92	93	84	91	77
300Hz	77	79	96	93	102	86	94	80
400Hz	77	80	99	97	100	90	92	83
500Hz	85	82	99	94	101	92	94	83
600Hz	93	89	96	96	96	96	96	89
700Hz	88	83	98	100	100	96	99	88
800Hz	84	86	92	97	100	94	92	88
900Hz	84	88	98	96	100	95	99	89
1000Hz	88	88	96	99	99	92	98	89

葵瓜子殼板在 Sine 和 Square 波形都是低頻 0.5cm 是比較好，高頻 0.2cm 比較好；  
Sawtooth 和 Triangle 波形則是 0.5cm 比較好，0.2cm 比較差。

## 捌、結論

- 一、三天的觀測結果，五種殼版都有隔熱降溫的效果，降溫效果最好可達到 8℃。
- 二、室內燈光具有較穩定的光源，發現這五種殼版的隔熱效果比在室外陽光下測到的效果好很多。
- 三、陽光下實驗時我們發現溫度高時，殼版的隔熱效果會較顯著，但是實驗時的氣溫最高只到 30℃ 左右，降溫效果只來到 7-8℃，但燈光下溫度最高可上升到 47-48℃，因此測到殼版的降溫效果竟可高達 26℃。
- 四、我們試著分析氣溫和這些隔板降溫度數的關係圖發現花生殼、葵瓜子殼有顯著的相關；小麥、咖啡渣和龍眼殼有高度相關；白膠則關係不明顯，所以這些殼版在溫度高時大都有明顯的隔熱效果。
- 五、室外陽光下:厚度 0.2cm 花生殼>小麥>龍眼殼>葵瓜子殼>咖啡渣  
室內燈光下:厚度 0.2cm 葵瓜子殼>咖啡渣>龍眼殼>花生殼>小麥  
室外陽光下:厚度 0.5cm 龍眼殼>咖啡渣>葵瓜子殼>花生殼>小麥  
室內燈光下:厚度 0.5cm 花生殼>龍眼殼>葵瓜子殼>咖啡渣>小麥
- 六、小麥密度最大，龍眼密度最小，但在陽光下兩者隔熱效果不錯，在高溫的燈光下效果都不太好，所以推測密度和隔熱效果並沒有顯著相關性。
- 七、小麥、花生、龍眼殼和葵瓜子殼在增厚之後，隔熱效果反而變差，尤其小麥和花生竟然降低 10 倍以上；咖啡渣在增厚之後隔熱效果有變好，增加 2 倍之多。
- 八、氣溫低時，殼版的厚度不影響其隔熱效果。
- 九、殼版在 0.5cm 比較好的有小麥殼版在 Square 和 Sawtooth 波形；花生殼版在 Sine、Sawtooth 和 Triangle 波的低頻及 Square 波形；龍眼殼版在 Triangle 波形的高頻；咖啡渣殼版在各種波形都是；葵瓜子殼版在 Sine 和 Square 波形的低頻及 Sawtooth 和 Triangle 波形。
- 十、在波形 sine 的實驗中  
厚度 0.5cm 咖啡渣>花生殼>葵瓜子殼>小麥>龍眼殼  
厚度 0.2cm 小麥>龍眼殼>咖啡渣>花生殼>葵瓜子殼
- 十、在波形 Square 的實驗中  
厚度 0.5cm 咖啡渣>葵瓜子殼>小麥>花生殼>龍眼殼

厚度 0.2cm 葵瓜子殼>龍眼殼>咖啡渣>小麥>花生殼

十一、在波形 Sawtooth 的實驗中

厚度 0.5cm 咖啡渣>葵瓜子殼>小麥>花生殼>龍眼殼

厚度 0.2cm 花生殼>龍眼殼>咖啡渣>葵瓜子殼>小麥

十二、在波形 Triangle 的實驗中

厚度 0.5cm 咖啡渣>葵瓜子殼>小麥>花生殼>龍眼殼

厚度 0.2cm 花生殼>小麥>咖啡渣>葵瓜子殼>龍眼殼

十二、我們的殼板密度都不大，都具有隔音效果，其中龍眼的密度最小，在 Square 和 Sawtooth 的波形時隔音效果也最好，在 Triangle 波型時隔音卻變成最差的。

十三、小麥密度最大，在 Sine 波和 Triangle 波隔音最好，在 Sawtooth 波時隔音最差，所以密度對隔音有一些影響，但還有其他因素會影響隔音效果。

## 玖、參考文獻資料

一、點食成金—粗糠與常見材料的保溫、隔音及緩衝效能之研究。彰化縣立陽明國民中學。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會作品說明書。

二、花生殼有何耐。台南市復興國小。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會作品說明書。