

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

032902

「殼」以隔熱，「殼」以隔音

學校名稱：屏東縣立明正國民中學

作者： 國二 曾禾沄 國二 陶湘霓 國二 陳婷恩	指導老師： 沈 驗
---	------------------

關鍵詞：殼板、隔熱隔音、環保建材

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。以白膠和糯米為黏著劑製成各種殼板，測量其在不同厚度時，在室外陽光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、五種殼板都有隔熱降溫的效果，效果最好可達到 15°C(白膠底)和 13.2°C(糯米底)，平均花生殼版的隔熱效果最好。
- 二、氣溫越高，殼板的隔熱效果越好。
- 三、殼板的密度對隔熱效果影響不大，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、小麥隔熱效果可增加 4°C 之多。
- 五、殼板都有隔音效果，0.5 公分隔音效果最好的是咖啡渣，1 公分效果最好的是龍眼殼。
- 六、殼板增厚後隔音效果都變好，只有咖啡變差。

壹、研究動機

一、前言:

隨著氣候的變遷，溫室效應造成的地球暖化現象是越來越明顯了，常常在三四月的春天就開始熱了，開冷氣和節能減碳的矛盾心裡讓人好掙扎。到了炎炎夏日，待在屋子裡，沒開冷氣已經熱的受不，而開了冷氣既浪費電，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，炎熱的夏天他們是怎麼過的？

二、文獻探討:

(一)熱帶建築:

我們查了一些建材的資料，發現熱帶地區的人們常用椰子殼或莖和葉來建造屋頂(如右圖)，看起來既隔熱又環保(參考 1)，激發我們研發環保隔熱隔音保溫節能健康材質的動力。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。



(二)臺灣建築面臨的問題:

臺灣屬於海島型的氣候，高溫潮濕，建築物的隔熱是很重要的課題，根據台電的報告台灣約有 30%~40%的冷氣消耗是來自建築物外殼進入的熱量，可見台灣的建築物普遍缺乏隔熱的效果，而住宅頂樓平均每月的用電量高出其他

樓層的 51.4%，6 月~9 月更高出 102.5%(參考二)，可見隔熱環保建材的使用在能源短缺、電量經常超載的現在，真是當務之急啊。

(三)植物組織的利用:

台灣農業發達，物產豐富，種植許多有殼的作物，像龍眼、荔枝、稻米、玉米、咖啡、葵瓜子、花生等，它們的殼(果皮)可以保護種子，因此除了做肥料以外，我們查資料發現花生殼、稻米殼都有隔熱的效果(參考三、四)

基於以上資料的查詢，我們發現有些植物的果殼結構疏鬆，可能也有保溫和隔音的效果，說不定就是我們想要找的環保隔熱隔音保溫節能的**健康建材**呢?因此我們想到用小麥、花生殼、龍眼殼、咖啡渣、葵瓜子殼等農產廢棄物的材料加上糯米粉製成大小相同不同厚度的殼板(如右圖)，比較這些殼板的隔熱保溫、隔音的效果，希望找到最好的環保屋頂建材，於是開始了本實驗。



貳、研究目的

一、探討自製環保殼板的**隔熱效果**。

二、探討自製環保殼板的**密度對隔熱效果**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

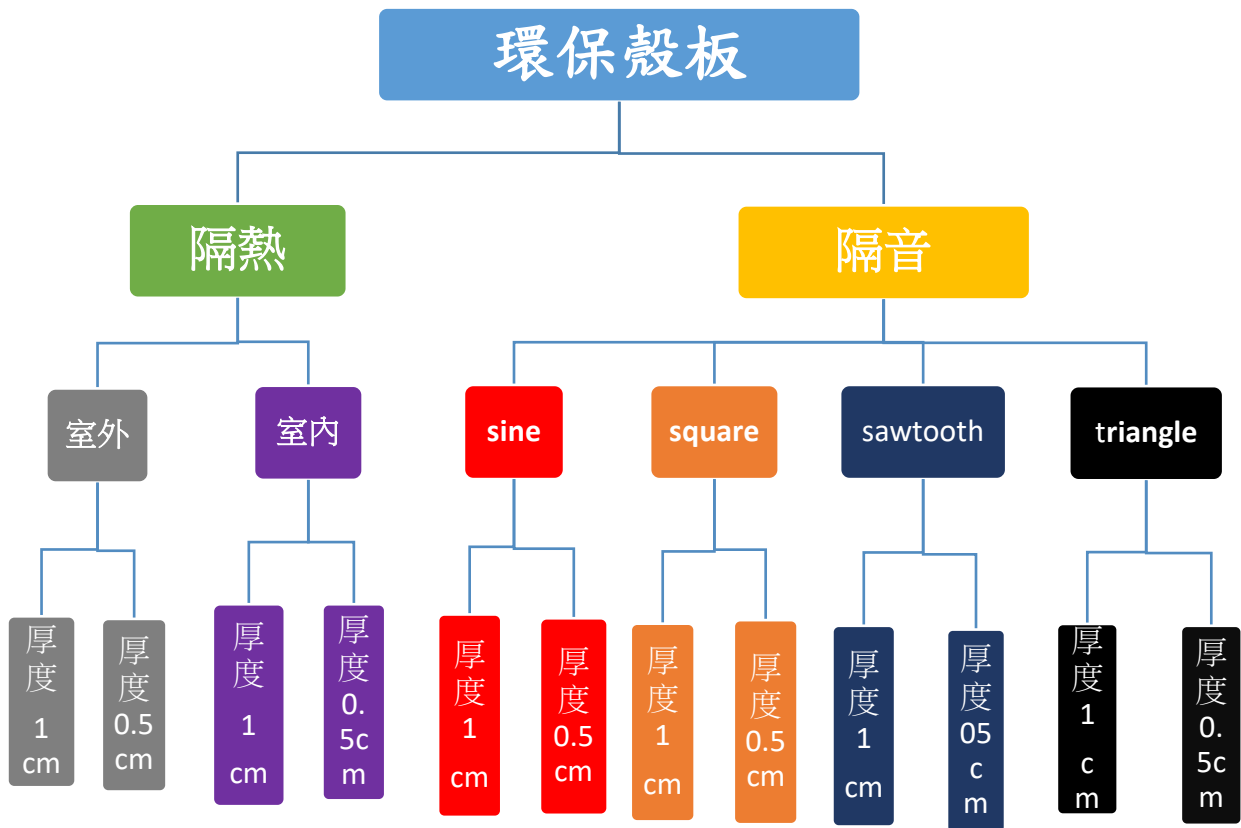
三、探討自製環保殼板的**厚度對隔熱效果**的影響。

四、探討自製環保殼板的**隔音效果**。
















五、探討自製環保殼板的**密度對隔音效果**的影響。

六、探討自製環保殼板的**厚度對隔音效果**的影響。

※研究架構



參、研究設備及器材

小麥	龍眼殼	花生殼	咖啡渣	葵瓜子殼
				
隔音紙箱	手機	塑膠板	檯燈	木板
				
溫度計	熱熔槍	果汁機	隔熱紙箱	糯米粉
				

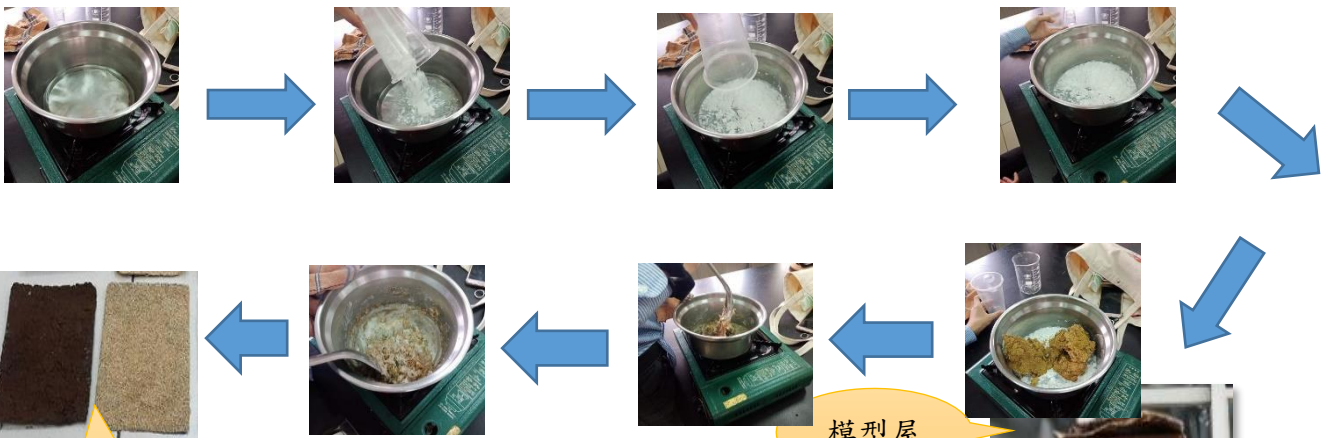
肆、研究過程與方法

※製作殼板：

一、白膠板(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，壓模成形並烘乾，使殼板凝固後完成。

二、糯米板 (厚度 0.5 和 1cm) :黏著劑比例為糯米粉:水=2:3

將糯米粉、水依照比例放進鍋子，並以小火烹煮成黏稠狀，加入等量的各種殼粉（先磨成粉末狀），搓揉均勻放入大小相同的模板中，壓模成形並烘乾備用。



壓模成
型、烘乾

※製作隔熱用模型屋(左圖)

環保殼板製作流程

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。

模型屋



插溫度計的洞

一、探討自製環保殼板的隔熱效果。

(一)室外—殼板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(屋內外溫差)

對照組:白膠板



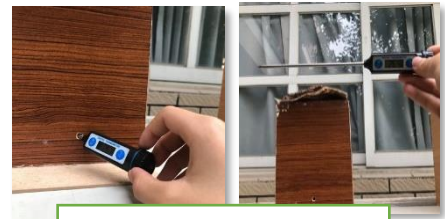
隔熱模型屋放室外

1. 將不同的環保材料殼板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，測量時間由 9:20~16:10，**連續測量 3 天**。

3. 記錄並分析實驗結果。



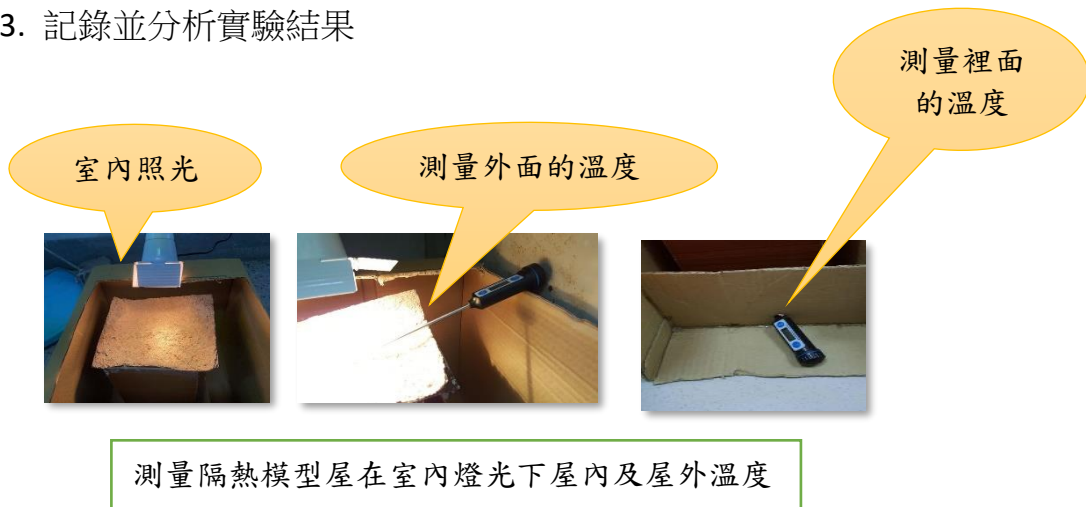
測量隔熱模型屋
屋內及屋外溫度

(二)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. 曝曬在臺燈下，每 5 分鐘測量屋子內、外溫度，測量時間 1 節課(45 分鐘)

3. 記錄並分析實驗結果



二、探討自製環保殼板的密度對隔熱效果的影響。

(一)測量材料質量、體積並計算殼板密度

(二)探討兩種方法(白膠板-0.2cm 和糯米板-0.5、1cm)製作的環保殼板的密度對隔熱效果的影響

三、探討自製環保殼板的厚度對隔熱效果的影響。

(一) 以糯米製成不同厚度環保殼板(0.5、1cm)

(二) 比較不同厚度的環保殼板對隔熱效果的影響

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:白膠板



用紙箱做成的隔音模型屋

(一)在紙箱中間切一條能讓殼板放進去的縫隙

(二)準備兩臺手機，下載記錄聲音分貝量及製造聲音頻率的 APP

(三)在紙箱的一邊放置手機開啟分貝計程式，另一邊放頻率製造器

(四)紀錄 Sine、Square、Sawtooth、Triangle 這四種波形在頻率 200~1000HZ 時，聲音透過各種環保殼板後所測到的音量。

(五)分析整理實驗結果



紀錄手機測的分貝數

五、探討自製環保殼板的密度對隔音效果的影響。

(一)測量材料質量、體積並計算殼板密度

(二)探討兩種方法(白膠板-0.2cm 和糯米板-0.5、1cm)製作的環保殼板的密度對隔音效果的影響

六、探討自製環保殼板的厚度對隔音效果的影響。

(一)方法同實驗四

(二)以糯米製成不同厚度環保殼板(0.5、1cm)

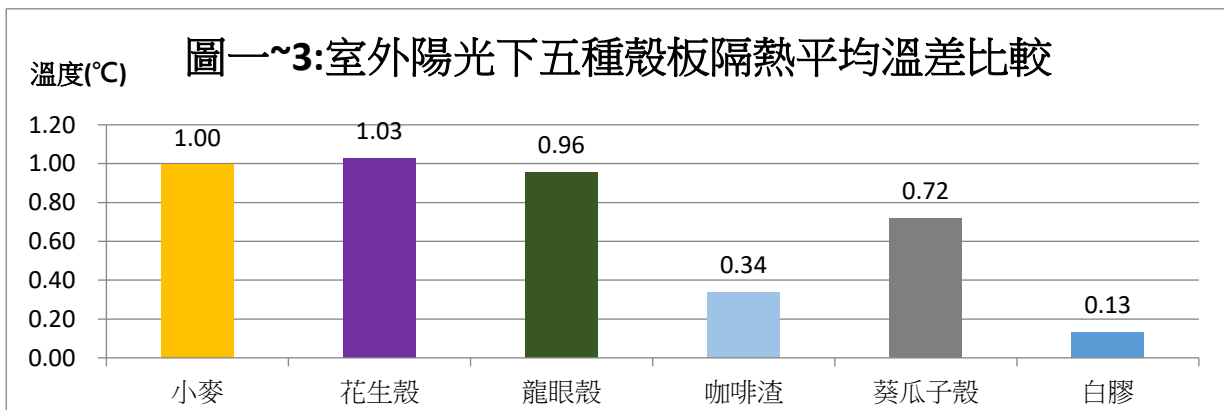
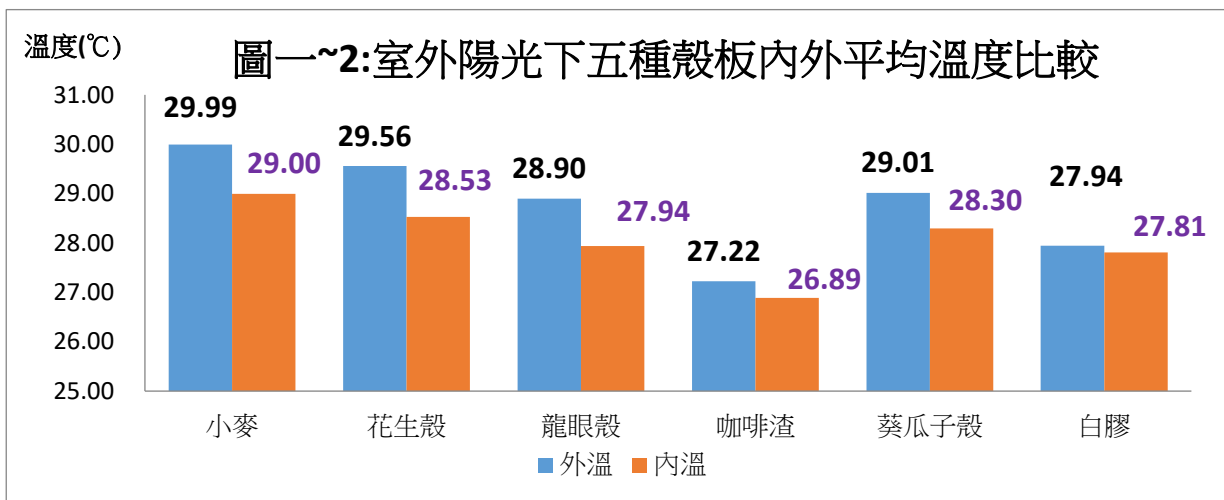
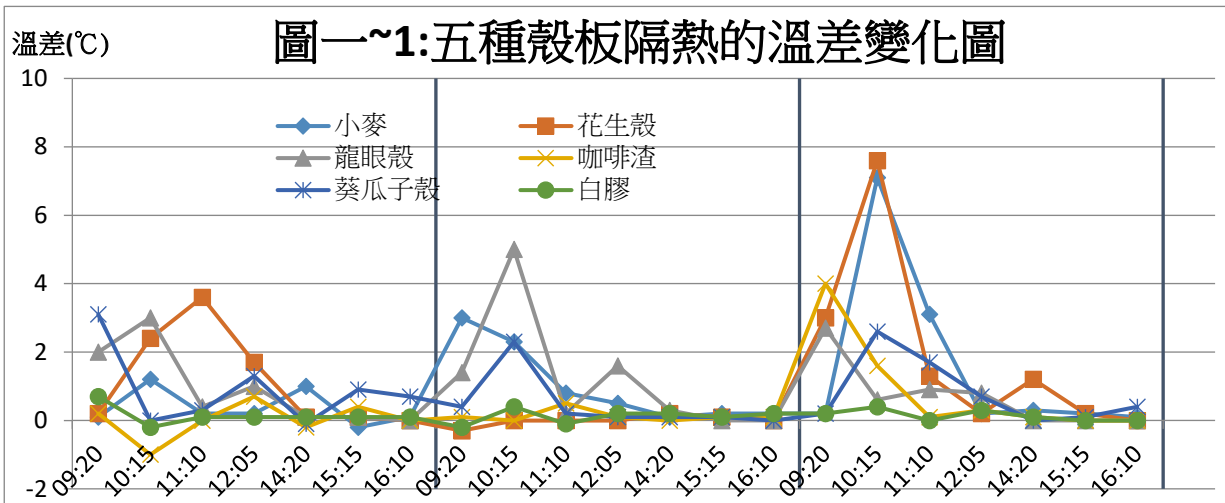
(三)比較不同厚度的環保殼板對隔音效果的影響

伍、研究結果與討論

一、探討自製環保殼板對隔熱效果的影響。

(1) 室外一殼板在室外陽光下的隔熱效果

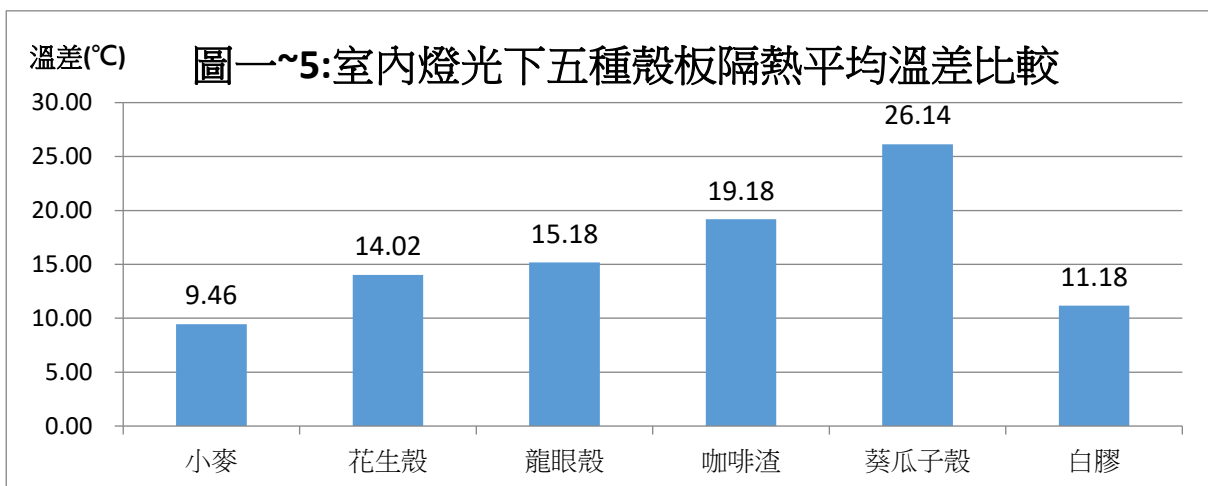
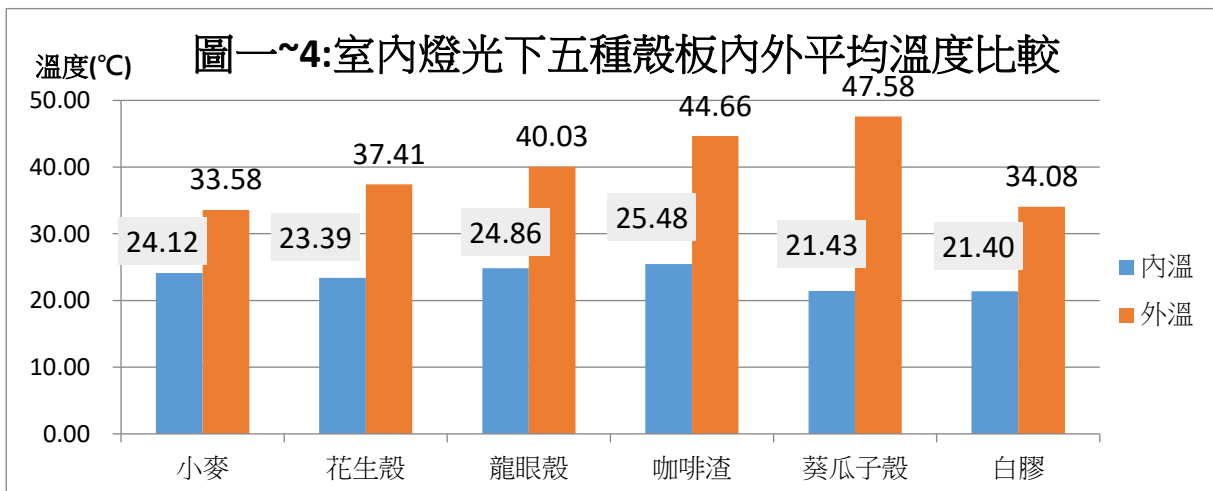
將五種環保殼板在陽光下測量三天，發現殼板的隔熱效果如下圖：



【結果與討論】

- 1.圖一~1 發現三天的觀測結果，五種殼板都有隔熱降溫的效果，降溫效果最好可達到 8℃，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℃ 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.那這五種殼板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℃，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，因不易吸熱，造成溫差較大而咖啡渣顏色較深，較容易吸熱，溫差較小，推測或許是顏色深淺影響其隔熱效果，但是白膠顏色最淺，隔熱效果並沒有最好，除了顏色當然也可能是這些殼本身的特性所造成，因此我們後面的實驗分析了密度的因素。

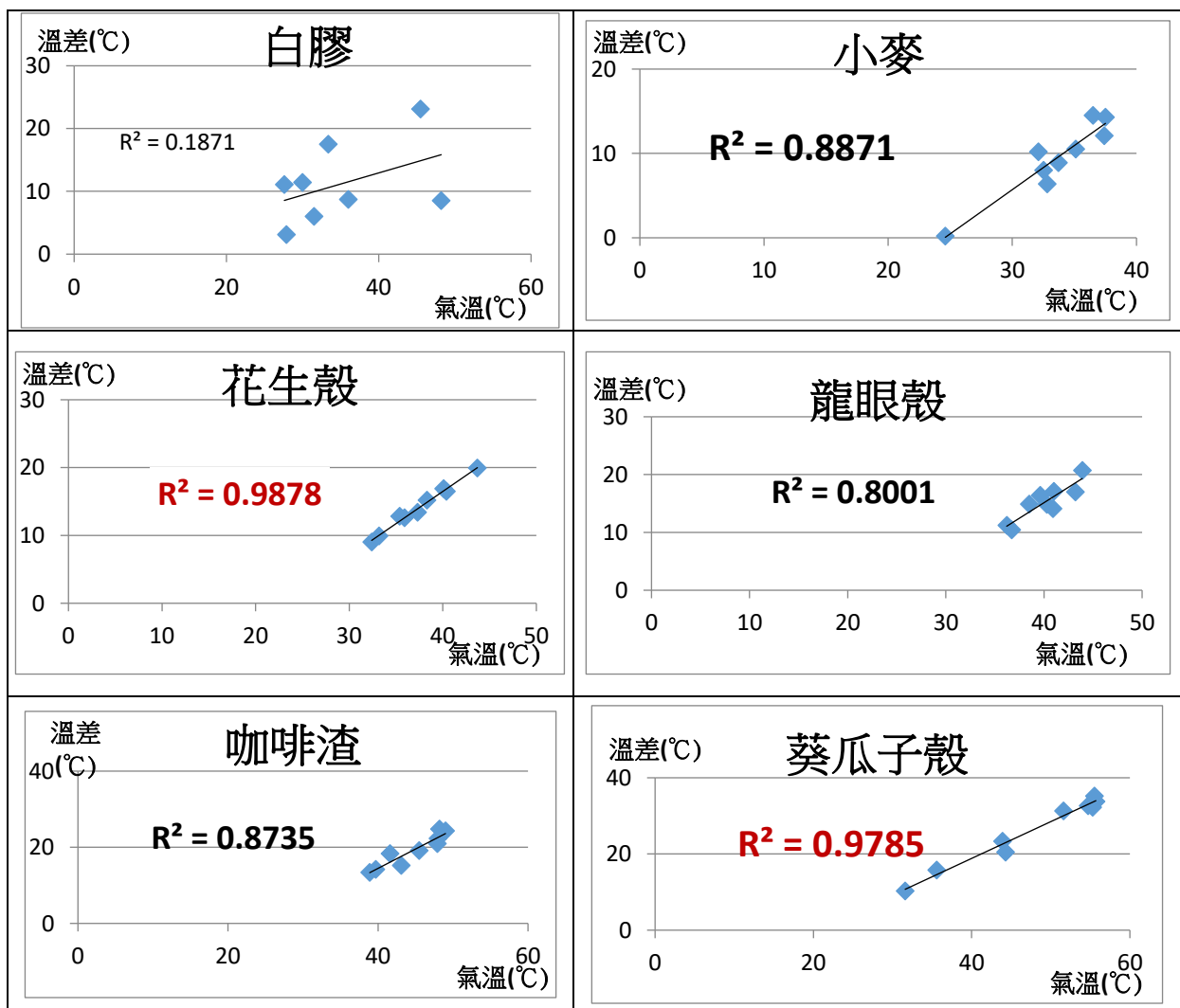
(2)室內---殼板在室內燈光下的隔熱效果



【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，如果扣掉白膠的隔熱效果，這些環保材質最多也能降溫 15°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，到低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($r=0.99$)小麥、咖啡渣和龍眼殼有高度相關($r=0.94$)；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(表一~1)。

表一~1:五種殼板，氣溫和溫差的相關性



二、探討自製環保殼板的密度對隔熱效果的影響。

我們將殼板密度和隔熱的關係整理如下表(表二~1):

表二~1:五種殼板密度和溫差的比較(紅色表示密度最大和最小)

種類	白膠板 (0.2cm)			糯米板 (0.5cm)			糯米板 (1cm)		
	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差
小麥	0.99	0.87	-3.21	0.555	-0.32	5	0.555	4.94	0
花生	0.71	0.9	1.35	0.46	2.18	13.2	0.46	1.84	2.9
龍眼	0.52	0.83	2.51	0.535	1.47	11.5	0.535	0.09	6.4
咖啡渣	0.74	0.21	6.51	0.5	-0.12	5.5	0.5	4.04	7.2
葵花子	0.7	0.59	13.47	0.375	-0.22	11	0.375	0.74	4.7
糯米(白膠)	\	0	0	0.625	0	0	0.625	0	0

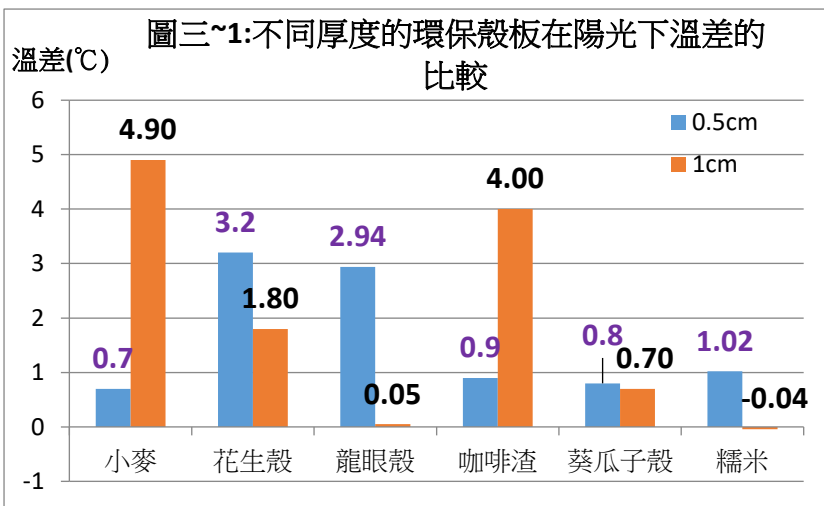
【結果與討論】

- (一)殼板厚度 0.2cm 時，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；而龍眼密度最小，在陽光下隔熱效果不錯，在高溫的燈光下效果不太好。
- (二)殼板厚度 0.5cm 時，在陽光下隔熱效果最好的花生，密度則是中等。
- (三)殼板厚度 1cm 時，小麥密度最大，在陽光下隔熱效果最好，但燈光下反而最差。
- (四)綜合以上，我們認為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隔熱效果的影響。

由前面的實驗發現環保殼板的隔熱效果很好，但是隔熱效果和殼板的密度關係不大，那和殼板的厚度有關係嗎?我們用 0.5 公分和 1 公分的糯米環保殼板來做比較，結果如下:

(一)室外—不同厚度的環保殼板在室外陽光下的隔熱效果



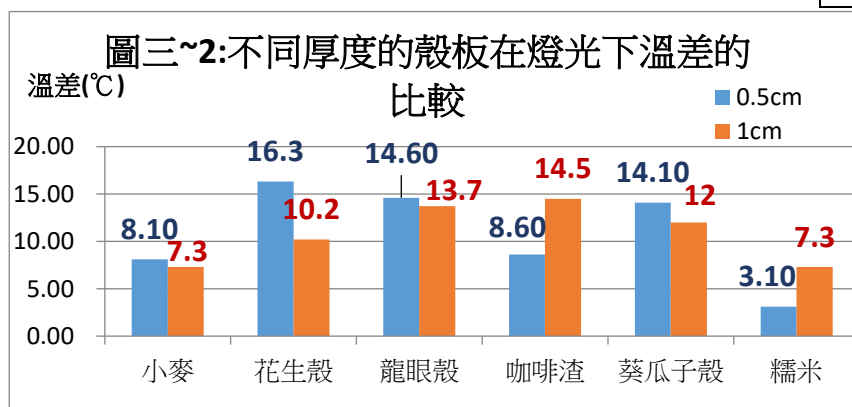
表三~1:五種環保殼板在不同厚度下扣除糯米後隔熱效果的比較

【結果與討論】

- 0.5cm 的殼版在陽光下效果最好的是花生、龍眼殼，隔熱效果可達到 3.2°C；1cm 的殼版則是小麥和咖啡渣最好，隔熱效果可達到 4.9°C(圖三~1)。
- 多數的殼版在扣除糯米的影響下，加厚之後，隔熱效果幾乎都變好了，尤其是小麥、咖啡渣在增厚之後隔熱效果變得特別好，都效果都增加 4°C 以上(表三~1)。
- 龍眼殼加厚之後，隔熱效果反而變差，這真是顛覆我們的想像，原因有待進一步實驗來釐清。

	0.5cm	1cm	厚的較佳
小麥	-0.32	4.94	😊
花生殼	2.18	1.84	😊
龍眼殼	1.47	0.09	X
咖啡渣	-0.12	4.04	😊
葵瓜子殼	-0.22	0.74	😊
糯米	0	0	

(二)室內—不同厚度的環保殼板在室內燈光下的隔熱效果



表三~2:五種殼板的厚

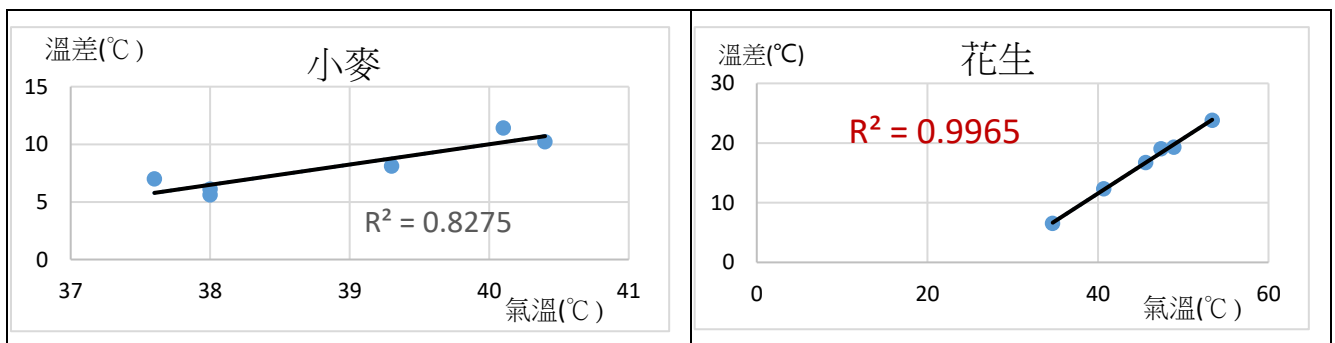
	0.5cm	1cm	厚的較佳
小麥	5	0	X
花生殼	13.2	2.9	X
龍眼殼	11.5	6.4	X
咖啡渣	5.5	7.2	😊
葵瓜子殼	11	4.7	X
糯米	0	0	

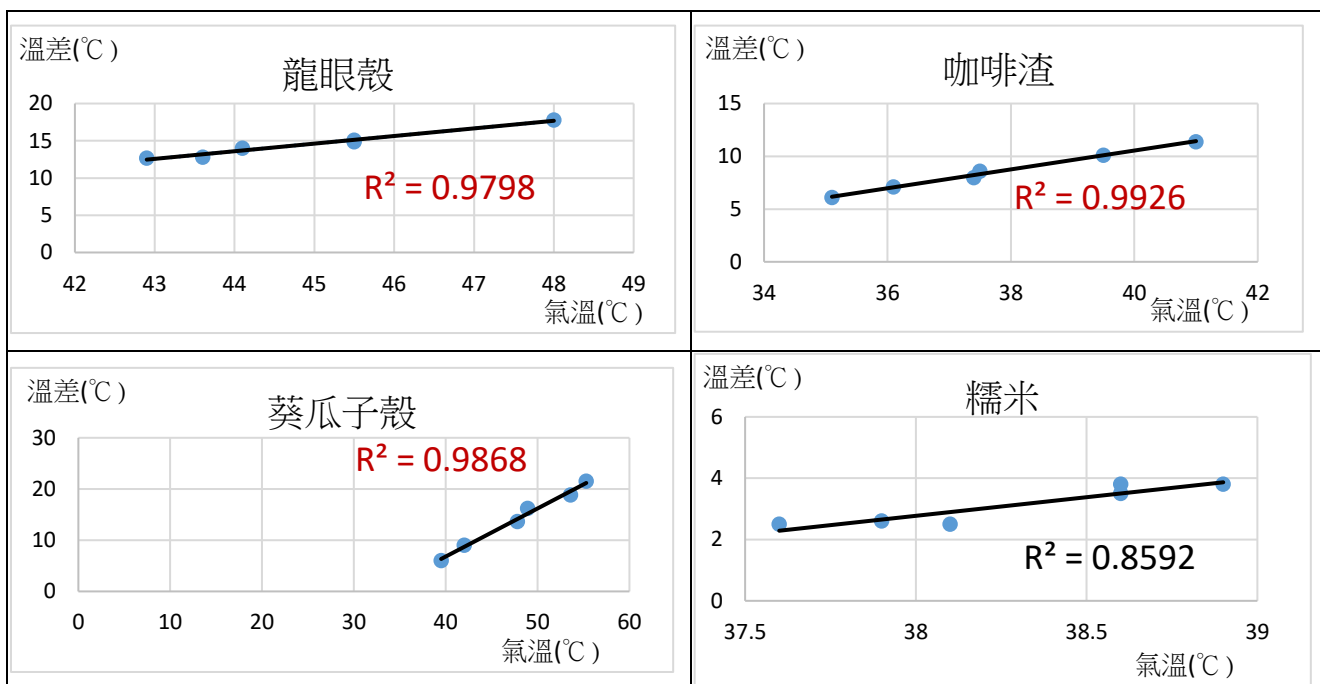
度和溫差的比較(室內燈光下)

【結果與討論】

1. 0.5cm 的殼版在室內燈光下效果最好的也是花生、龍眼殼，降溫效果很大，可達到 16.3°C；1cm 的殼版則是咖啡渣和龍眼最好，降溫效果可達到 14.5°C(圖三~1)。
2. 多數的殼版在扣除糯米的影響下，0.5cm 時，降溫的效果都非常明顯，降溫可達 5~13.2°C；但加厚之後，隔熱效果幾乎都變差了，只有咖啡渣效果變佳 (表三~2)。
3. 本實驗發現並不是越厚，隔板的隔熱效果越好，推測每種材質有最適合他們的最佳隔熱厚度，隔板黏著劑糯米和白膠也有一定的隔熱效果，只有咖啡渣隔板加厚的隔熱效果比薄的好。
4. 顏色會影響吸熱，顏色淺的吸熱慢，所以吸熱時溫差大但顏色最淺的糯米版，溫差卻最小，而顏色最深的咖啡渣，溫差也沒有最小，推測顏色深淺對其隔熱影響不大，可能是這些殼本身的特質造成隔熱效果的不同。
5. 在由實驗一發現當屋外溫度越高時，白膠環保隔板的隔熱效果越好，這種現象在糯米環保隔熱板是不是也存在呢?我們分析的結果如下表(三~3)，發現溫度越高，隔熱效果越好，其相關性又比白膠環保隔板明顯，除了小麥和純糯米板相關性屬於高度相關外 ($r=0.90$)，其餘相關係數都可達 $r=0.98\sim 0.99$ 。

表三~3:五種糯米環保殼板，氣溫和溫差的相關性





四、探討自製環保殼板的隔音效果。

由前面的實驗我們發現自製環保殼板有很好的隔熱效果，而且溫度越高隔熱效果越好，隔板的隔音效果是否也很理想呢?我們將由以下的實驗來證實。

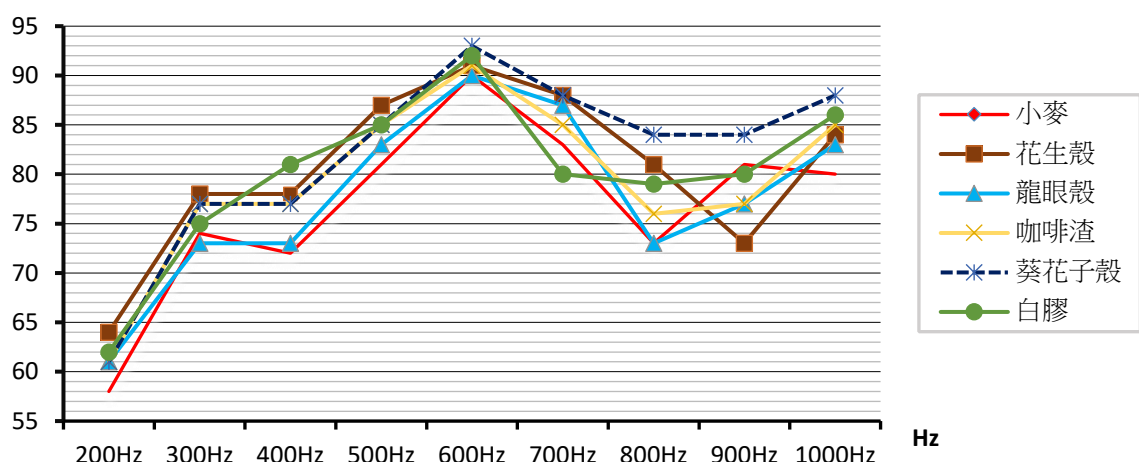
表四~1:五種殼板在波形 Sine 時，隔音效果隨頻率的變化情形(紅色代表效果最佳)

單位：dB

波形 Sine(原始分貝)		小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	68	58	64	61	61	61	62
300Hz	82	74	78	73	77	77	75
400Hz	85	72	78	73	77	77	81
500Hz	89	81	87	83	85	85	85
600Hz	98	90	91	90	91	93	92
700Hz	96	83	88	87	85	88	80
800Hz	92	73	81	73	76	84	79
900Hz	93	81	73	77	77	84	80
1000Hz	96	80	84	83	85	88	86

分貝(dB)

圖四~1:波形Sine時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形



(一)由上圖表發現，波形 Sine 時，五種殼板幾乎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。

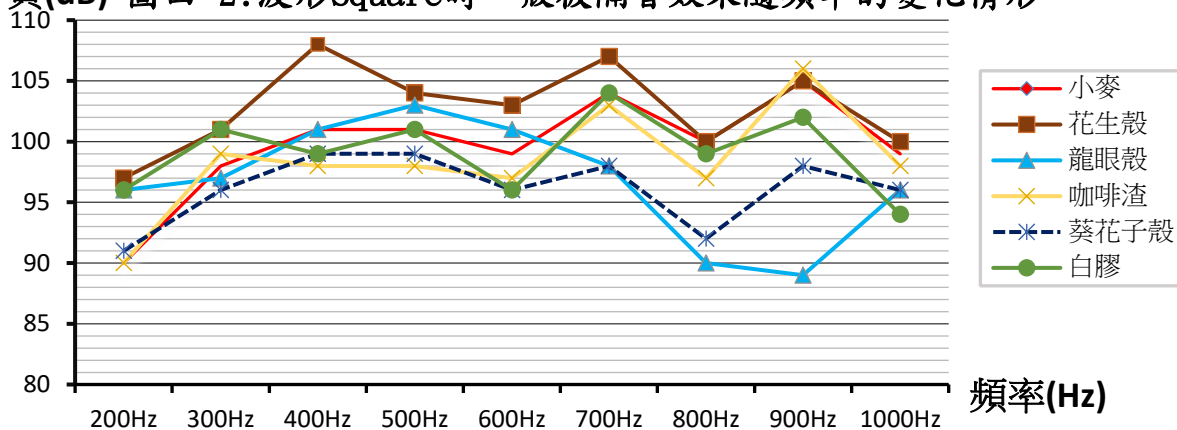
(二)整體表現是小麥隔音效果最好，龍眼次之，其他的都不好。

表四~2:波形 Square 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形(紅色代表效果最佳)

單位：dB

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

分貝(dB) 圖四~2:波形Square時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形



(一).由上圖表發現，波形 Square 時，五種殼板隔音效果較不一致。

(二).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。

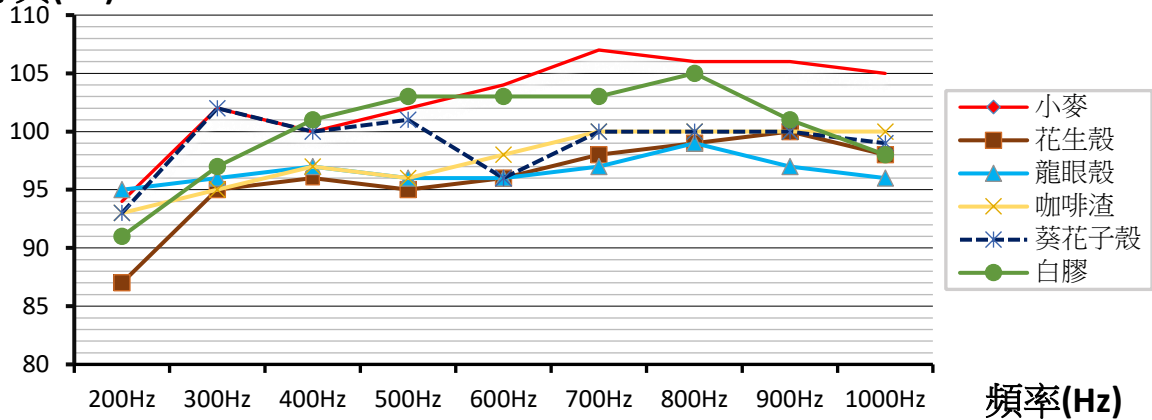
(三).波形 Sine 時表現最好的小麥，在波形 Square 時隔音效果並不好；葵瓜子殼剛好相反。

表四~3:波形 Sawtooth 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形(紅色代表效果最佳)

單位：dB

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

分貝(dB) 圖四~3:波形Sawtooth時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形

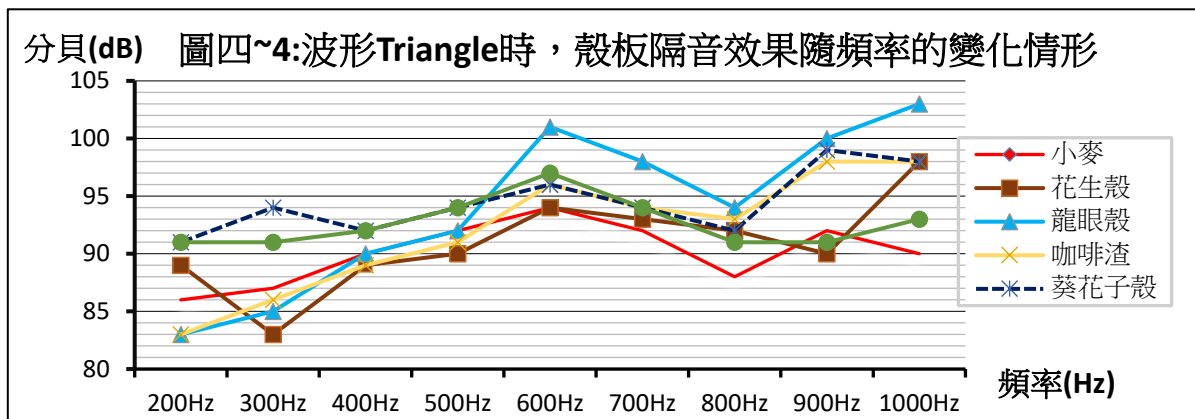


- (一).由上圖表發現，波形 Sawtooth 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果有變差的趨勢。
- (二).整體表現花生殼最好，高頻時，龍眼殼最好，低頻時花生殼最好，咖啡渣也不錯。
- (三).小麥在這種波形依然表現最差；花生殼終於出頭天了。

表四~4:波形 Triangle 時，殼板隔音效果隨頻率的變化情形(紅色代表效果最佳)

單位：dB

波形 Triangle	原始分貝	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子	白膠
200Hz	85	86	89	83	83	91	91
300Hz	88	87	83	85	86	94	91
400Hz	87	90	89	90	89	92	92
500Hz	90	92	90	92	91	94	94
600Hz	97	94	94	101	96	96	97
700Hz	96	92	93	98	94	94	94
800Hz	95	88	92	94	93	92	91
900Hz	94	92	90	100	98	99	91
1000Hz	95	90	98	103	98	98	93



(一).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。

(二).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】

(一) 將四種波形在不同的頻率時，五種環保殼板隔音表現差異很大，整理如下表(表四~5)，我們發現

小麥:在 Sine 波、高頻的 Triangle 波隔音效果最好；高頻的 Triangle 波最差。

花生:在低頻的 Sawtooth 波和 Triangle 波隔音效果最好；Sine 波、Square 波最差。

龍眼:在 Sine 波、高頻的 Square 和 Sawtooth 波隔音效果最好；高頻的 Triangle 波最差。

咖啡:在低頻 Square 波、低頻的 Triangle 波隔音效果最好；幾乎沒有很差的。

葵瓜子:在 Square 波好一些；在高頻的 Sine 波和低頻的 Triangle 波較差。

白膠板: 在高頻 Sine 波、高頻的 Square 隔音較好；在低頻的 Sawtooth 波和低頻的 Triangle 波較差。

表四~5:五種環保殼板在四種波形表現的比較，最好(紅色)和最差(黑色)的

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

(二)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。

實驗二發現密度對隔熱效果的影響不大，那對隔音會不會好一點呢?我們將實驗結果整理如下表(表五~1):

表五~1: 環保殼板的密度和隔音效果的比較，1~5 為隔音效果最好到最差

種類	白膠板 (0.2cm)					糯米板 (0.5cm)					糯米板 (1cm)				
	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle
小麥	0.99	1	4	6	2	0.555	3	5	3	4	0.555	1	2	2	5
花生	0.71	5	6	1	1	0.46	5	5	5	5	0.46	5	6	6	4
龍眼	0.52	2	2	2	6	0.535	2	4	4	3	0.535	2	1	1	1
咖啡渣	0.74	3	3	4	3	0.5	1	1	1	1	0.5	6	5	5	6
葵瓜子	0.7	6	1	3	5	0.375	6	6	6	6	0.375	3	3	3	2
糯米(白膠)	\	4	5	5	4	0.625	4	3	2	2	0.625	4	4	4	3

【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。

2. 殼板厚 0.2cm 時，龍眼殼密度最小，平均隔音效果最好
3. 殼板厚 0.5cm 時，咖啡渣密度中等，隔音效果在各個波形卻都是最好的；葵瓜子殼密度最小，隔音效果在各個波型都是最差的，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。**
4. 殼板厚 1cm 時，龍眼殼板隔音效果最好，咖啡渣和花生最差，而他們的密度並不是最大或最小。
5. 可能我們在製作隔板的方法及測量密度時產生的誤差太大，導致實驗結果不夠精準，如果我們可以找到更好的方法和儀器的幫助，在密度這個部分或許有更一致的結果!

六、探討自製環保殼板的厚度對隔音的影響。

在實驗三我們發現環保殼板的隔熱效果並不是越厚隔熱效果越好，那隔音效果會不會隨著厚度的增加而越好呢?我們分別由四種波形來分析:

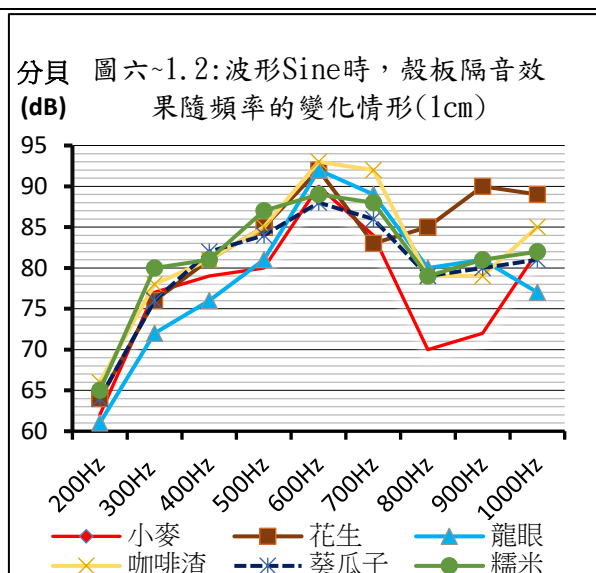
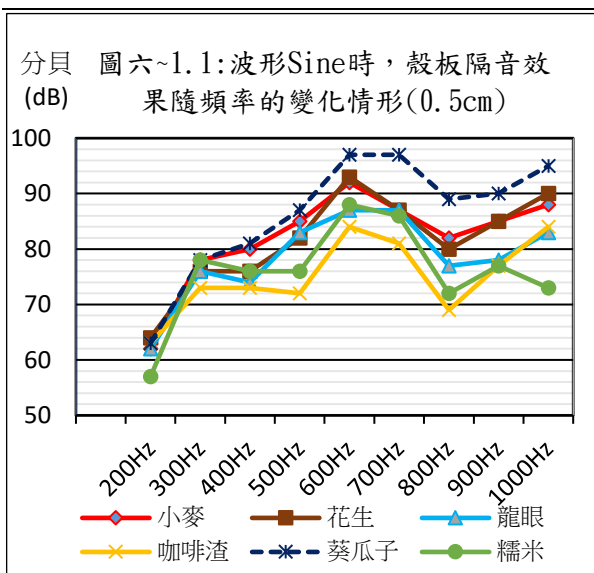
(一) Sine 波形時:

表六~1:五種殼板在不同的厚度(0.5 和 1cm)隔音效果隨頻率的變化情形

(紅色是 0.5 公分最佳，藍色是 1 公分最佳)

單位：dB

波形 Sine	小麥		花生		龍眼		咖啡渣		葵瓜子		糯米	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	62	62	64	64	62	61	63	66	63	64	57	65
300Hz	78	77	76	76	76	72	73	78	78	76	78	80
400Hz	80	79	76	81	74	76	72	81	81	82	76	81
500Hz	85	80	82	85	83	81	72	85	87	84	76	87
600Hz	92	90	93	92	87	92	84	93	97	88	88	89
700Hz	87	84	87	83	87	89	81	92	97	86	86	88
800Hz	82	70	80	85	77	80	69	79	89	79	72	79
900Hz	85	72	85	90	78	81	77	79	90	80	77	81
1000Hz	88	82	90	89	83	77	84	85	95	81	73	82



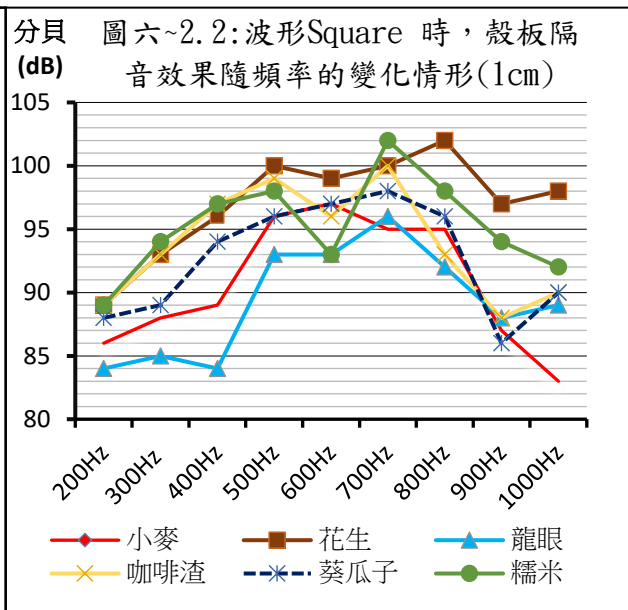
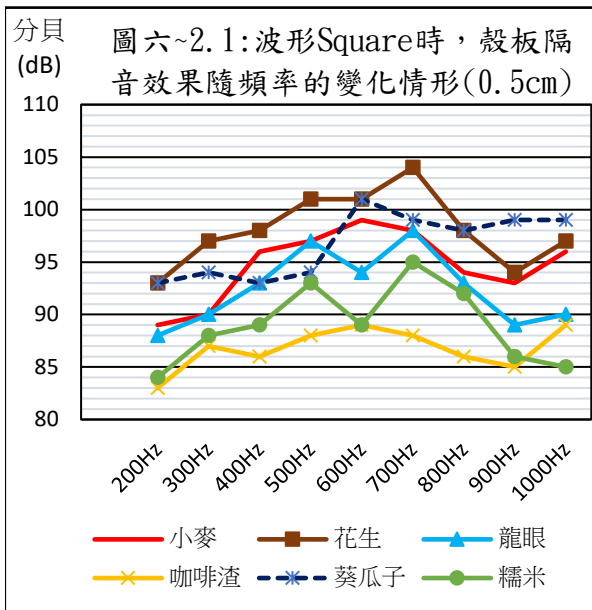
- 1.由上圖表發現，波形 Sine 時，五種殼板在不同的厚度都是隨頻率增加隔音效果也變差，到 600Hz 最差，之後隔音效果就隨著頻率增加而增加了。
- 2.在 0.5 公分時，咖啡渣隔音效果最好，而且比其他厚 1 公分的都來的好，葵瓜子最差；1 公分時，小麥最好，咖啡渣和花生最差。

(二) Square 波形時:

表六~2: 五種殼板在不同的厚度(0.5 和 1cm)隔音效果隨頻率的變化情形
(紅色是 0.5 公分最佳，藍色是 1 公分最佳)

單位：dB

波形	小麥		花生		龍眼		咖啡渣		葵瓜子		糯米	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	89	86	93	89	88	84	83	89	93	88	84	89
300Hz	90	88	97	93	90	85	87	93	94	89	88	94
400Hz	96	89	98	96	93	84	86	97	93	94	89	97
500Hz	97	96	101	100	97	93	88	99	94	96	93	98
600Hz	99	97	101	99	94	93	89	96	101	97	89	93
700Hz	98	95	104	100	98	96	88	100	99	98	95	102
800Hz	94	95	98	102	93	92	86	93	98	96	92	98
900Hz	93	87	94	97	89	88	85	88	99	86	86	94
1000Hz	96	83	97	98	90	89	89	90	99	90	85	92



1. 由上圖表發現，波形 Square 時，五種殼板的隔音效果也是先變差再變好，0.5cm 時趨勢較不一致，但 1cm 時，趨勢較一致。

2. 0.5cm 時，咖啡渣殼板隔音效果最好，仍然比多數 1 公分厚的隔音效果好，花生最差；1cm 時，龍眼最好，還是花生最差。

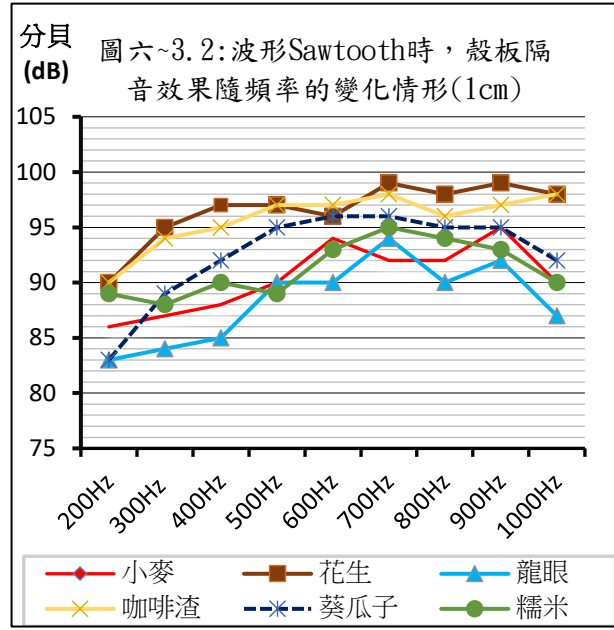
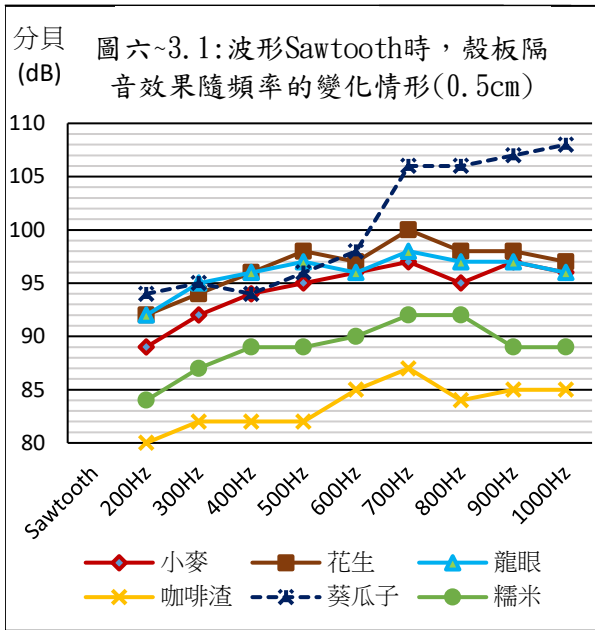
(三) Sawtooth 波形時:

表六~3: 五種殼板在不同的厚度(0.5 和 1cm)隔音效果隨頻率的變化情形

(紅色是 0.5 公分最佳，藍色是 1 公分最佳)

單位：dB

波形	小麥		花生		龍眼		咖啡渣		葵瓜子		糯米	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	89	86	92	90	92	83	80	90	94	83	84	89
300Hz	92	87	94	95	95	84	82	94	95	89	87	88
400Hz	94	88	96	97	96	85	82	95	94	92	89	90
500Hz	95	90	98	97	97	90	82	97	96	95	89	89
600Hz	96	94	97	96	96	90	85	97	98	96	90	93
700Hz	97	92	100	99	98	94	87	98	106	96	92	95
800Hz	95	92	98	98	97	90	84	96	106	95	92	94
900Hz	97	95	98	99	97	92	85	97	107	95	89	93
1000Hz	96	90	97	98	96	87	85	98	108	92	89	90



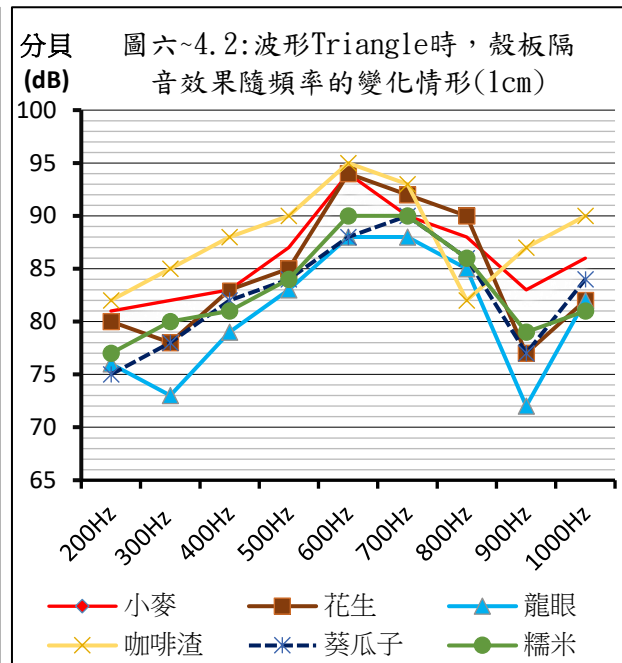
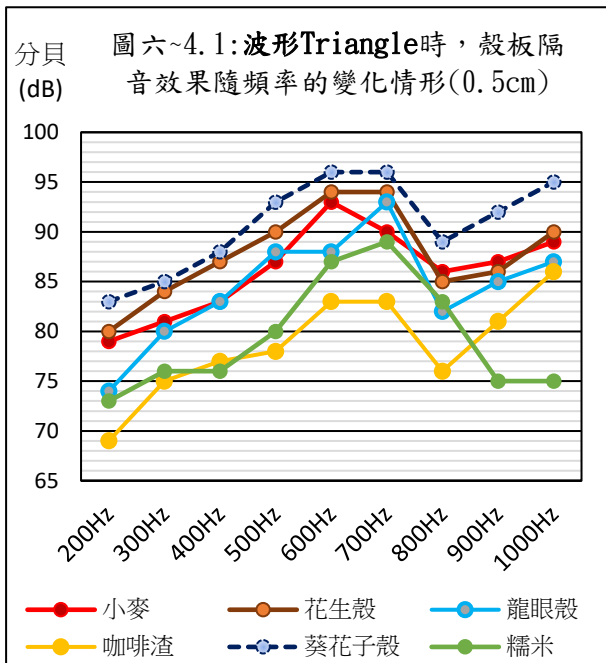
1. 由上圖表發現，波形 Sawtooth 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果有變差的趨勢。
2. 0.5cm 時，咖啡渣殼板隔音效果最好(遙遙領先)，仍然比多數 1 公分厚的隔音效果好，龍眼也不錯，葵瓜子最差；1cm 時，龍眼最好，花生最差，咖啡也不好。

(四) Triangle 波形時:

表六~4: 五種殼板在不同的厚度(0.5 和 1cm)隔音效果隨頻率的變化情形
(紅色是 0.5 公分最佳，藍色是 1 公分最佳)

單位：dB

波形	小麥		花生		龍眼		咖啡渣		葵瓜子		糯米	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
Triangle 200Hz	79	81	80	80	74	76	69	82	83	75	73	77
Triangle 300Hz	81	82	84	78	80	73	75	85	85	78	76	80
Triangle 400Hz	83	83	87	83	83	79	77	88	88	82	76	81
Triangle 500Hz	87	87	90	85	88	83	78	90	93	84	80	84
Triangle 600Hz	93	94	94	94	88	88	83	95	96	88	87	90
Triangle 700Hz	90	90	94	92	93	88	83	93	96	90	89	90
Triangle 800Hz	86	88	85	90	82	85	76	82	89	86	83	86
Triangle 900Hz	87	83	86	77	85	72	81	87	92	77	75	79
Triangle 1000Hz	89	86	90	82	87	82	86	90	95	84	75	81



1. 由上圖表發現，波形 Triangle 時，五種殼板隨頻率增加隔音效果呈現先變差再變好在變差的波動趨勢，而且五種殼板變化一致性較高。
2. 0.5cm 時，咖啡渣殼板隔音效果最好，仍然比多數 1 公分厚的隔音效果好，龍眼也不錯，葵瓜子最差；1cm 時，龍眼最好，咖啡最差，花生和小麥也不好。

【結果與討論】

1. 將四種波形，0.5cm 的殼板在不同的頻率下，隔音效果整理如下表(表六~5):

表六~5: 0.5cm 的殼板在不同的頻率下的隔音效果的整理。(最好:紅色和最差:黑色)

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/龍眼	花生	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
300Hz	咖啡渣	小麥/葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	龍眼/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
400Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	花生/龍眼	咖啡渣	葵瓜子
500Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	花生	咖啡渣	葵瓜子
600Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
700Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
800Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
900Hz	龍眼	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
1000Hz	龍眼	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子

2. 將四種波形，1cm 的殼板在不同的頻率下，隔音效果整理如下表(表六~6):

表六~6: 1cm 的殼板在不同的頻率下的隔音效果的整理。(最好:紅色和最差:黑色)

波形	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	最好	最差	最好	最差	最好	最差	最好	最差
200Hz	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生/咖啡渣	龍眼/葵瓜子	花生/咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣
300Hz	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生/咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
400Hz	小麥	葵瓜子	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
500Hz	小麥	花生/咖啡渣	龍眼	花生	小麥/龍眼	花生/咖啡渣	龍眼	咖啡渣
600Hz	葵瓜子	咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣	龍眼/葵瓜子	咖啡渣
700Hz	小麥	咖啡渣	小麥	花生/咖啡渣	小麥	花生	龍眼	咖啡渣
800Hz	小麥	花生	龍眼	花生	龍眼	花生	咖啡渣	花生
900Hz	小麥	花生	葵瓜子	花生	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
1000Hz	龍眼	花生	小麥	花生	龍眼	花生/咖啡渣	花生/龍眼	咖啡渣

(1). 厚度 1 公分時，小麥、龍眼和葵瓜子殼效果竟變成最好的，以龍眼殼最好，和 0.5 公分完全相反，或許厚度真的和隔熱效果有關。

(2). 咖啡渣密度最小，在 0.5 公分時隔熱效果最佳，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。

(3). 至於各種材料在不同厚度的比較如下表(六~7-六~11):

表六~7: 小麥殼隔板在不同的波形不同的頻率下 0.5cm 和 1cm 隔音效果的比較

小麥	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	62	62	89	86	89	86	79	81
300Hz	78	77	90	88	92	87	81	82
400Hz	80	79	96	89	94	88	83	83
500Hz	85	80	97	96	95	90	87	87
600Hz	92	90	99	97	96	94	93	94
700Hz	87	84	98	95	97	92	90	90
800Hz	82	70	94	95	95	92	86	88
900Hz	85	72	93	87	97	95	87	83
1000Hz	88	82	96	83	96	90	89	86
隔音較好		😊		😊		😊		差不多

小麥殼隔板除了 Triangle 波加厚的隔板沒有較好的隔音效果外，其餘的波形加厚的都比較好。

表六~8:花生殼隔板在不同的波形不同的頻率下 0.5cm 和 1cm 隔音效果的比較

花生	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	64	64	93	89	92	90	80	80
300Hz	76	76	97	93	94	95	84	78
400Hz	76	81	98	96	96	97	87	83
500Hz	82	85	101	100	98	97	90	85
600Hz	93	92	101	99	97	96	94	94
700Hz	87	83	104	100	100	99	94	92
800Hz	80	85	98	102	98	98	85	90
900Hz	85	90	94	97	98	99	86	77
1000Hz	90	89	97	98	97	98	90	82
隔音較好		X		😊		😊		😊

花生殼隔板除了 Sine 波加厚的隔板隔音效果較差外，其餘的波形加厚的都比較好。

表六~9:龍眼殼隔板在不同的波形不同的頻率下 0.5cm 和 1cm 隔音效果的比較

龍眼殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	62	61	88	84	92	83	74	76
300Hz	76	72	90	85	95	84	80	73
400Hz	74	76	93	84	96	85	83	79
500Hz	83	81	97	93	97	90	88	83
600Hz	87	92	94	93	96	90	88	88
700Hz	87	89	98	96	98	94	93	88
800Hz	77	80	93	92	97	90	82	85
900Hz	78	81	89	88	97	92	85	72
1000Hz	83	77	90	89	96	87	87	82
隔音較好		差不多		😊		😊		😊

龍眼殼隔板除了 Sine 波加厚的隔板隔音效果較差外，其餘的波形加厚的都比較好。

表六~10:咖啡渣隔板在不同的波形不同的頻率下 0.5cm 和 1cm 隔音效果的比較

咖啡渣 殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	63	66	83	89	80	90	69	82
300Hz	73	78	87	93	82	94	75	85
400Hz	72	81	86	97	82	95	77	88
500Hz	72	85	88	99	82	97	78	90
600Hz	84	93	89	96	85	97	83	95
700Hz	81	92	88	100	87	98	83	93
800Hz	69	79	86	93	84	96	76	82
900Hz	77	79	85	88	85	97	81	87
1000Hz	84	85	89	90	85	98	86	90
隔音較 好		X		X		X		X

咖啡渣隔板則是加厚的隔板隔音效果都比較差。

表六~11:葵瓜子殼隔板在不同的波形不同的頻率下 0.5cm 和 1cm 隔音效果的比較

葵瓜子 殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	63	64	93	88	94	83	83	75
300Hz	78	76	94	89	95	89	85	78
400Hz	81	82	93	94	94	92	88	82
500Hz	87	84	94	96	96	95	93	84
600Hz	97	88	101	97	98	96	96	88
700Hz	97	86	99	98	106	96	96	90
800Hz	89	79	98	96	106	95	89	86
900Hz	90	80	99	86	107	95	92	77
1000Hz	95	81	99	90	108	92	95	84
隔音較 好		😊		😊		😊		😊

葵瓜子殼隔板和咖啡渣剛好相反，每種波形加厚的殼板隔音效果都比較好。

陸、結論

一、由觀測結果發現，白膠和糯米的五種殼板都有隔熱降溫的效果，降溫效果最好可達到 15°C(白膠底)和 13.2°C(糯米底)。

二、分析氣溫和隔板降溫度數的關係圖發現除了小麥殼板外，其他殼板的降溫效果和氣溫都有顯著的相關，所以這些殼板在溫度高時大都有明顯的隔熱效果。

三、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 花生殼>龍眼殼>葵瓜子殼>咖啡渣>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

室外陽光下:厚度 1cm 小麥>咖啡渣>花生殼>葵瓜子殼>龍眼殼

室內燈光下:厚度 1cm 咖啡渣>龍眼殼>葵瓜子殼>花生殼>小麥

四、室外陽光下，多數的殼版在扣除糯米的影響下，加厚之後，隔熱效果幾乎都變好了，尤其是小麥、咖啡渣在增厚之後隔熱效果變得特別好，都效果都增加 4 倍以上。

五、室內燈光下，多數的殼版在扣除糯米的影響下，0.5cm 時，降溫的效果都非常明顯，降溫可達 5~13.2°C；但加厚之後，隔熱效果幾乎都變差了。

六、龍眼殼密度最大，咖啡渣和葵瓜子殼密度最小，但在陽光下龍眼殼和葵瓜子殼隔熱效果不錯，咖啡渣則不太好。在高溫的燈光下效果都算中等，所以推測密度和隔熱效果並沒有顯著相關性。

七、環保殼板的隔音效果:

小麥:在 Sine 波、高頻的 Triangle 波隔音效果最好；高頻的 Triangle 波最差。

花生:在低頻的 Sawtooth 和 Triangle 波隔音效果最好；Sine 波、Square 波最差。

龍眼:在 Sine 波、高頻的 Square 和 Sawtooth 波隔音效果最好；高頻的 Triangle 波最差。

咖啡渣:在低頻 Square 波、低頻的 Triangle 波隔音效果最好；幾乎沒有很差的。

葵瓜子:在 Square 波好一些；在高頻的 Sine 波和低頻的 Triangle 波較差。

八、在波形 sine 的實驗中

厚度 0.5cm: **咖啡渣**>龍眼殼>花生殼>小麥>葵瓜子殼

厚度 1cm :小麥>**龍眼殼**>葵瓜子殼>花生殼>咖啡渣

九、在波形 Square 的實驗中

厚度 0.5cm: **咖啡渣**>龍眼殼>小麥>葵瓜子殼>花生殼

厚度 1cm: **龍眼殼**>小麥>葵瓜子殼>咖啡渣 >花生殼

十、在波形 Sawtooth 的實驗中

厚度 0.5cm: **咖啡渣**>小麥>龍眼殼>花生殼>葵瓜子殼

厚度 1cm: **龍眼殼**>小麥殼>葵瓜子殼>咖啡渣>花生殼

十一、在波形 Triangle 的實驗中

厚度 0.5cm: **咖啡渣**>龍眼殼>小麥>花生殼>葵瓜子殼

厚度 1cm: **龍眼殼**>葵瓜子殼>花生殼>小麥>咖啡渣

十二、殼板加厚後隔音效果增加的情形整理如下表：

	小麥	花生	龍眼	咖啡渣	葵瓜子
Sine	+	-	-	-	+
Square	+	+	+	-	+
Sawtooth	+	+	+	-	+
Triangle	-	+	+	-	+

十二、我們的殼板密度都不大，都具有隔音效果，其中龍眼的密度最大，效果也不錯。

十三、咖啡渣、葵瓜子殼密度最小，咖啡渣在四種波型效果竟都是最好的，葵瓜子殼隔音效果則都是最差的，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。

柒、參考文獻資料

- 一、<https://kknews.cc/travel/65432bm.html> 椰子博物館
- 二、<http://www.eco-friendly.com.tw/index.html> 隔熱節能綠建材
- 三、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。
- 四、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。

【評語】 032902

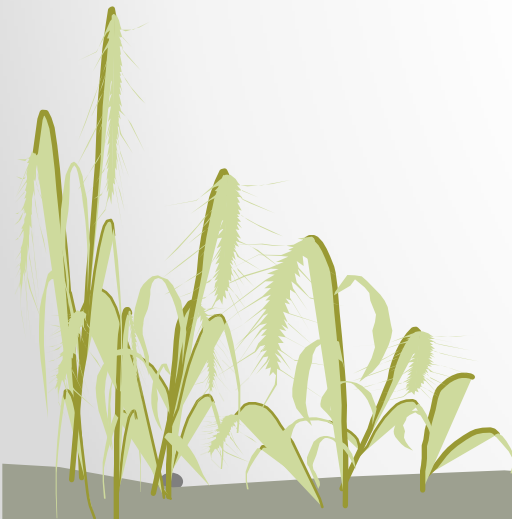
以民生中隨手可取的物品製作隔熱、隔音作品，研究系統架構清晰、文獻探討資料搜集充分，團隊認真用心。以白膠和糯米分別混合小麥、花生殼、龍眼殼、咖啡渣、葵瓜子，製成殼板，調整厚度、密度以觀察各自的隔熱和隔音的效果。測試光源為外陽光和室內燈光；噪音源為不同波型和頻率下的音響。研究立意良好。建議由熱的傳導、噪音污染等基礎特性開始探討，牽涉特定材料表面對光(特定波長)的吸收、反射與長波長的熱輻射等，特定材料吸收後的熱以傳導方式往內部(低溫處)傳遞，因此，本研究的”隔板外”溫度應是材料對光源熱吸收的結果，隔板內外”溫差”代表此一材料對熱的傳導能力，隔板內溫度應是整體的隔熱(降溫)效果。此外音源的產生與量測採用手機 APP，準確性不明，音波在殼板內的傳遞效果應該頻率有很大的關係。作品內實驗項度及設計稍嫌薄弱，說服力較低，且研究數據較少，難看出其再現性，建議本作品設想這些構思可能的應用情境。

作品簡報

「殼」以隔熱，「殼」以隔音

科別：生活與應用科學(二)

組別：國中組



我們的研究動機：

一、前言：

隨著氣候的變遷，溫室效應造成的地球暖化現象是越來越明顯了，常常在三四月的春天就開始熱了，開冷氣和節能減碳的矛盾心裡讓人好掙扎。到了炎炎夏日，待在屋子裡，沒開冷氣已經熱的受不了，而開了冷氣既浪費電，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，炎熱的夏天他們是怎麼過的？



屋頂牆壁
不隔熱

二、文獻探討：

(一)熱帶建築：

熱帶地區的人們常用

椰子殼或莖和葉來建造屋頂(如上圖)，看起來既隔熱又環保(參考一)，激發我們研發環保隔熱隔音保溫節能健康材質的動力。

椰殼
屋頂



(二)臺灣建築面臨的問題：

臺灣屬於海島型的氣候，高溫潮濕，根據台電的報告台灣約有**30%~40%**的冷氣消耗是來自建築物外殼進入的熱量，可見台灣的建築物普遍缺乏隔熱的效果，而住宅頂樓平均每月的用電量高出其他樓層的**51.4%**，**6月~9月更高出102.5%**(參考二)，可見隔熱環保建材的使用在能源短缺、電量經常超載的現在，真是當務之急啊。



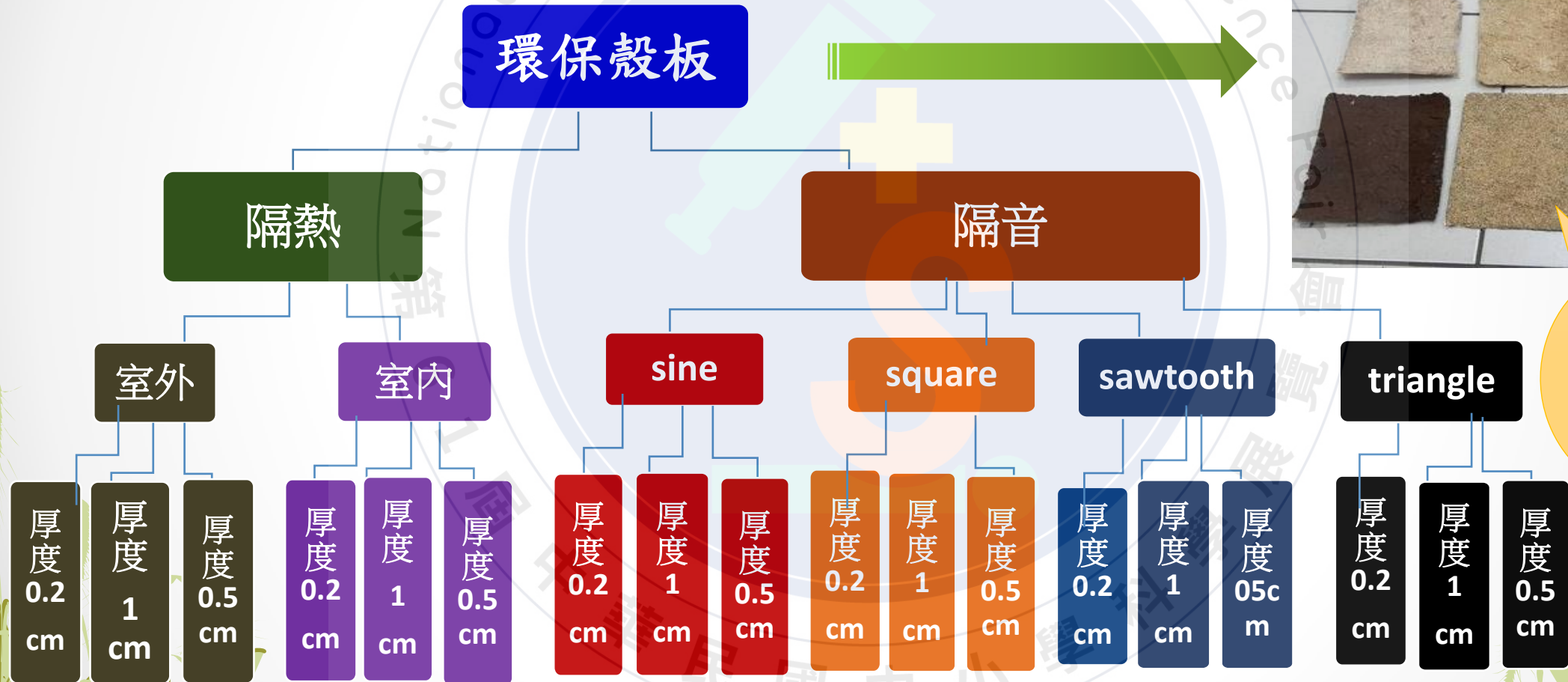
(三)植物組織的利用：

台灣農業發達，物產豐富，種植許多有殼的作物，像龍眼、荔枝、稻米、玉米、咖啡、葵瓜子、花生等，它們的殼(果皮)可以保護種子，因此除了做肥料以外，我們查資料發現花生殼、稻米殼都有隔熱的效果。



研究目的：

基於以上資料的查詢，我們發現有些植物的果殼結構疏鬆，可能也有保溫和隔音的效果，說不定就是我們想要的環保隔熱隔音保溫節能的健康建材呢？因此我們想到用**小麥、花生殼、龍眼殼、咖啡渣、葵瓜子殼**等農產廢棄物的材料加上糯米粉製成大小相同不同厚度的殼板(如右下圖)，比較這些殼板的隔熱保溫、隔音的效果，希望找到最好的環保屋頂建材，於是開始了本實驗。



五種環保殼板+對照組

研究過程與結果：

※製作隔熱用模型屋：

※製作殼板的步驟：



果殼磨成粉

壓模成型、烘乾

模型屋



插溫度計的洞

一、探討自製環保殼板的隔熱效果

(1) 室外—殼板在室外陽光下的隔熱效果



隔熱模型屋放室外



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

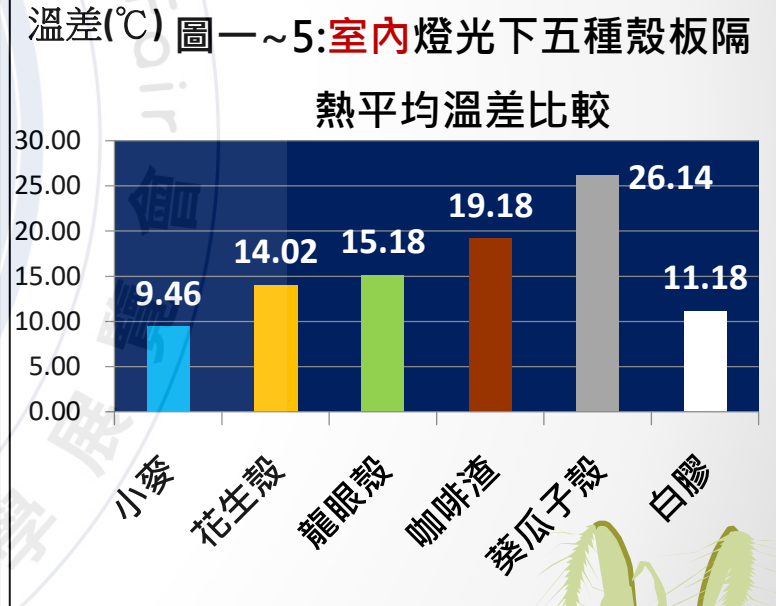
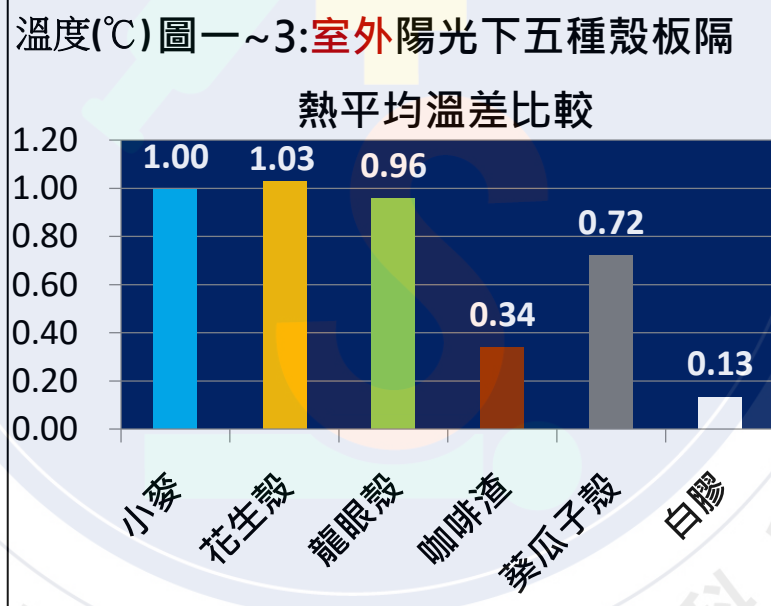
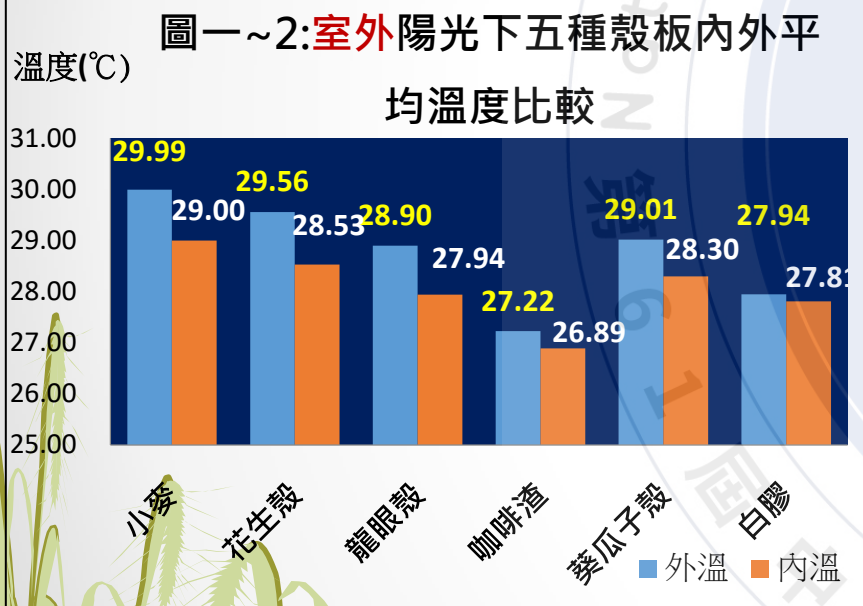
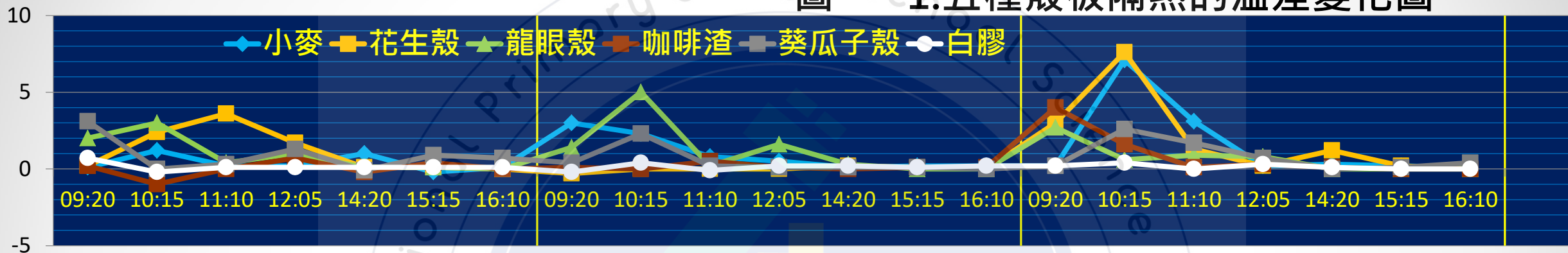


測量隔熱模型屋在室內燈光下屋內及屋外溫度

三天室外連續測量結果

溫差(°C)

圖一~1:五種殼板隔熱的溫差變化圖



五種殼板室內室外都有隔熱降溫的效果，室外降溫效果最好可達到 8°C，平均溫差最多可降 1.03°C，以花生殼小麥和龍眼殼最好，室內平均溫差扣除白膠的影響，更可達 15°C 左右(葵瓜子殼)。

二、探討自製環保殼板的密度對隔熱效果的影響。

種類	白膠板 (0.2cm)			糯米板 (0.5cm)			糯米板 (1cm)		
	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差	密度	陽光下 溫差	燈光下 溫差
小麥	0.99	0.87	-3.21	0.555	-0.32	5	0.555	4.94	0
花生	0.71	0.9	1.35	0.46	2.18	13.2	0.46	1.84	2.9
龍眼	0.52	0.83	2.51	0.535	1.47	11.5	0.535	0.09	6.4
咖啡渣	0.74	0.21	6.51	0.5	-0.12	5.5	0.5	4.04	7.2
葵瓜子	0.7	0.59	13.47	0.375	-0.22	11	0.375	0.74	4.7

實驗結果發現密度和隔熱效果並沒有明顯的相關性

室外:
除了龍眼殼以外，其他都是厚的隔熱效果較好，小麥和咖啡渣甚至可差到4-5°C

室內:
除了咖啡渣以外，其他都是薄的隔熱效果較好，這結果和假設不符，需要進一步實驗來釐清。

三、探討自製環保殼板的厚度對隔熱效果的影響。

室外	0.5cm	1cm	厚的較佳	室內	0.5cm	1cm	厚的較佳
小麥	-0.32	4.94	yes	小麥	5	0	X
花生殼	2.18	1.84	yes	花生殼	13.2	2.9	X
龍眼殼	1.47	0.09	X	龍眼殼	11.5	6.4	X
咖啡渣	-0.12	4.04	yes	咖啡渣	5.5	7.2	yes
葵瓜子殼	-0.22	0.74	yes	葵瓜子殼	11	4.7	X

※隔熱效果和甚麼最有關連?

氣溫越高隔熱效果越好

由以上實驗發現殼板的隔熱效果和密度關係不大，在室外比較厚的隔熱效果比較好，在室內就不一定了?實驗中我們意外的發現殼板的隔熱效果和氣溫有關係，分析如下圖:

0.2cm

0.5cm



四、探討自製環保殼板的隔音效果。

0.5cm



用紙箱做成的
隔音模型屋



一端手機測分
貝的多少

波形	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
表現	最好	最差	最好	最差	最好	最差	最好	最差
200Hz	小麥/龍眼	花生	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
300Hz	咖啡渣	小麥/葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	龍眼/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
400Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	花生/龍眼	咖啡渣	葵瓜子
500Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	花生	咖啡渣	葵瓜子
600Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
700Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
800Hz	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	花生/葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
900Hz	龍眼	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子
1000Hz	龍眼	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣	葵瓜子

整體而言，咖啡渣在各種波形及各種頻率都有很好的隔音效果，而葵瓜子和花生則隔音效果較差。

五、探討自製環保殼板的密度對隔音的影響

種類	白膠板 (0.2cm)					糯米板 (0.5cm)					糯米板 (1cm)				
	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle	密度	Sine	Square	Sawtooth	Triangle
小麥	0.99	1	4	6	2	0.555	3	5	3	4	0.555	1	2	2	5
花生	0.71	5	6	1	1	0.46	5	5	5	5	0.46	5	6	6	4
龍眼	0.52	2	2	2	6	0.535	2	4	4	3	0.535	2	1	1	1
咖啡渣	0.74	3	3	4	3	0.5	1	1	1	1	0.5	6	5	5	6
葵瓜子	0.7	6	1	3	5	0.375	6	6	6	6	0.375	3	3	3	2
糯米 (白膠)	\	4	5	5	4	0.625	4	3	2	2	0.625	4	4	4	3

1. 我們的殼板密度都不大，也都具有隔音效果。
2. 殼板厚0.2cm時，龍眼殼密度最小，平均隔音效果最好。
3. 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對隔音的影響

小麥	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm m	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	62	62	89	86	89	86	79	81
300Hz	78	77	90	88	92	87	81	82
400Hz	80	79	96	89	94	88	83	83
500Hz	85	80	97	96	95	90	87	87
600Hz	92	90	99	97	96	94	93	94
700Hz	87	84	98	95	97	92	90	90
800Hz	82	70	94	95	95	92	86	88
900Hz	85	72	93	87	97	95	87	83
1000Hz	88	82	96	83	96	90	89	86
隔音較好								差不多

花生	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm m	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	64	64	93	89	92	90	80	80
300Hz	76	76	97	93	94	95	84	78
400Hz	76	81	98	96	96	97	87	83
500Hz	82	85	101	100	98	97	90	85
600Hz	93	92	101	99	97	96	94	94
700Hz	87	83	104	100	100	99	94	92
800Hz	80	85	98	102	98	98	85	90
900Hz	85	90	94	97	98	99	86	77
1000Hz	90	89	97	98	97	98	90	82
隔音較好		X						

龍眼殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5cm m	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm	0.5cm	1cm
200Hz	62	61	88	84	92	83	74	76
300Hz	76	72	90	85	95	84	80	73
400Hz	74	76	93	84	96	85	83	79
500Hz	83	81	97	93	97	90	88	83
600Hz	87	92	94	93	96	90	88	88
700Hz	87	89	98	96	98	94	93	88
800Hz	77	80	93	92	97	90	82	85
900Hz	78	81	89	88	97	92	85	72
1000Hz	83	77	90	89	96	87	87	82
隔音較好		差不多						

六、探討自製環保殼板的厚度對隔音的影響

1cm

咖啡渣殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
200Hz	63	66	83	89	80	90	69	82
300Hz	73	78	87	93	82	94	75	85
400Hz	72	81	86	97	82	95	77	88
500Hz	72	85	88	99	82	97	78	90
600Hz	84	93	89	96	85	97	83	95
700Hz	81	92	88	100	87	98	83	93
800Hz	69	79	86	93	84	96	76	82
900Hz	77	79	85	88	85	97	81	87
1000Hz	84	85	89	90	85	98	86	90
隔音較好	X		X		X		X	

葵瓜子殼	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
200Hz	63	64	93	88	94	83	83	75
300Hz	78	76	94	89	95	89	85	78
400Hz	81	82	93	94	94	92	88	82
500Hz	87	84	94	96	96	95	93	84
600Hz	97	88	101	97	98	96	96	88
700Hz	97	86	99	98	106	96	96	90
800Hz	89	79	98	96	106	95	89	86
900Hz	90	80	99	86	107	95	92	77
1000Hz	95	81	99	90	108	92	95	84
隔音較好	😊		😊		😊		😊	

波形	Sine		Square		Sawtooth		Triangle	
	最好	最差	最好	最差	最好	最差	最好	最差
200Hz	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生/咖啡渣	龍眼	花生/咖啡渣	葵瓜子	咖啡渣
300Hz	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生/咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
400Hz	小麥	葵瓜子	龍眼	咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
500Hz	小麥	花生/咖啡渣	龍眼	花生	小麥/龍眼	花生/咖啡渣	龍眼	咖啡渣
600Hz	葵瓜子	咖啡渣	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣	龍眼/葵瓜子	咖啡渣
700Hz	小麥	咖啡渣	小麥	花生/咖啡渣	小麥	花生	龍眼	咖啡渣
800Hz	小麥	花生	龍眼	花生	龍眼	花生	咖啡渣	花生
900Hz	小麥	花生	葵瓜子	花生	龍眼	花生	龍眼	咖啡渣
1000Hz	龍眼	花生	小麥	花生	龍眼	花生/咖啡渣	花生/龍眼	咖啡渣

結論:

- 一、自製環保殼板都具有隔熱和隔音的效果。
- 二、自製環保殼板的隔熱效果隨氣溫增加而增加。
- 三、自製環保殼板的隔熱效果並不是越厚隔熱效果越好，但隔音大部分都是越厚越好(咖啡渣除外)。
- 四、自製環保殼板的密度對隔熱效果影響比較小，對隔音較有影響。
- 五、自製環保殼板的隔熱和隔音效果的前三名整理如下表:

隔熱	室內	室外
0.2cm	葵瓜子殼 > 咖啡渣 > 龍眼殼	花生殼 > 小麥 > 龍眼殼
0.5cm	花生殼 > 龍眼殼 > 葵瓜子殼	花生殼 > 龍眼殼 > 葵瓜子殼
1cm	咖啡渣 > 龍眼殼 > 葵瓜子殼	小麥 > 咖啡渣 > 花生殼

隔音	Sine	Square	Sawtooth	Triangle
0.2cm	小麥 > 龍眼殼 > 咖啡渣	葵瓜子殼 > 咖啡渣 > 小麥	花生殼 > 龍眼殼 > 咖啡渣	咖啡渣 > 小麥 > 葵瓜子殼
0.5cm	咖啡渣 > 龍眼殼 > 花生殼	咖啡渣 > 龍眼殼 > 小麥	咖啡渣 > 小麥 > 龍眼殼	咖啡渣 > 龍眼殼 > 小麥
1cm	小麥 > 龍眼殼 > 葵瓜子殼	龍眼殼 > 小麥 > 葵瓜子殼	龍眼殼 > 小麥 > 葵瓜子殼	龍眼殼 > 葵瓜子殼 > 花生殼

參考文獻資料:

- 一、<https://kknews.cc/travel/65432bm.html>椰子博物館
- 二、<http://www.eco-friendly.com.tw/index.html>隔熱節能綠建材
- 三、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。
- 四、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。

※依積分來算:隔熱最好是花生、龍眼;
隔音最好的是龍眼、咖啡渣、小麥