

中華民國 第 49 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

080807

老師，要關門嗎？—室間隔音與聲音傳播之探討

學校名稱：新竹市立陽光國民小學

作者：	指導老師：
小五 古珈慈	張慧真
小五 任品儒	賴香君
小五 蕭尹芊	
小五 黃鈞琪	

關鍵詞：隔音、dB、聲波傳播

摘要

本研究主要從我們在學校遇到的問題出發，加上最近大家熱烈討論環境議題，引發我們研究的興趣和動力。剛好在五下自然課中也學到相關概念，讓我們更有能力進行探究。

由研究的結果我們發現聲音原來是這麼有趣而複雜的,以前我們都忽略它、誤解它。我們常會直覺把門關小就可以降低干擾（提高隔音），現在發現開口大小和隔音效果的关系並非單純的等差或倍數關係，把門關小隔音效果不一定會變好，只有在全部關閉的狀態下，才能達到顯著的隔音效果。其次，我們也發現隔音效果除了和開口大小有關，也和其他原理或效應相關（例如材料、共鳴、側路傳播），這正可以當作我們未來繼續研究的方向。

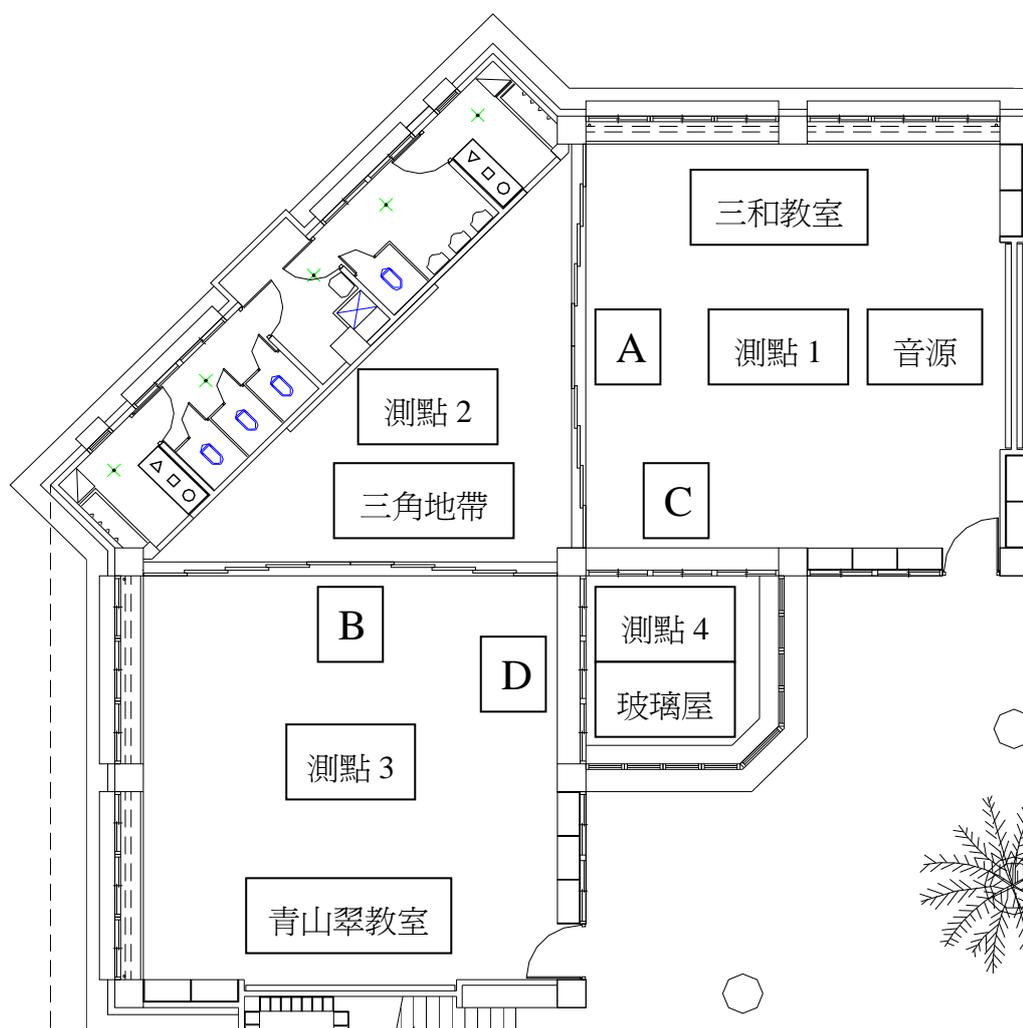


壹、研究動機

有一天我們正在上閱讀課時，隔壁教室正在欣賞影片，影片的聲音經過三角地帶傳過來。後來因為他們的聲音太大而干擾了我們安靜的閱讀時間，所以老師便關小二班之間的拉門。雖然拉門關小了，可是隔壁班的聲音還是大得讓我們聽不到老師的講話聲，而我們也沒辦法阻止他們看影片，所以我們想知道為什麼拉門拉上了卻還是聽得到那麼大的聲音呢？

恰巧學校將今年訂為綠活年，舉辦一系列關於環保議題的活動，更引發了我們關心「音環境」的濃厚興趣。因為聲音無所不在，噪音對我們的傷害是日積月累的，卻是環境議題中最常被忽略的部份，所以我們想藉由這次的研究引起大家對「音環境」的重視。不僅希望使用者能彼此尊重，也希望未來教室設計時也能多注意這部分。

經過和自然老師的討論，我們發現五年級下學期有關於聲音的課程，剛好和我們想研究的部份相契合。所以我們決定一起進行更深入的研究，探討教室間開孔大小與隔音的關係以及聲音究竟是如何傳播的，希望能找出降低教室間互相干擾的方法。



貳、研究目的

- 一、探討開口大小與教室間隔音之關係
- 二、探討傳播路徑與教室間隔音之關係
- 三、提出降低教室間聲音互相干擾的方法

參、研究設備及器材

用途	說明	設備及器材
蒐集資料	案例研究、蒐集聲音相關資訊	電腦、網路、書籍
研究教室空間	1.測量教室大小 2.取得教室平面圖 3.取得教室建材資料	1.捲尺、紙、筆、數位相機 2.請本校事務組提供 3.請本校事務組提供
實驗準備工作	1.錄製實驗用聲音光碟 2.標定各測點位置	1.直笛、錄音筆、電腦、CD 2.捲尺、膠帶、剪刀
測量各測點響度	播放 CD，在各測點測量聲音響度	CD 撥放器、CD、分貝計、紙、筆
資料整理分析及製作報告書	整理實驗數據，繪製折線圖、長條圖，並完成報告書	電腦、網路、Excel 軟體、Word 軟體、數位相機



捲尺



膠帶



自行錄製 CD



分貝計



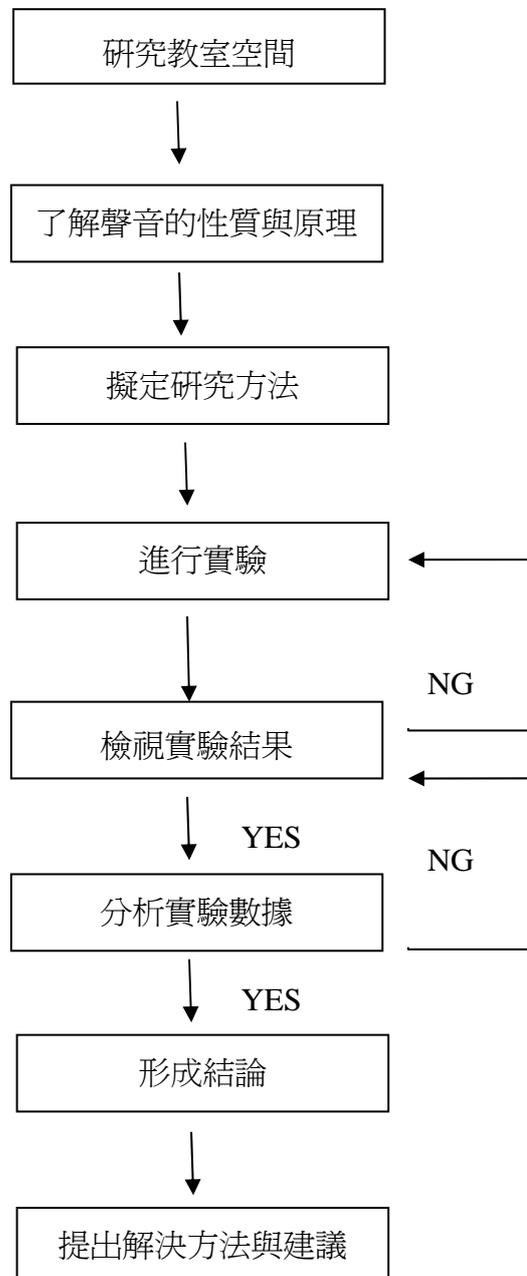
撥放器



電腦

肆、研究過程或方法

一、研究流程



二、研究歷程

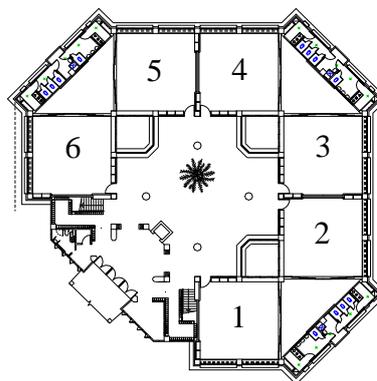
研究過程		
地點	討論：自然教室、課研室，實驗測量：中年級教室	
時間	上午(9:00~12:00)	下午(1:00~4:00)
12月2日 (星期三)	*	討論校園內的環境議題
12月16日 (星期三)	*	討論從網路搜尋全國歷屆科展相關議題之研究
12月30日 (星期三)	*	討論研究主題－教室間聲音互相干擾的現象及原因
1月14日 (星期三)	*	討論影響教室間隔音及聲音傳播的路徑
2月2日 (星期一)	1.了解聲音的基本原理及聲波傳播方式 2.討論如何做噪音測量的實驗	1.討論研究的內容及分工方式 2.討論實驗進行方式
2月4日 (星期三)	在實驗教室貼定點標誌(用膠帶做記號)	把音響放在定點,人也站在特定的地點,播放音樂,用分貝計測量分貝
2月6日 (星期五)	把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案)	1.討論、調整實驗進行方式 2.修正紀錄表格
2月9日 (星期一)	把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案)	製作實驗紀錄表格
2月11日 (星期三)	*	1.檢查數據並討論發現(誤差、規律性) 2.討論是否重做測量或保留數據
2月14日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 AB 門開 10 公分)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 AB 門開 10 公分)
2月18日 (星期三)	*	1.把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案) 2.試作折線圖、長條圖,討論適用性
2月21日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 AB 門開 5 扇門)	播放音樂,測各點的分貝值 (下午測到 AB 門開 8 扇門)
2月25日 (星期三)	*	把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案)

2月28日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 CD 門開 10 公分)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 CD 門開 30 公分)
3月4日 (星期三)	*	1.補拍教室的照片及補測教室空間大小 2.討論到目前為止遇到的困難 3.修正研究方向,增加研究聲音在路徑 AB 及 CD 傳播的差異
3月7日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (早上測到 CD 門開兩扇門)	*
3月11日 (星期三)	*	1.把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案) 2.決定用折線圖分析實驗結果
3月14日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (測到 AB 門開 20 公分,CD 門開 10 公分)	播放音樂,測各點的分貝值 (測到 AB 門開 1 扇門,CD 門開 30 公分)
3月18日 (星期三)	*	1.把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案) 2.討論分工,繪製折線圖
3月21日 (星期六)	播放音樂,測各點的分貝值 (測到 AB 門開 5 扇門,CD 門開 1 扇門)	播放音樂,測各點的分貝值 (測到 AB 門開 8 扇門,CD 門開 2 扇門)
3月25日 (星期三)	*	1.把實驗結果輸入到電腦上(Excel 檔案) 2.討論分工,繪製折線圖
4月1日 (星期三)	*	1.分享各自完成作業的內容 2.討論到目前為止遇到的困難 3.討論報告書內容分工
4月8日 (星期三)	*	1.討論實驗結果及發現 2.修正折線圖及長條圖
4月22日 (星期三)	*	1.討論實驗結果及發現 2.修正折線圖及長條圖
4月29日 (星期三)	*	1.討論實驗結果及發現 2.修正折線圖及長條圖

三、空間介紹

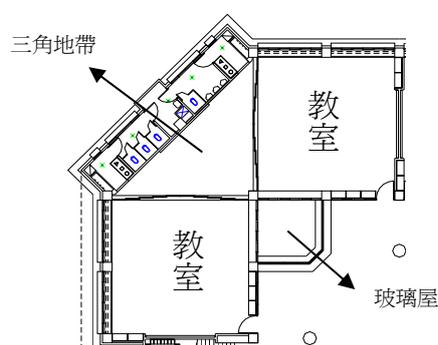
中年級教室平面：

中年級教室 1 樓空間有 3 組班群空間（共 6 間教室）圍繞中庭而成，2 樓及 3 樓中間部分則為天井(無樓板)。



班群空間：

1.班群教室空間包含二間教室、三角地帶、玻璃屋、清潔空間。
2.教室長 840 公分，寬 810 公分。
註：實驗時關閉清潔空間的門，降低其本研究結果之影響。



三角地帶：

在兩間教室的中間的一塊三角形空間，我們稱為「三角地帶」。在三角地帶的兩側，各有八扇木質的門與二間教室區隔。



教室：

教室的後方有八扇木質的門與三角地帶區隔，側方有四扇玻璃門與玻璃屋區隔。



玻璃屋：

二間教室間夾有一個小玻璃屋，窗戶以及門的材質都使屬於玻璃。



四、聲音原理

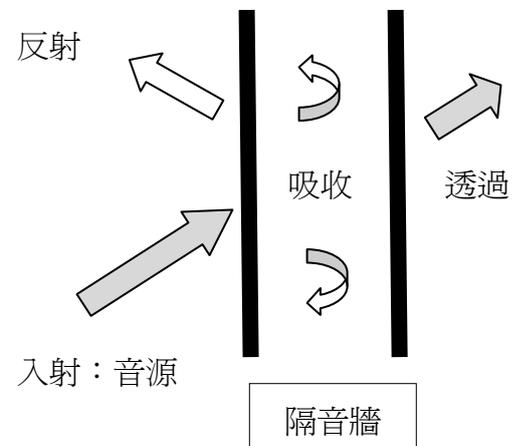
(一) 音響學常見用語解釋

名稱	內容
音波	音波波動時，兩重覆點間之距離。單位：m
音頻	音波每秒震動之周數。單位：次/秒、Hz
響度	聽覺之主觀感受，針對聲音由微弱至響亮標度之一種評估指標。
餘響	室內發出之聲音，一部分被周圍牆壁、天花板吸收減少，另一部份經反射呈現短暫滯留之現象。
噪音	不規律、隨意之振動產生不被喜歡或不愉快的干擾音。
分貝 (dB)	音強音壓音功率等物理音響數值經過對數轉換以供人方便使用之單位。
dB (A)	針對人耳對各種高低不同頻率音之等響度感覺，作修正之量測指標。
吸音	利用材料或物體將聲音能量轉換成熱能的形式消失。
隔音	藉由構造物將聲音能量阻隔或減少傳送到相鄰空間之能量。
建築物室間 隔音等級(D 值)	建築物室間平均音壓級差依 D 基準曲線評定室間之隔音等級，D 值越大表示隔音性能越好。

(二) 聲音的反射、吸收、透過

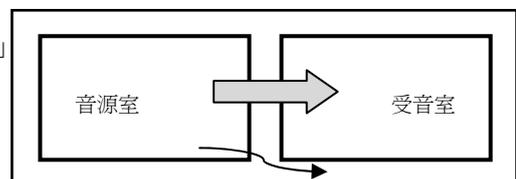
1. 聲音是一種波，具有能量。
2. 聲音傳播遇到障礙時，依能量不減定律，

$$\boxed{\text{入射音能} = \text{反射音能} + \text{吸收音能} + \text{透過音能}}$$
 我們研究的主題就是「透過音能」部份，也有人以「透過率」、「透過損失」討論材料的隔音性能。



(三) 室間聲音之傳播

1. 聲音是由物體振動產生的。
2. 人聲、汽車噪音等由門窗縫隙傳播者，屬於空氣傳播，稱為「空氣音」。
3. 地下鐵路、機器設備運轉音等直接振動建築物構造者，屬於固體傳播，稱為「固體音」。
4. 室間聲音傳播方式可分為直接透過的「直接傳播」、直接傳播以外的「側路傳播」。
5. 我們研究的主題設定為「直接傳播的空氣音」



五、實驗方法

1	<p>1.選擇本校遭遇兩個班級互相噪音干擾問題的中年級教室為研究對象。</p> <p>2.利用捲尺測量教室大小,在實驗教室貼定點標誌(用膠帶做記號)</p>	 
2	<p>利用假日學校較少人的時間進行測量實驗,以減少人造成的噪音干擾。</p>	
3	<p>先將音響放在測點一的位置上,把事先錄好的 CD 放入音響內,其他人則站在其他測點,播放 CD,開始進行 dB 值測量。</p>	 
4	<p>在測量的過程中,每測量完一次,就要調整門的開口大小,直到門全部都開,再繼續重量。</p>	
5	<p>在測量的時候,貼著記號的門,會隨著測量的時間,一直變化開口大小,直到測量完畢。</p>	 
6	<p>測量的過程中,每個人的手上都會各拿一張紙,目的是要為了將測量到的 dB 值,記錄到紙上,再登記下來。</p>	

伍、研究結果與發現

一、開口大小對測點 2 之影響

(一) 研究結果與發現

1. 孔隙 A 對測點 2 之隔音效果影響大，孔隙 B 對測點 2 影響較小，當 A、B 皆開口時（形成 AB 路徑）對測點 2 之隔音效果介於兩者之間。
2. 孔隙 A 對測點 2 之隔音效果可大致分 3 階段，開口 0 公分隔音最好，開口 1~30 公分隔音效果大約 20dB，開口一扇門至八扇門效果則降至 10 Db 以下。
3. 孔隙 C 開口 1 公分時隔音效果大幅降低，CD 開口 10 公分時隔音效果最差。
4. 路徑 AB 對測點 2 隨開口越大，隔音效果越差；CD 開口對測點 2 則出現在特定寬度時隔音效果急遽變差。

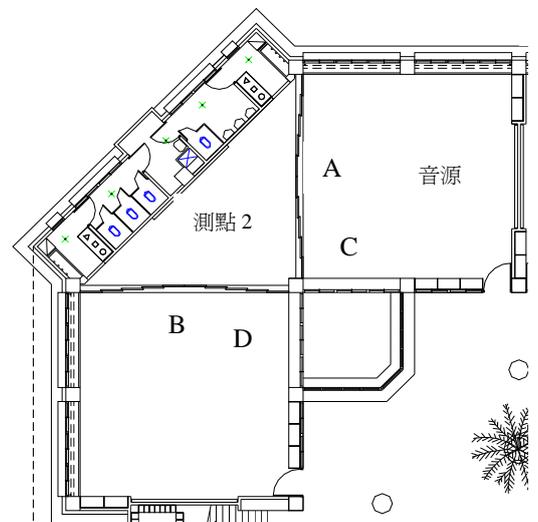
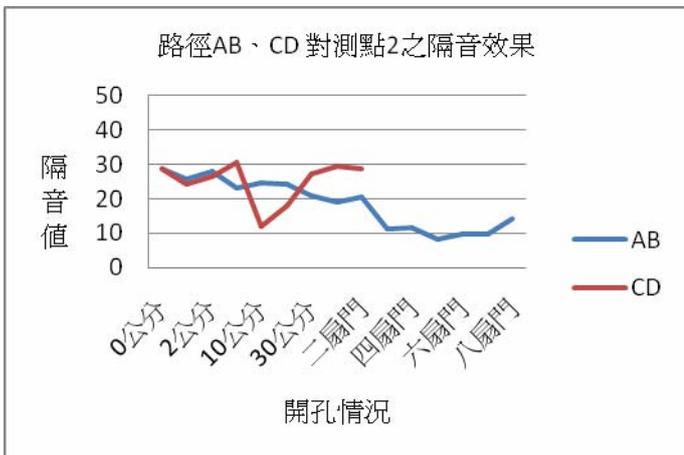
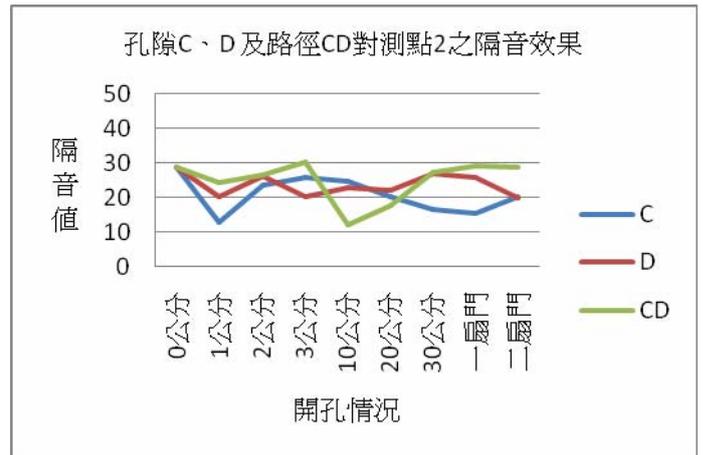
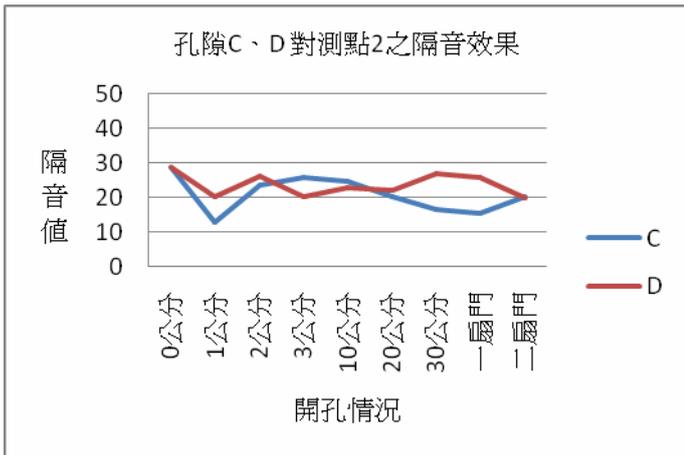
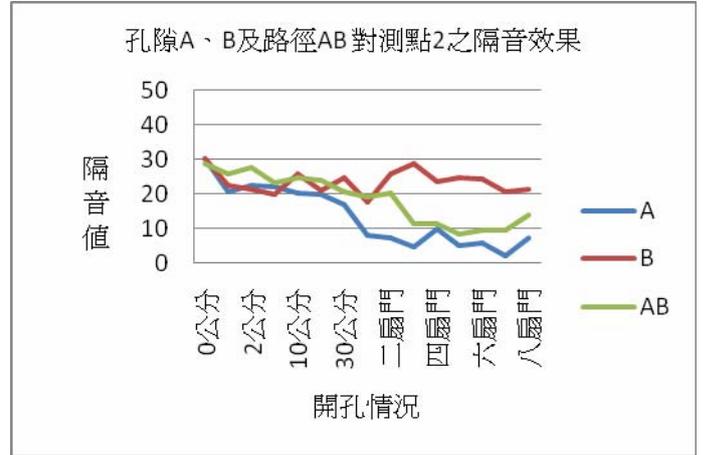
(二) 開口大小對測點 2 隔音效果之紀錄表

各孔隙大小對測點 2 之隔音效果 (dB 差)															
孔隙	開口情況														
	0 公分	1 公分	2 公分	3 公分	10 公分	20 公分	30 公分	一扇門	二扇門	三扇門	四扇門	五扇門	六扇門	七扇門	八扇門
A	30.2	20.6	22.5	22.1	20.3	20	17.1	8	7.5	4.8	10	5	5.9	2	7.4
B	30.2	22.6	21.3	19.8	25.8	21.1	24.7	17.8	25.8	29	23.8	24.8	24.5	20.7	21.4
AB	28.7	25.8	27.9	23.3	24.8	24.2	20.8	19.2	20.4	11.3	11.4	8.3	9.7	9.7	14
C	28.8	12.9	23.8	25.8	24.8	20.3	16.8	15.5	20.3						
D	28.8	20.5	26.2	20.2	22.9	22.3	26.9	25.8	20						
CD	28.7	24.3	26.6	30.5	12.1	17.8	27.3	29.3	28.7						

註：

1. 孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
2. 孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
3. 路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。

(三) 開口大小對測點 2 隔音效果之折線圖



二、開口大小對測點 3 之影響

(一) 研究結果與發現

1. 孔隙 A、B 對測點 3 之隔音效果大致相同，當 A、B 皆開口時（形成 AB 路徑）對測點 3 之隔音效果自二扇門開口則大幅降低至 15 dB 左右。
2. 孔隙 A 對測點 3 之隔音效果可大致在 30dB，孔隙 B 開口 10 公分時隔音效果最差。
3. 孔隙 C 開口隔音效果並未隨開口而有太大變化，孔隙 D 開口 20 公分時隔音效果最佳。
4. 路徑 AB 對測點 3 之隔音效果大致可分成 2 階段，隨開口越大，隔音效果越差；CD 開口對測點 3 隔音效果則有急遽變差。

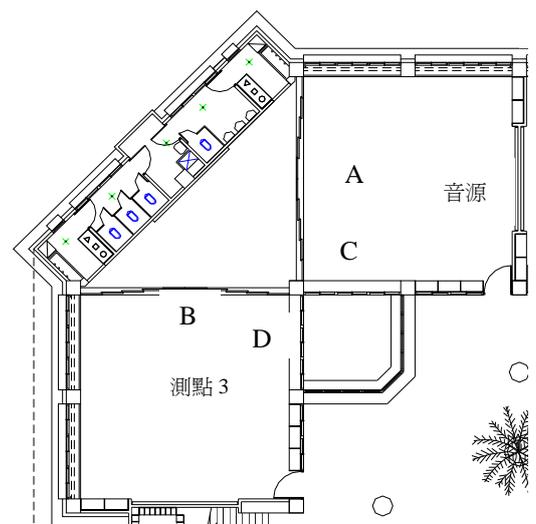
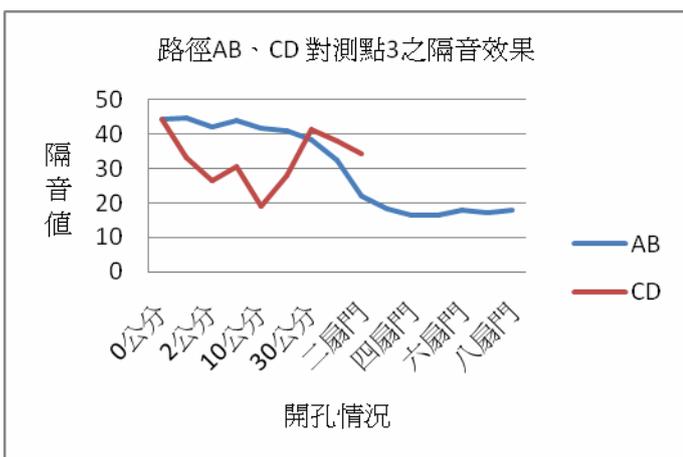
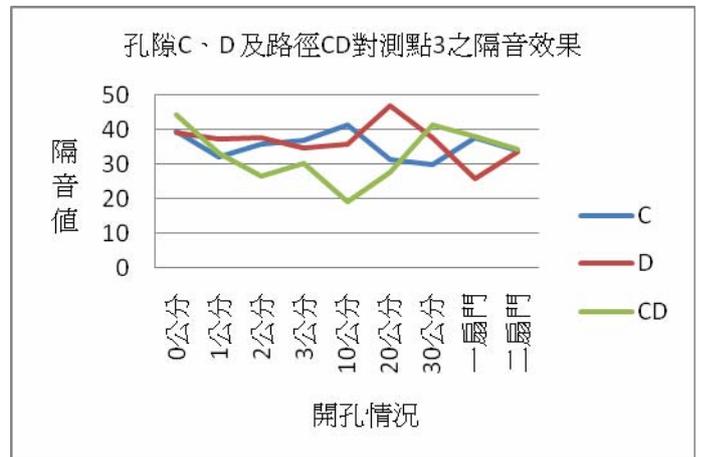
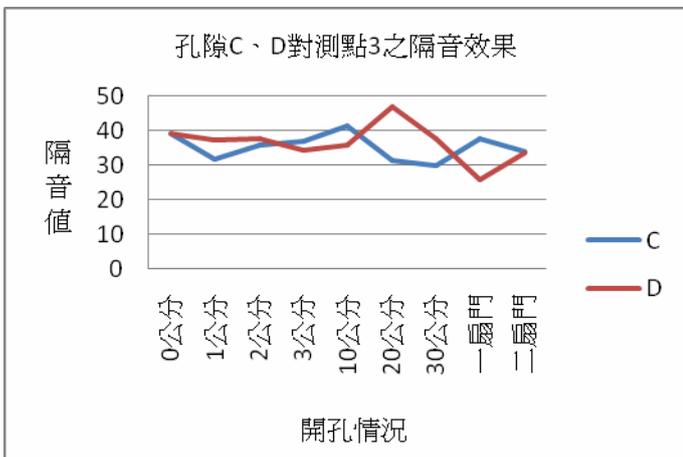
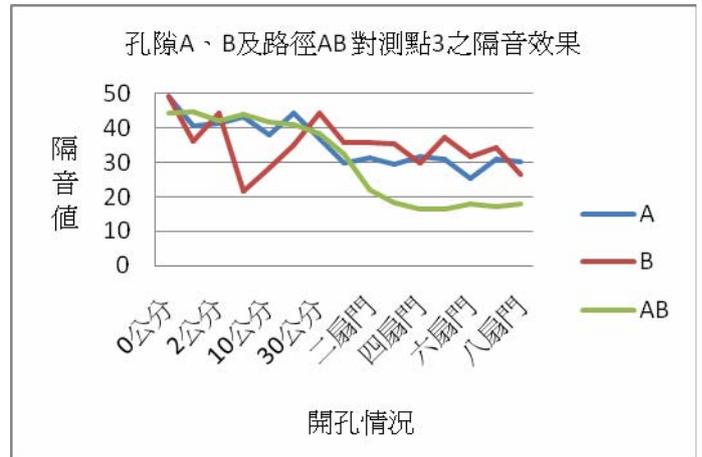
(二) 各孔隙、路徑開口大小對測點 3 隔音效果之紀錄表

各孔隙大小對測點 3 之隔音效果 (dB 差)															
孔隙	開口情況														
	0公分	1公分	2公分	3公分	10公分	20公分	30公分	一扇門	二扇門	三扇門	四扇門	五扇門	六扇門	七扇門	八扇門
A	49.2	40.8	41.5	43.4	38	44.3	36.8	29.8	31.3	29.5	31.6	31.1	25.4	31	30.4
B	49.2	36.3	44.5	21.6	28.2	35	44.3	35.8	35.7	35.6	29.7	37.3	31.8	34.2	26.6
AB	44.4	44.7	42	44.2	41.7	41.1	38.5	32.4	21.9	18.2	16.4	16.5	18.1	17.3	17.9
C	39.4	32	35.9	36.9	41.4	31.4	29.8	37.8	34						
D	39.4	37.5	37.9	34.6	35.8	47.1	37.8	25.8	33.7						
CD	44.4	33.2	26.6	30.5	19.2	27.8	41.6	38.1	34.3						

註：

1. 孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
2. 孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
3. 路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。

(三) 開口大小對測點3 隔音效果之折線圖



三、開口大小對測點 4 之影響

(一) 研究結果與發現

1. 孔隙 A、B 對測點 4 之隔音效果大致相同，當 A、B 皆開口時（形成 AB 路徑）對測點 4 之隔音效果並未隨開口而有大變化。
2. 孔隙 C 開口對測點 4 之隔音效果較差，未隨開口而有大變化；孔隙 D 開口 10 公分時隔音效果急遽變佳。
3. 路徑 AB 對測點 4 之隔音效果大致 25dB；CD 開口對測點 3 隔音效果則有急遽變化。

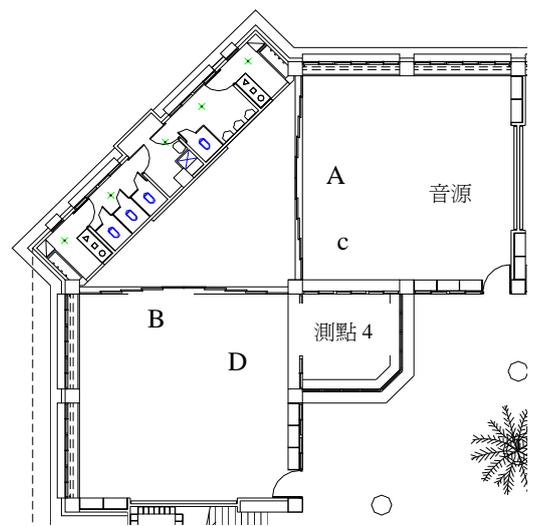
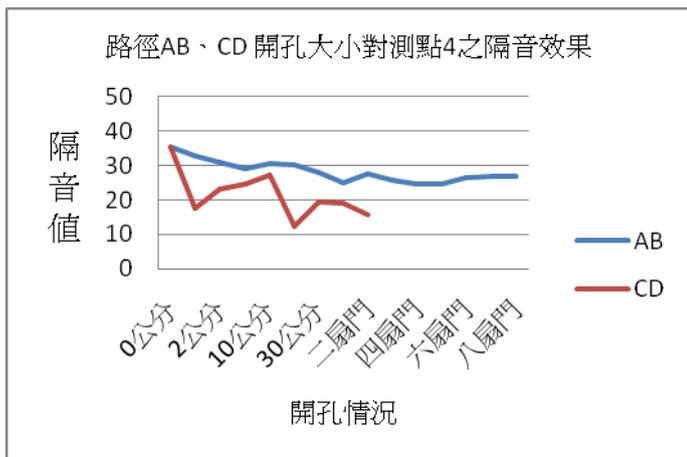
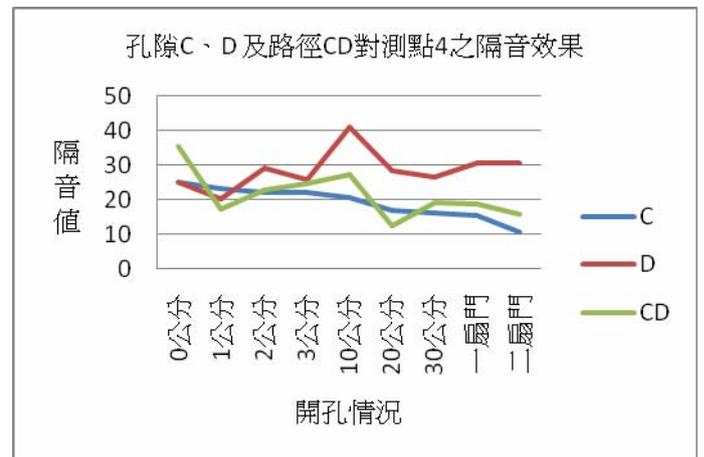
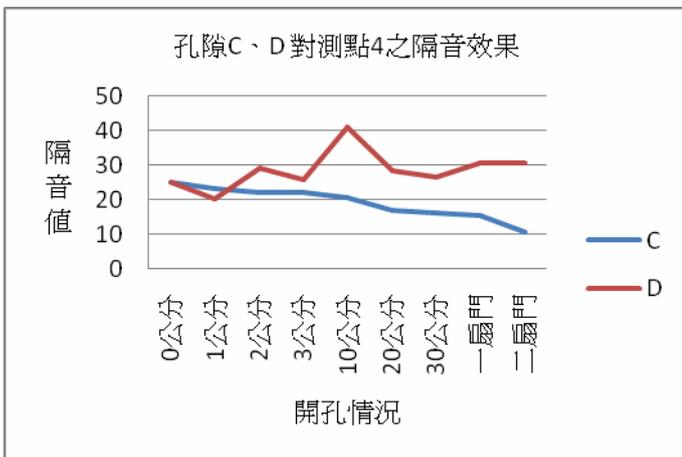
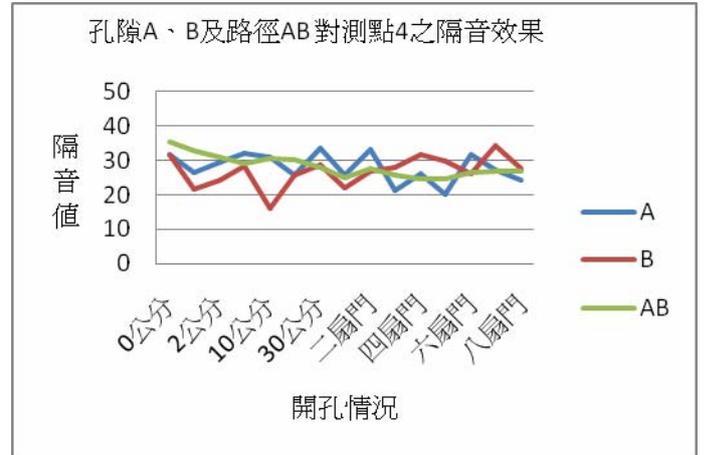
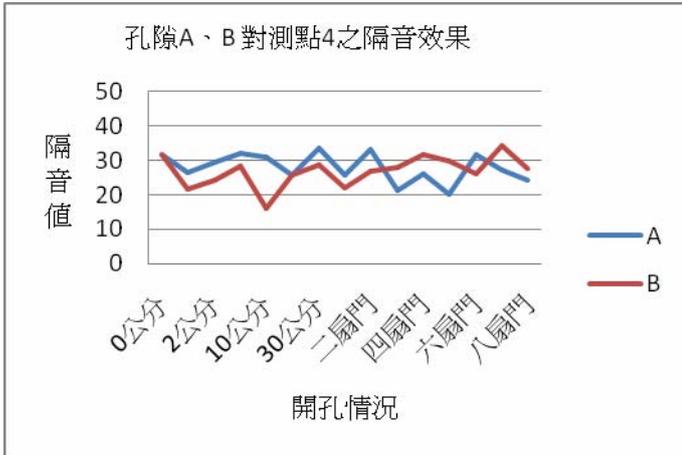
(二) 各孔隙、路徑開口大小對測點 4 隔音效果之紀錄表

各孔隙大小對測點 4 之隔音效果 (dB 差)															
孔隙	開口情況														
	0 公分	1 公分	2 公分	3 公分	10 公分	20 公分	30 公分	一扇門	二扇門	三扇門	四扇門	五扇門	六扇門	七扇門	八扇門
A	31.9	26.4	29.6	32.2	31	25.8	33.6	25.8	33.3	21.3	26	20	31.8	27.1	24.3
B	31.9	21.8	24.1	28.3	16.1	25.8	28.7	22	26.8	27.8	31.8	30	26.3	34.2	27.7
AB	35.6	32.7	30.8	29.1	30.5	30.2	27.9	25.1	27.6	25.6	24.5	24.6	26.5	26.7	26.8
C	25.2	23.3	22.3	22.2	20.8	17	16.3	15.4	10.5						
D	25.2	20.2	29.1	25.8	41	28.4	26.7	30.7	30.6						
CD	35.6	17.5	23.1	24.7	27.4	12.4	19.3	19	15.8						

註：

1. 孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
2. 孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
3. 路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。

(三) 開口大小對測點4 隔音效果之折線圖



四、各孔隙、路徑對測點 2 之隔音效果

(一) 研究結果與發現

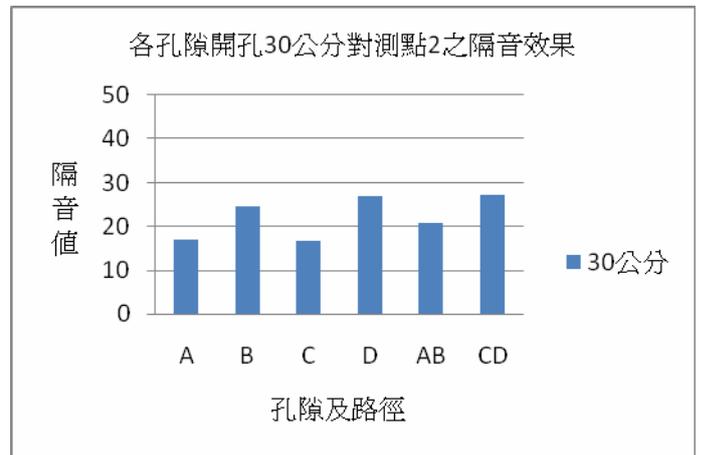
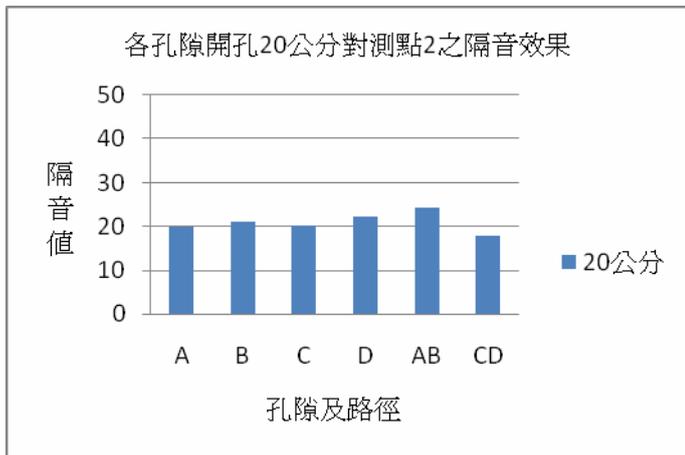
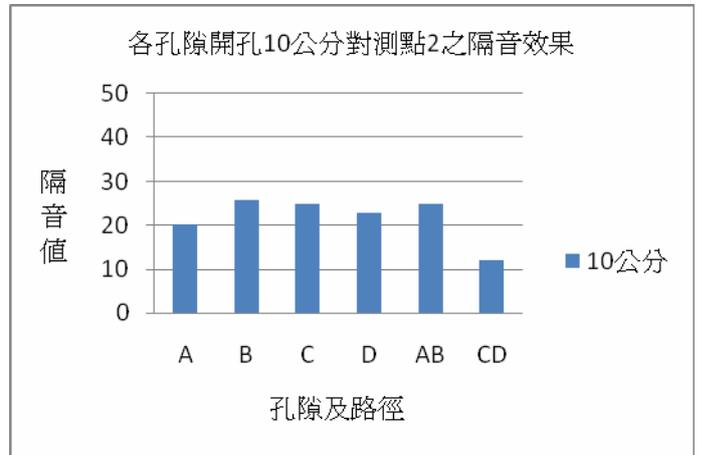
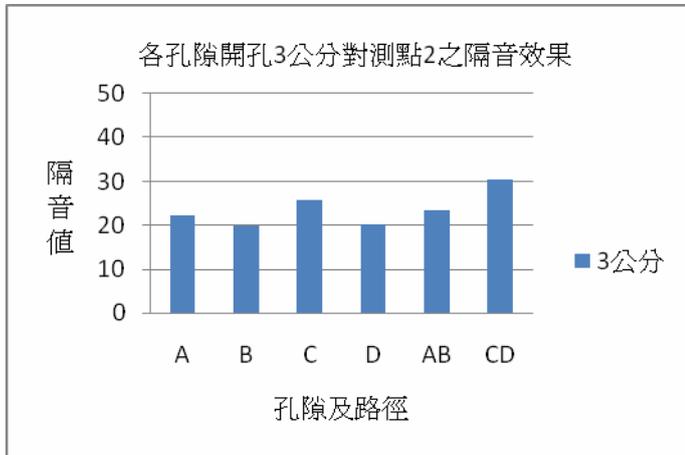
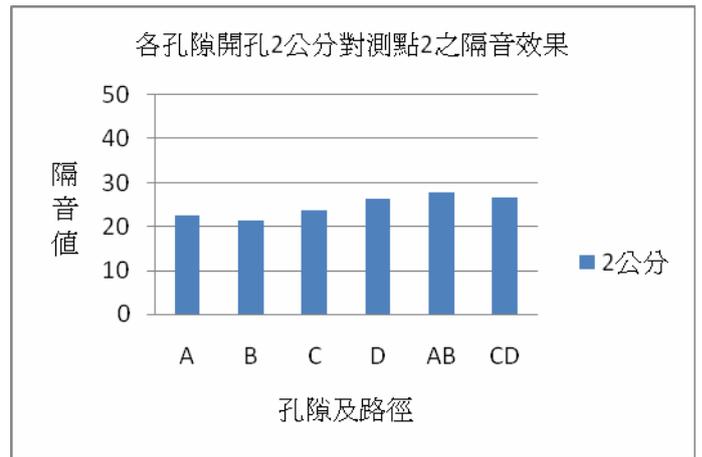
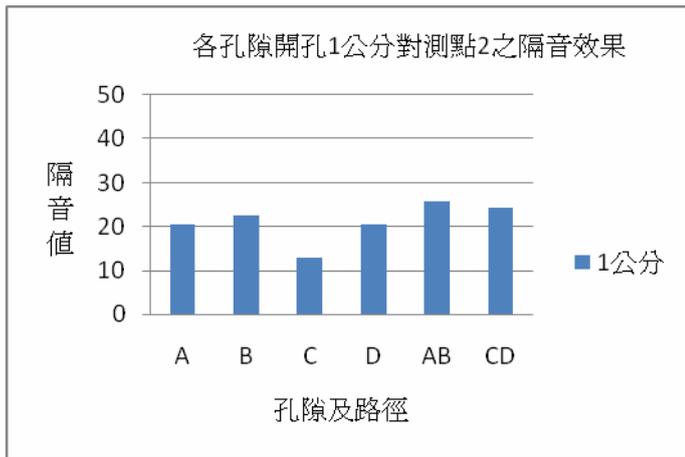
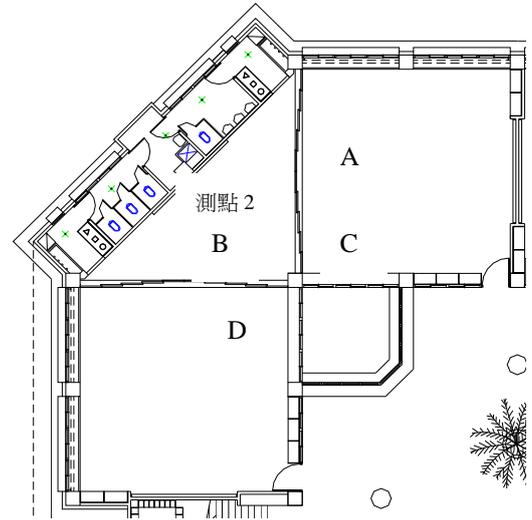
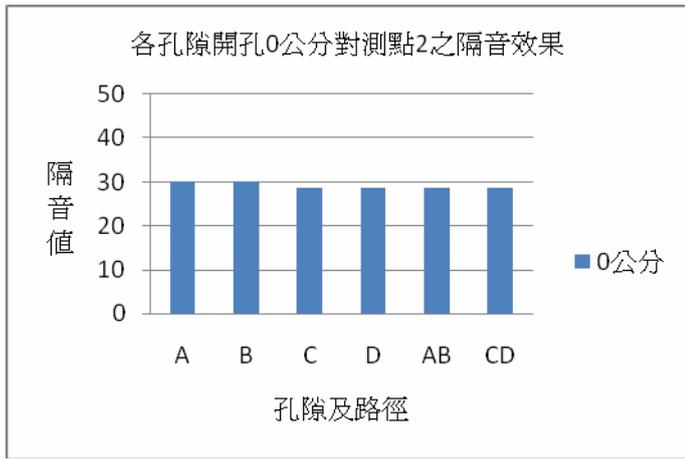
測點 2 受 A 孔隙開口大小影響最大，B 孔隙開口影響不大。但 AB 同時開口時，隔音效果大幅降低，可見測點與音源間的孔隙影響較大。

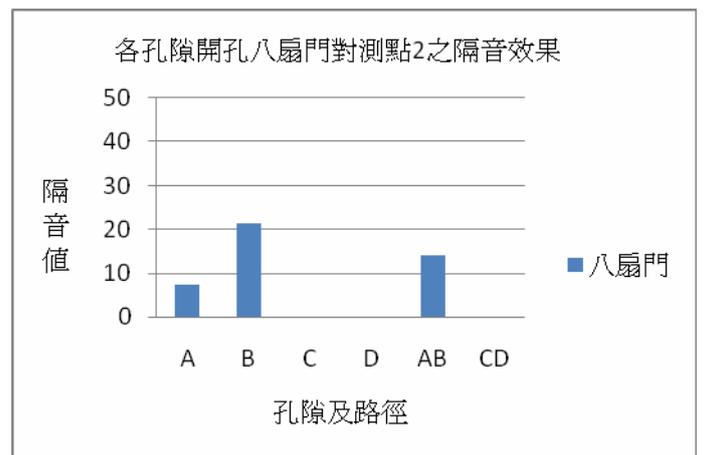
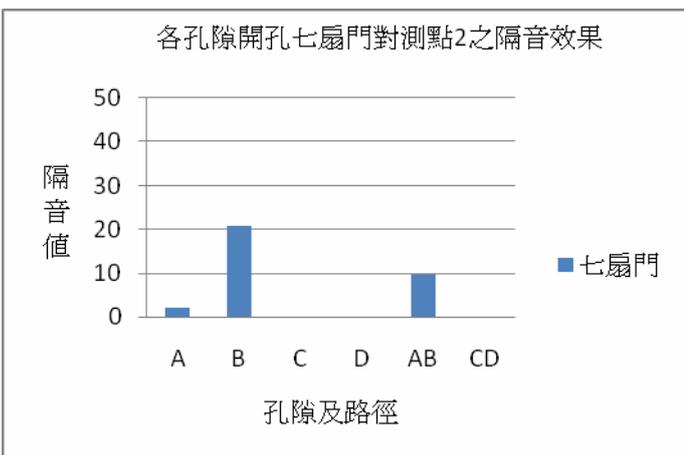
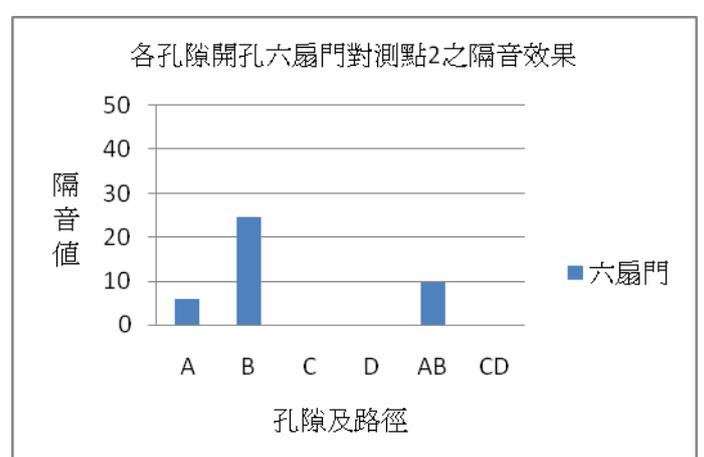
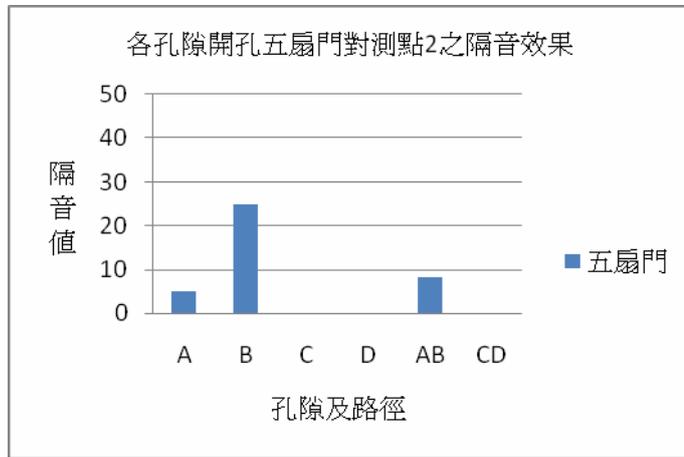
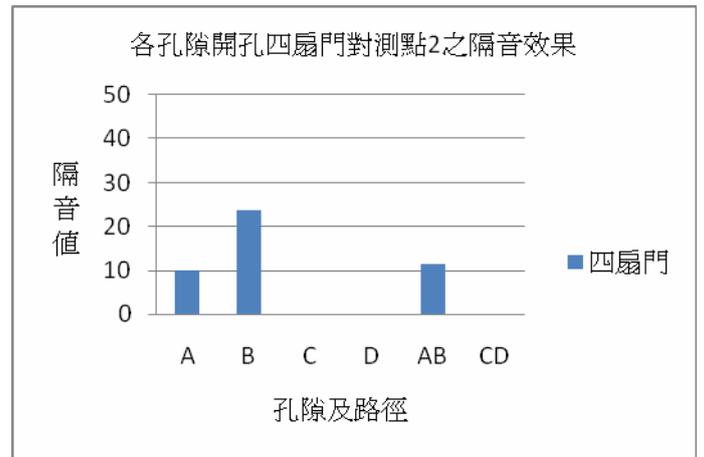
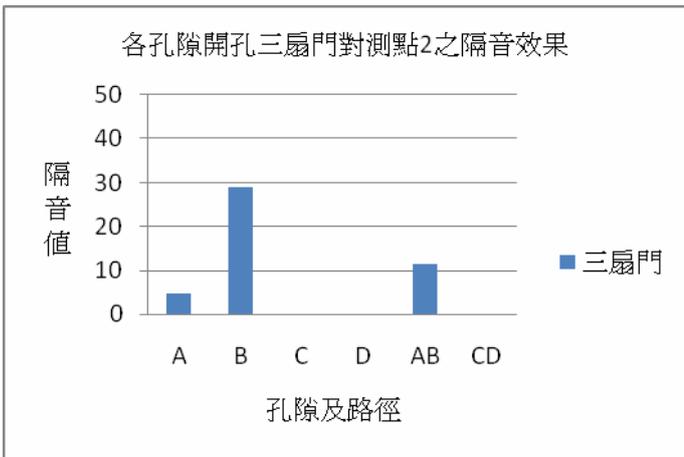
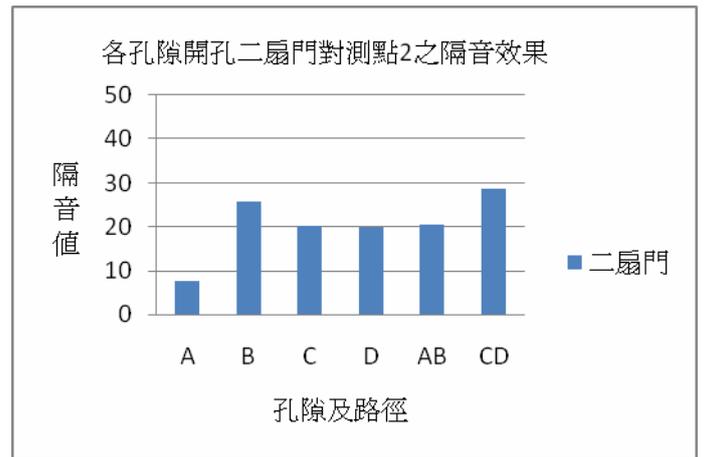
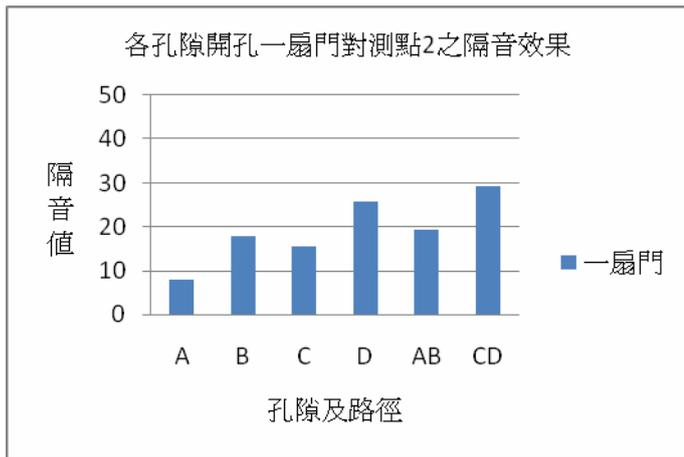
(二) 各孔隙、路徑對測點 2 隔音效果之紀錄表及折線圖

		孔隙					
		A	B	C	D	AB	CD
開口情況	0 公分	30.2	30.2	28.8	28.8	28.7	28.7
	1 公分	20.6	22.6	12.9	20.5	25.8	24.3
	2 公分	22.5	21.3	23.8	26.2	27.9	26.6
	3 公分	22.1	19.8	25.8	20.2	23.3	30.5
	10 公分	20.3	25.8	24.8	22.9	24.8	12.1
	20 公分	20	21.1	20.3	22.3	24.2	17.8
	30 公分	17.1	24.7	16.8	26.9	20.8	27.3
	一扇門	8	17.8	15.5	25.8	19.2	29.3
	二扇門	7.5	25.8	20.3	20	20.4	28.7
	三扇門	4.8	29			11.3	
	四扇門	10	23.8			11.4	
	五扇門	5	24.8			8.3	
	六扇門	5.9	24.5			9.7	
	七扇門	2	20.7			9.7	
八扇門	7.4	21.4			14		

註：

1. 孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
2. 孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
3. 路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。





五、各孔隙、路徑對測點 3 之隔音效果

(一) 研究結果與發現

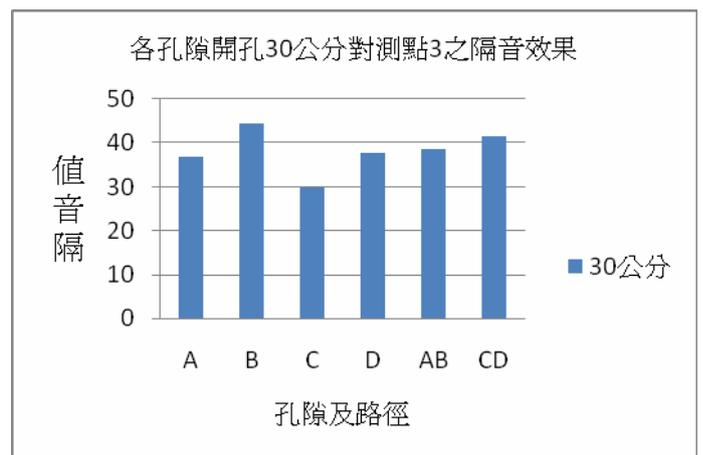
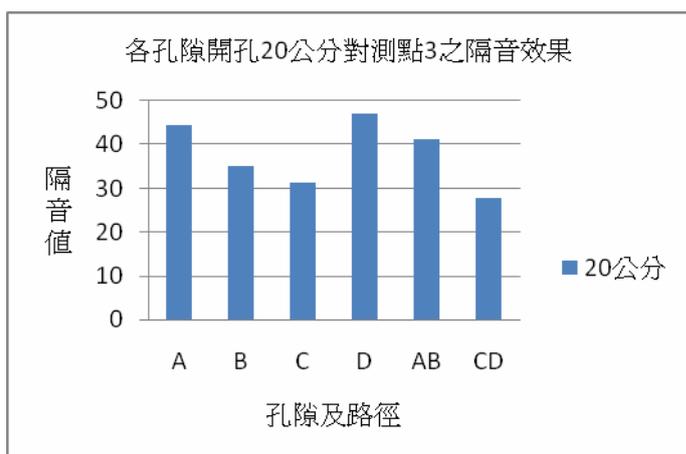
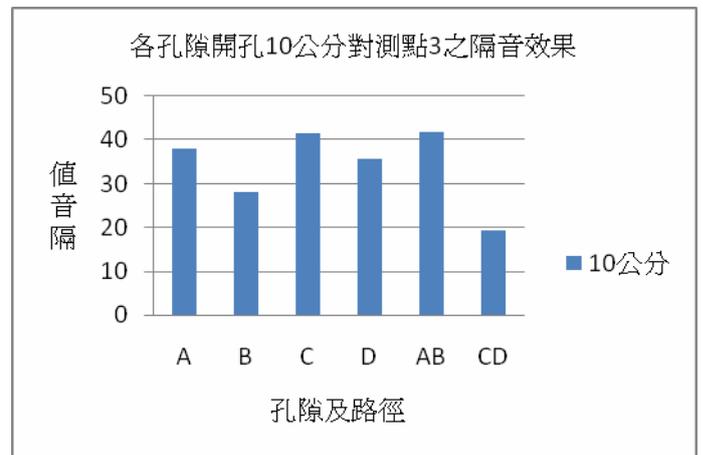
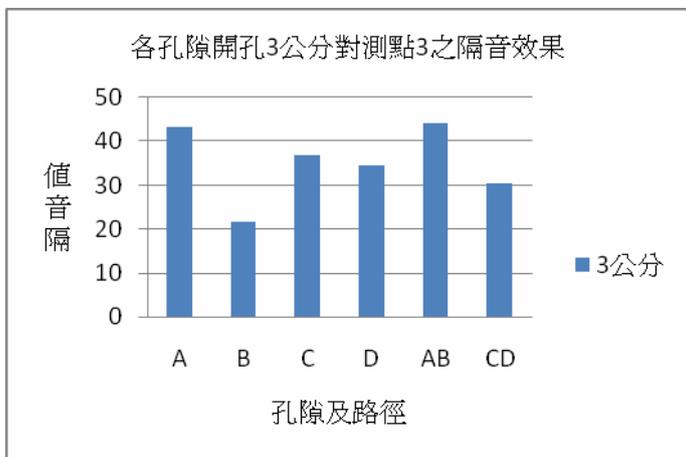
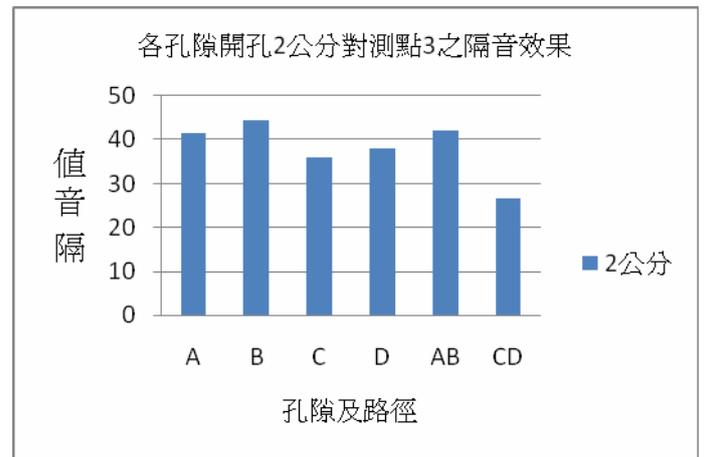
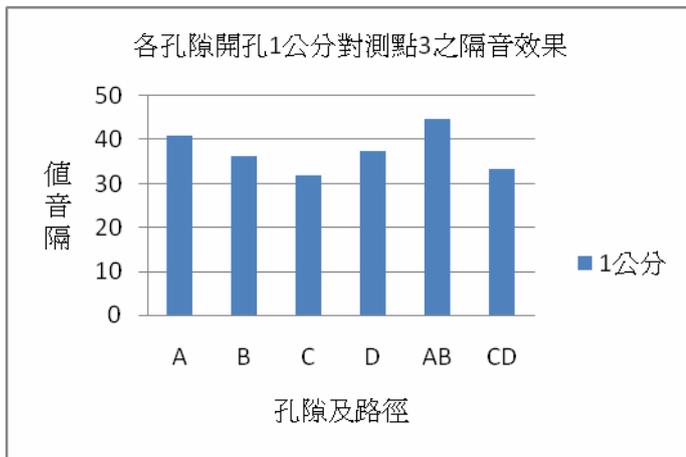
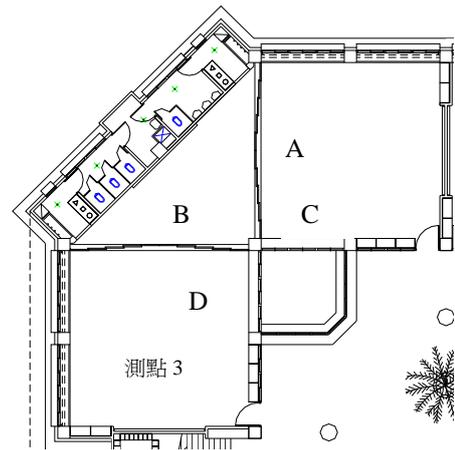
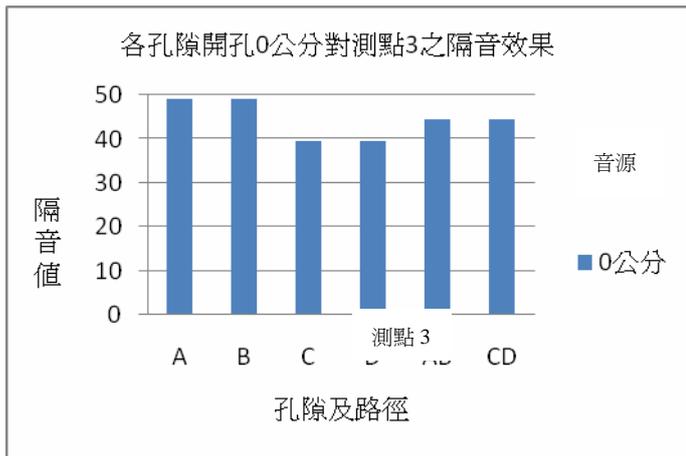
1. AB 同時開口時對測點 3 隔音效果影響大，隔音效果差。
2. 測點 3 受 C、D 開口影響不顯著，但 CD 同時開口時影響變大。

(二) 各孔隙、路徑對測點 3 隔音效果之紀錄表及折線圖

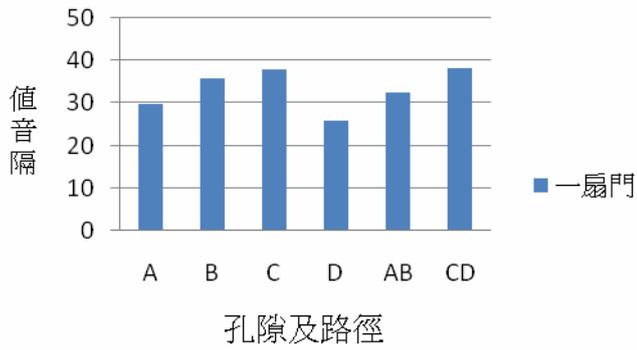
		孔隙					
		A	B	C	D	AB	CD
開口情況	0 公分	49.2	49.2	39.4	39.4	44.4	44.4
	1 公分	40.8	36.3	32	37.5	44.7	33.2
	2 公分	41.5	44.5	35.9	37.9	42	26.6
	3 公分	43.4	21.6	36.9	34.6	44.2	30.5
	10 公分	38	28.2	41.4	35.8	41.7	19.2
	20 公分	44.3	35	31.4	47.1	41.1	27.8
	30 公分	36.8	44.3	29.8	37.8	38.5	41.6
	一扇門	29.8	35.8	37.8	25.8	32.4	38.1
	二扇門	31.3	35.7	34	33.7	21.9	34.3
	三扇門	29.5	35.6			18.2	
	四扇門	31.6	29.7			16.4	
	五扇門	31.1	37.3			16.5	
	六扇門	25.4	31.8			18.1	
	七扇門	31	34.2			17.3	
	八扇門	30.4	26.6			17.9	

註：

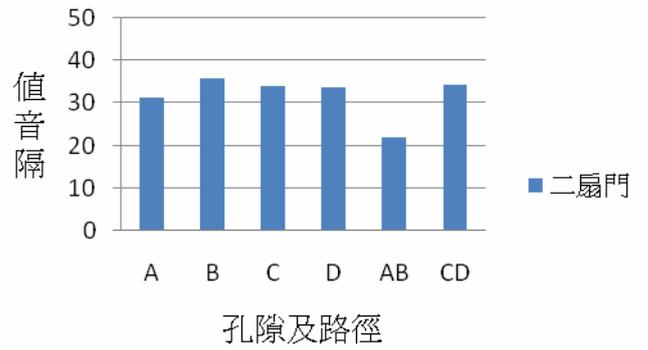
1. 孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
2. 孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
3. 路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。



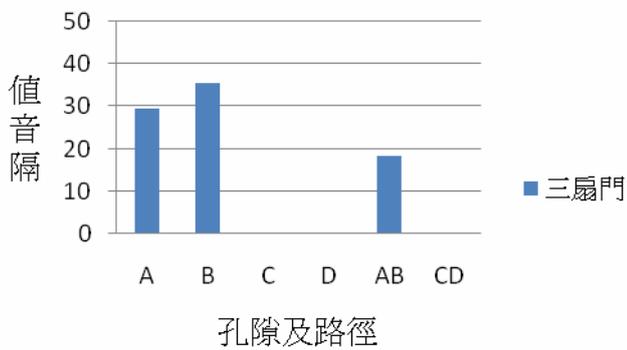
各孔隙開孔一扇門對測點3之隔音效果



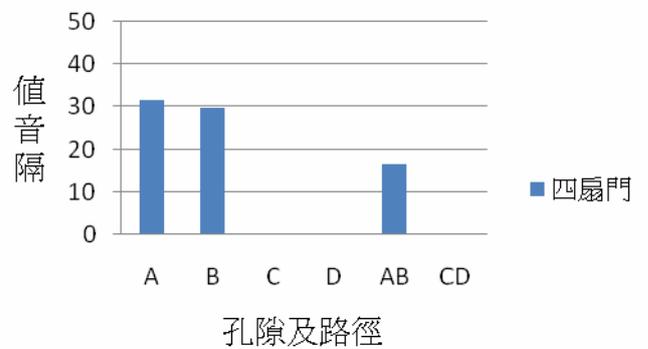
各孔隙開孔二扇門對測點3之隔音效果



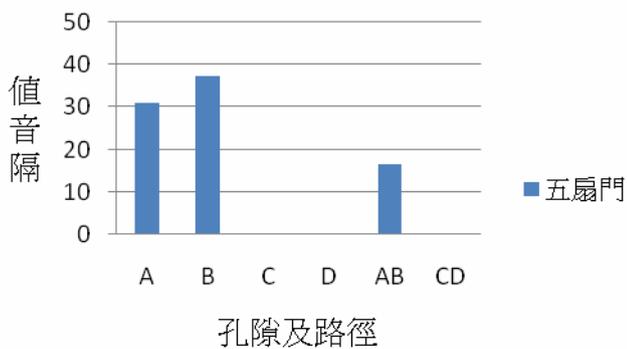
各孔隙開孔三扇門對測點3之隔音效果



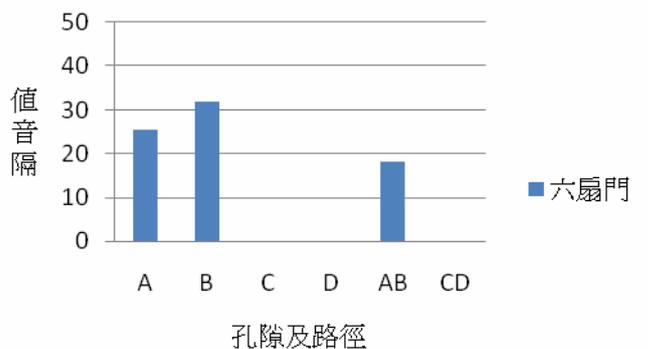
各孔隙開孔四扇門對測點3之隔音效果



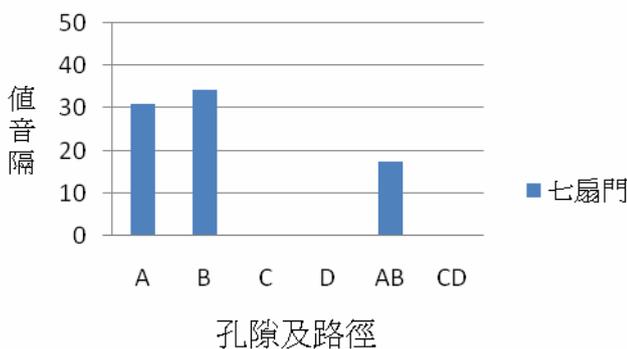
各孔隙開孔五扇門對測點3之隔音效果



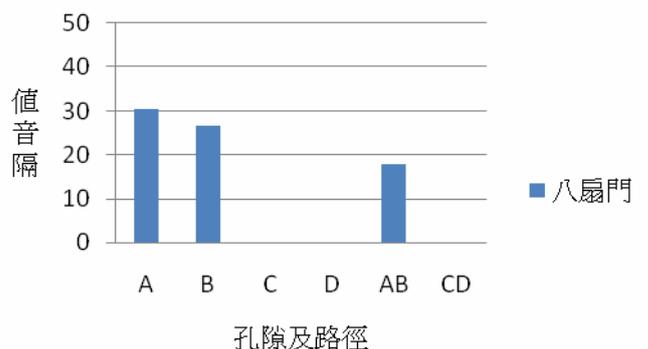
各孔隙開孔六扇門對測點3之隔音效果



各孔隙開孔七扇門對測點3之隔音效果



各孔隙開孔八扇門對測點3之隔音效果



六、各孔隙、路徑對測點 4 之隔音效果

(一) 研究結果與發現

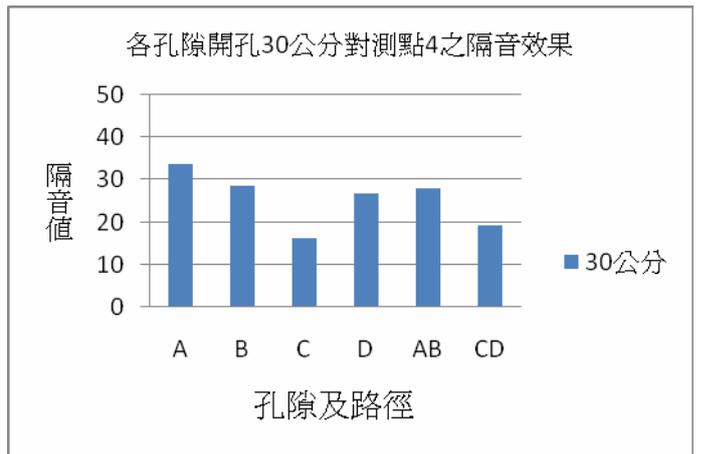
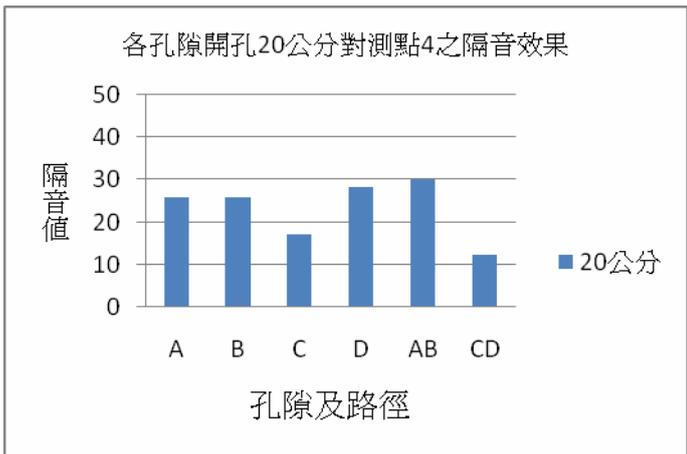
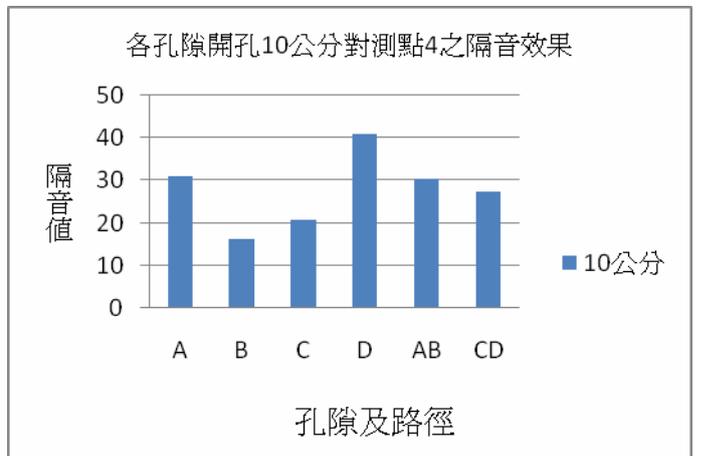
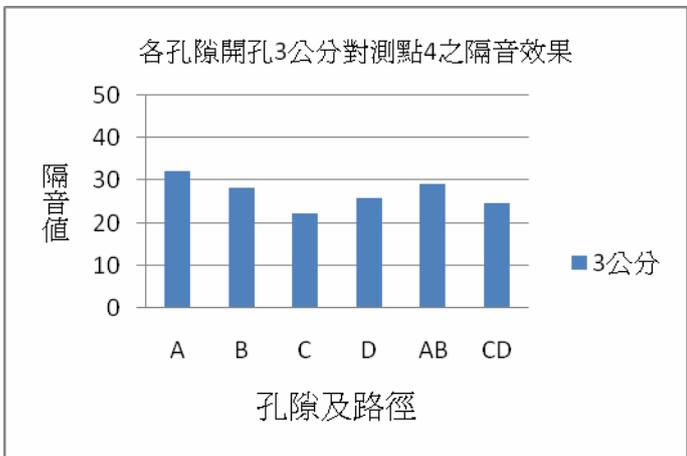
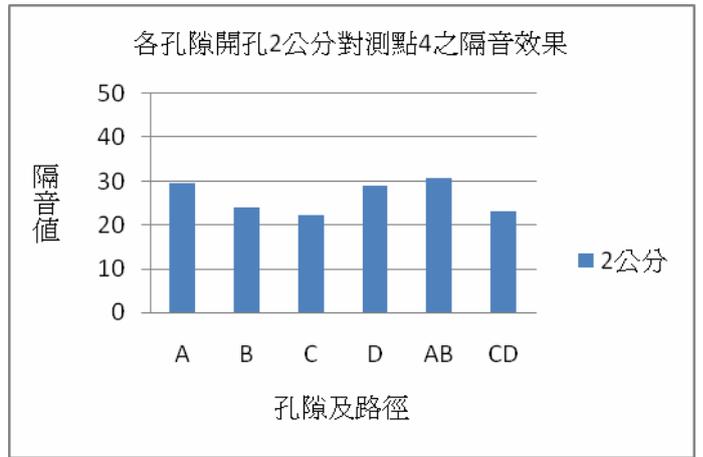
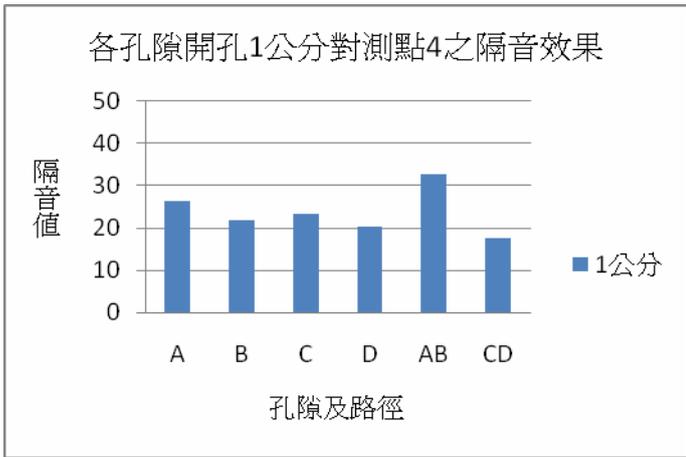
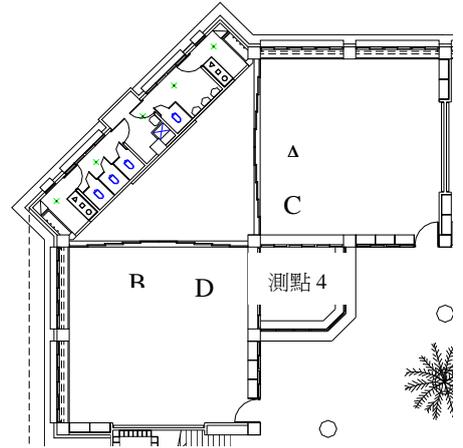
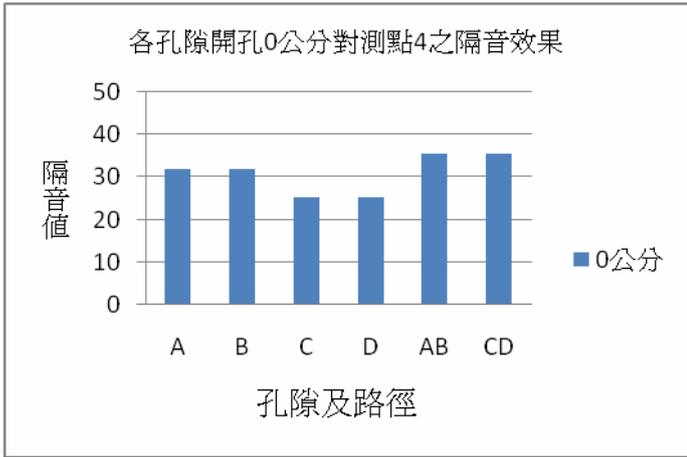
- 1.A、B 開口對測點 4 隔音效果影響不大。
- 2.主要受 C 開口影響，C 開口則隔音效果變差。

(二) 各孔隙、路徑對測點 4 隔音效果之紀錄表及折線圖

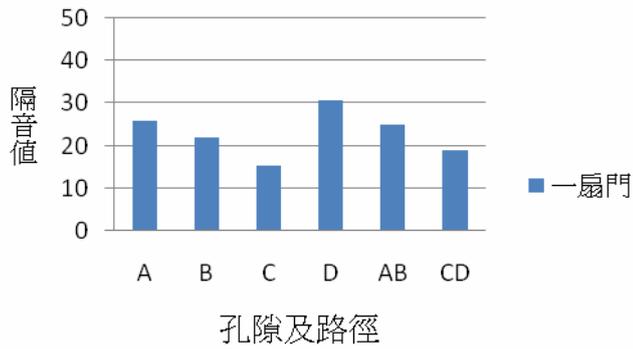
		孔隙					
		A	B	C	D	AB	CD
開口情況	0 公分	31.9	31.9	25.2	25.2	35.6	35.6
	1 公分	26.4	21.8	23.3	20.2	32.7	17.5
	2 公分	29.6	24.1	22.3	29.1	30.8	23.1
	3 公分	32.2	28.3	22.2	25.8	29.1	24.7
	10 公分	31	16.1	20.8	41	30.5	27.4
	20 公分	25.8	25.8	17	28.4	30.2	12.4
	30 公分	33.6	28.7	16.3	26.7	27.9	19.3
	一扇門	25.8	22	15.4	30.7	25.1	19
	二扇門	33.3	26.8	10.5	30.6	27.6	15.8
	三扇門	21.3	27.8			25.6	
	四扇門	26	31.8			24.5	
	五扇門	20	30			24.6	
	六扇門	31.8	26.3			26.5	
	七扇門	27.1	34.2			26.7	
八扇門	24.3	27.7			26.8		

註：

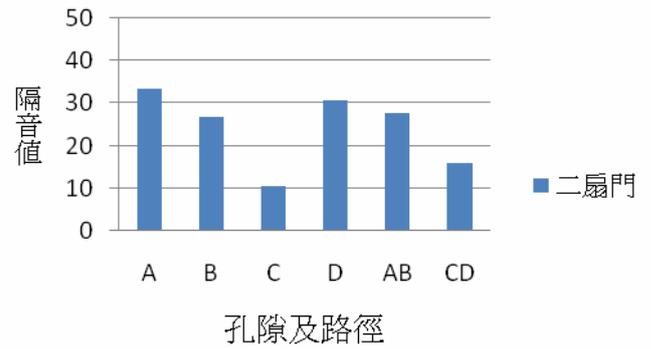
- 1.孔隙 A、B 最多可開至八扇門，孔隙 C、D 最多可開至二扇門。
- 2.孔隙 A 開口時，表示 B、C、D 關閉；其餘以此類推。
- 3.路徑 AB 表示 AB 孔隙同時開口形成通路，但 CD 關閉；反之亦然。



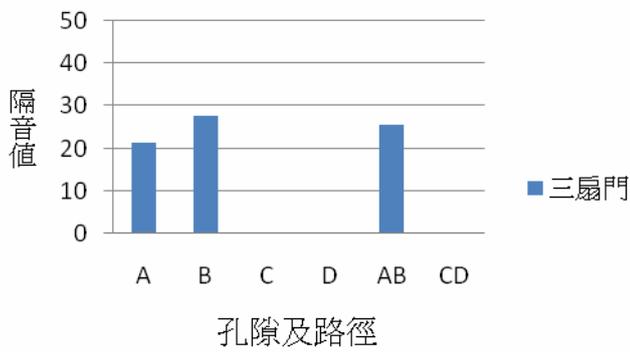
各孔隙開孔一扇門對測點4之隔音效果



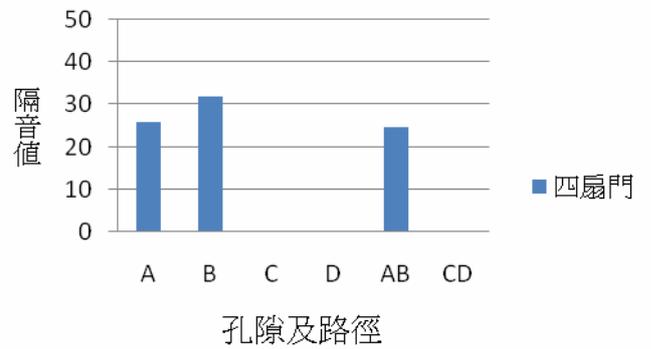
各孔隙開孔二扇門對測點4之隔音效果



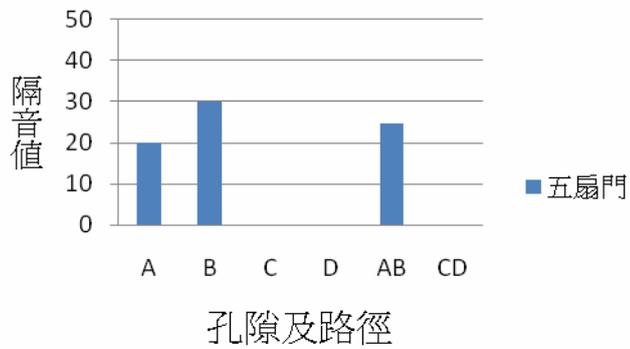
各孔隙開孔三扇門對測點4之隔音效果



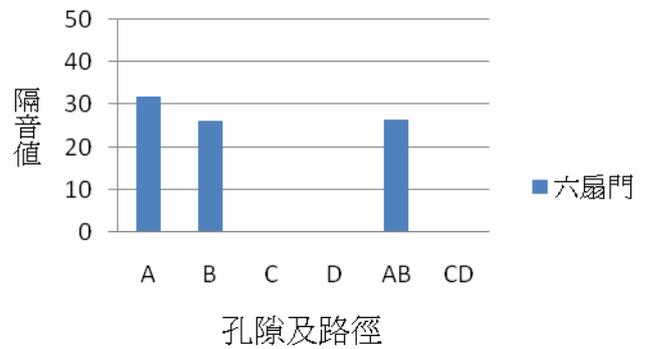
各孔隙開孔四扇門對測點4之隔音效果



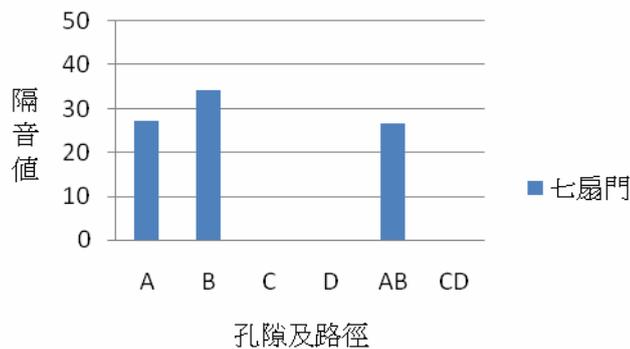
各孔隙開孔五扇門對測點4之隔音效果



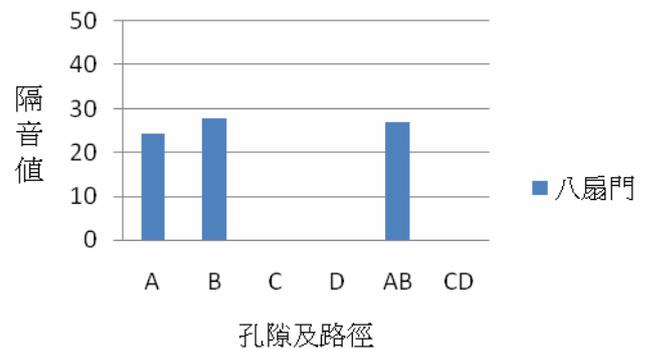
各孔隙開孔六扇門對測點4之隔音效果



各孔隙開孔七扇門對測點4之隔音效果



各孔隙開孔八扇門對測點4之隔音效果



陸、討論

聲音的原理	<ol style="list-style-type: none">1. 聲音是一種波，波具有能量，dB 值是經過數學計算轉換而來。2. 聲音除了大小之外，還有高低(頻率)、大小(振幅)特性。3. 聲音的傳播並非單純只和開口大小有關，還和很多原理或效應相關，是我們要再深入學習的。
科學的技能	<ol style="list-style-type: none">1. 研究的程序與方法要有計畫，而且在過程中要一再修正，甚至推翻自己原本的假設。2. 實事求是的精神，對於實驗得到的數據要去驗證或尋求新的解釋，而不是和假設不同即予捨棄，可能會錯失新的發現和學習。3. 經由這次實驗，我們發覺一定要增強資訊能力，搜尋資料的能力及運用 Excel 軟體統計分析資料的能力對我們的研究有很大幫助。
環境的議題	<ol style="list-style-type: none">1. 我們學會尊重自己和別人的環境權，尤其是音環境最常被忽略，日積月累的噪音對我們健康的傷害尤甚於瞬間巨響。所以要喚起大家的警覺性，共同維護聽力健康。2. 經由這次研究，我們想鼓勵大家共同參與校園環境議題，覺得有問題就要提出來，並且透過研究調查來說服周遭的人一起關心、共同營造更好的生活環境。
未來的展望	<p>雖然我們已經針對開口大小與隔音效果做了研究，但是我們發現仍有很多不了解及需要深入研究的部分，以下就是我們想要繼續延伸的研究議題：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 探討不同材質對隔音效果之影響2. 探討不同頻率之聲音之隔音方法3. 探討影響吸音、隔音、透過的因素，找出最佳之使用。

柒、結論

一、開口大小對隔音效果之影響

(一) 由實驗結果可知對各測點具有最佳及最差隔音效果與孔隙開口大小之關係：

	隔音效果 dB 差	最佳隔音效果 開口情況	最差隔音效果 開口情況
測點 2	0~30	孔隙全閉	A 孔隙開口 7 扇門
測點 3	15~50	孔隙全閉	AB 孔隙開口 2 扇門
測點 4	10~45	D 孔隙開口 10 公分	C 孔隙開口 2 扇門

(二) 由實驗結果發現並非開口越小，隔音度越佳。

例如孔隙 A 對三角地帶測點 2 開口一扇門至八扇門之隔音效果差不多。這個發現修正我們的直覺，我們平常覺得吵就把門關小一點的作法效果並不大。

(三) 開口大小與透過的音能或隔音量並未呈現等差或等比倍數的關係。

例如開口 1 公分、2 公分、3 公分的隔音值 (dB 差) 並沒有一樣的差距，也沒有呈現 1 倍、2 倍、3 倍的關係，甚至效果差不多。

(四) 隔音效果在開口全閉時最佳，隨著開口變大隔音效果呈現階段性變化。

1. 根據 (一) 的實驗結果，完全無開口的隔音牆才有顯著的隔音效果。而我們生活中常見門扇與地板或天花板間留有門縫，所以大大降低室間隔音效果。
2. 以孔隙 A 對測點 2 之隔音效果可大致分 3 階段，開口 0 公分隔音最好，開口 1~30 公分隔音效果大約 20dB，開口一扇門至八扇門效果則降至 10 dB 以下。

(五) 由實驗結果發現，開口大小在特定寬度時，隔音效果出現急遽變化 (特佳或特差)，可見影響隔音效果的因素除了開口大小，還有其他特定效應，可能包括：

- (1) 側路傳播：例如三角地帶的二扇門關閉，降低直接傳播的效應，但聲音可能從玻璃屋的開口傳到另一間教室。
- (2) 共鳴：在自然課我們學到吉他利用共鳴箱構造放大音量的效果，我們把這個概念和研究結果聯結，發現三角地帶及玻璃屋皆為二扇門夾著一空間，如果其中一扇門關著，另一扇門打開 (小縫)，對音源教室就會形成共鳴效應，放大本身音量。這是我們平常容易疏忽及造成反效果的地方。

(3) 共振：在特定開口或特定頻率時，會發現聲音會被放大，例如有時候我們特別容易會聽到隔壁班某位老師的聲音，或由某間教室（非隔壁教室）傳來清晰的聲音。

二、各孔隙、路徑對隔音效果之影響

(一) 由實驗結果可知對各測點隔音效果影響最大的孔隙及路徑如下：

	A	B	C	D	AB	CD
測點 2	✓					
測點 3					✓（開口 1~8 扇門）	✓（開口 0~30 公分）
測點 4			✓			

(二) 影響隔音效果的關鍵在於測點與音源間的隔間孔隙大小。

例如我們教室外側靠馬路，內側靠校園。如果要隔絕馬路上汽車噪音，緊閉外側牆面門窗比緊閉內側門窗效果好很多，即使打開內側牆面門窗也影響不大。反之，如果想阻隔校園噪音則須緊閉內側牆面門窗。

(三) 由測點 3 可知雙層隔音牆（含空氣層或中空）具有最佳隔音效果。

目前隔音窗及隔音牆都是利用雙層構造加強隔音效果，與研究結果符合，如果雙層構造間夾中空層則可以隔絕聲音傳播，隔音效果會更好。

捌、參考資料

- 1.賴榮平、林憲德、周家鵬（民 80）。建築物理環境。台北市，六合。
- 2.成功大學建築系環境控制研究室。<http://www.arch.ncku.edu.tw/Research%20Group/tea/teaGroup.htm>
- 3.教育部。九年一貫課程綱要 — 環境議題。<http://teach.eie.edu.tw/9CC/index.php>

【評語】 080807

本作品探討房間開口大小與隔音效果之關聯，所探討的參數完整且具實用性，但在創意上稍弱，若能再多考量不同的房間形式與隔音的形式、材質，相信必能成為一優良作品。