

## 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：聲臨其境-探討校園教室位置與噪音影響關係

### 一、摘要：

本研究以探討校園內噪音為主題，藉由分貝感測器及自行輸入之程式碼，我們分別測量不同教室位置（同樓層水平方向）及不同樓層高度（同位置垂直方向）之間收到的聲音，並透過數據分析比較其中的不同，以此為我們的探究主題解惑。

### 二、探究題目與動機

由於我們在學學校占地狹小，教學區與運動場地幾乎無任何分隔，因此經常有活動聲音過大而干擾上課中學生，造成諸多抱怨的情形。於是我們想到，不同班級或區域會不會受噪音影響的程度有所差異呢？藉著這個疑問，我們展開了本次的實驗。

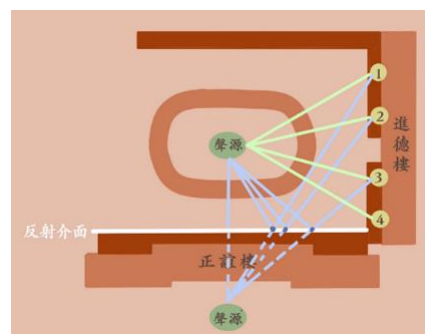
### 三、探究目的與假設

探究目的：

- （一）探討校園中不同位置的聲音大小並推論出建築位置對聲音大小造成的影響
- （二）探討不同頻率的聲音是否會對不同位置的分貝數值造成影響

探究假設：

設定從操場中央發射出的聲波會完全不受到干擾，並設定下圖中之正誼樓會將聲音按照反射定律反射。藉由繪圖觀察，發現較難有聲音反射到感測器 4，因此假設感測器 4 會有最小的音量。此外，反射至感測器 3、感測器 2、感測器 1 的距離依次次順序漸遠，因此假設從

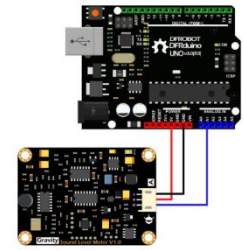


（圖一：校園建築配置俯視及聲音反射路線示意圖）

感測器 3 至感測器 1 音量逐漸遞減。

#### 四、探究方法與驗證步驟

(一)、使用設備：音響、縮小版模型 ( 瓦楞紙、塑膠片 )、分貝感測組 ( NodeMCU 主控版、SEN0232 分貝感測器、128\*64 OLED 顯示螢幕、行動電源 )



本組自行組裝分貝感測器與撰寫程式，程式運作過程如下： ( 圖二：自製分貝感測組 )

裝置連接網路 → 讀取感測器數據 → 每隔 15 秒上傳一筆數據至 ThingSpeak 網站

完整程式碼：<https://reurl.cc/Np3oQm>

(二) 實驗設計：

##### 1. 實驗一：測量實際校園環境吵雜期間水平音量差異

- 於運動會與會前準備期間，將感測器放置在教室外的花園上。
- 但感測到的聲音不僅有操場也有教室與走廊上的談話聲，使感測數據有誤差。

##### 2. 實驗二：測量單一聲源水平音量差異

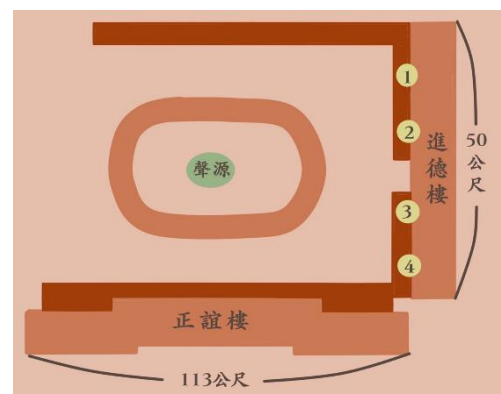
- 假日的安靜校園中，在操場中央以音響播放特定頻率聲音模仿噪音。
- 雖避免教室噪音，但仍有車輛行駛噪音

註：特定頻率分別為：200、300Hz ( 模擬普通

說話 )、1000Hz ( 模擬尖叫 )

( 圖三：實驗一及實驗二聲音感測組擺放位置示意圖 )

( 黃色數字 1、2、3、4 分別代表感測器 1、2、3、4 之位置 )



### 3. 實驗三：測量自製模型中單一聲源水平音量差異

- 在安靜的教室裡，與實驗一同樣分別播放 200Hz、300Hz、1000Hz。

- 以瓦楞紙製作模型，在表層黏貼塑膠片，並將感測器、音響放置於對應位置，模擬



(圖四：縮小版模型實體照片)

實際情況，並進行測量，以確保將其他噪

音干擾降到最低。

(左側建築長寬 100\*74cm、右側建築長寬 226\*28cm)

### 4. 實驗四：測量操場正常使用期間垂直音量差異

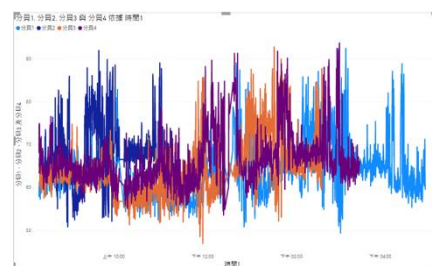
- 選用走廊音量干擾較少的放學時間，於感測器 1 位置 2 樓、4 樓、6 樓分別擺設感測器，測量垂直方向的音量差異。

#### (三) 數據分析

由於各感測器之間存在誤差，因此我們是事先將感測器放置於空教室，確認各感測器背景音量的誤差並於數據中扣除，並將數據以表格與折線圖呈現。

#### 1. 實驗一

本實驗測量校園吵雜期間水平音量差異，然而當時感測器周遭仍有許多同學在活動，對感測結果恐有影響。



(圖五：校園噪音數據折線圖)

而且，雖同為間隔 15 秒上傳一筆數據，但四台感測難以

在同一瞬間同時上傳，因此可探究性較低。

(感測器 1、感測器 2、感測器 3、感測器 4)

#### 2. 實驗二、三

使用音響於操場與模型的中心播放不同頻率的音源，200、300、1000 赫茲分別播放五分鐘，且過程中並無調整音響之音量大小。

( 1 ) 數據整理表格

( 表一：大尺度模型數據整理 )

頻率(Hz)	感測器 1	感測器 2	感測器 3	感測器 4
200	52.81		48.24	44.34
300	59.82		58.63	45.07
1000	68.41		65.83	59.96

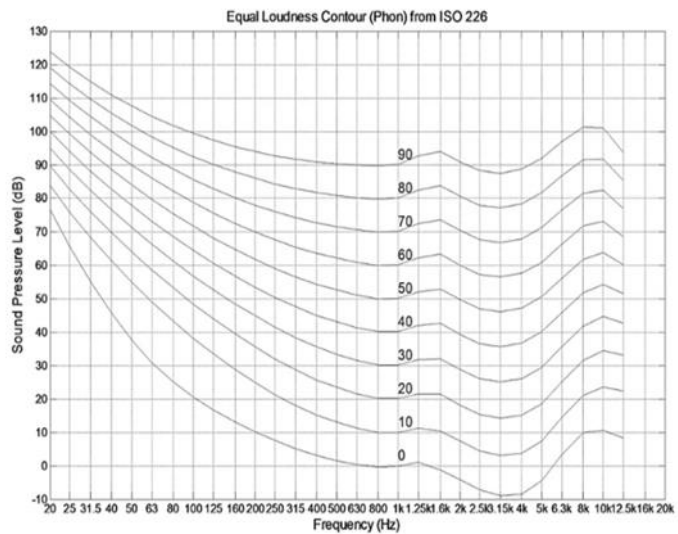
( 表二：小尺度模型數據整理 )

頻率(Hz)	感測器 1	感測器 2	感測器 3	感測器 4
200	57.79	59.74	58.44	49.24
300	78.73	79.14	77.69	47.47
1000	61.61	64.34	56.79	50.45

( 紅色為該情況分貝的最低者 ) ( 感測器 2 測試當天電池沒電，因此資料缺失 ) (dB)

分析時先剔除明顯異常數值，並將各數據取平均值。同一列的表格為相同頻率與音量下，不同水平位置感測到的音量值。

由上表可以發現感測器 4 的位置，不論在大小尺度下音量值皆較小，而其他感測器則無明顯差異。同一欄的表格為相同位置與音量、不同頻率下，感測到的音量大小。根據等



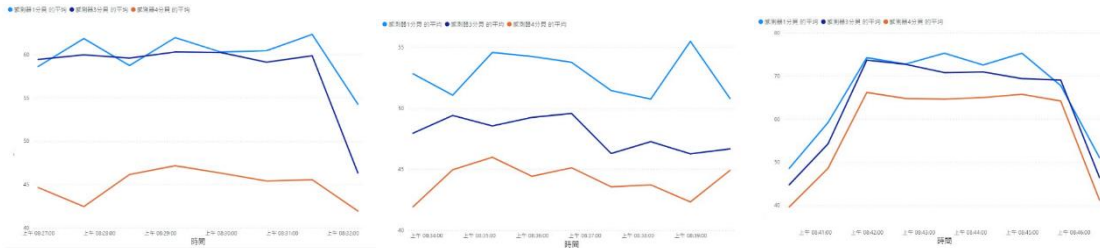
響度曲線，若於不同頻率，即便為相同

( 圖六：等響度曲線 )

分貝大小，人耳聽起來的音量仍有所差異。當觀察小尺度的分貝值並沿等響度曲線移動時，可發現人耳聽到的音量大小大致為 300 赫茲 > 200 赫茲 > 1000 赫茲；觀察大尺度的分貝值，可發現人耳聽到的音量大小大致為 1000 赫茲 > 300 赫茲 > 200 赫茲。在小尺度不同頻率時，分貝值差異較大，因此沿曲線移動前後，感測到的分貝值與人耳實際聽到的音量

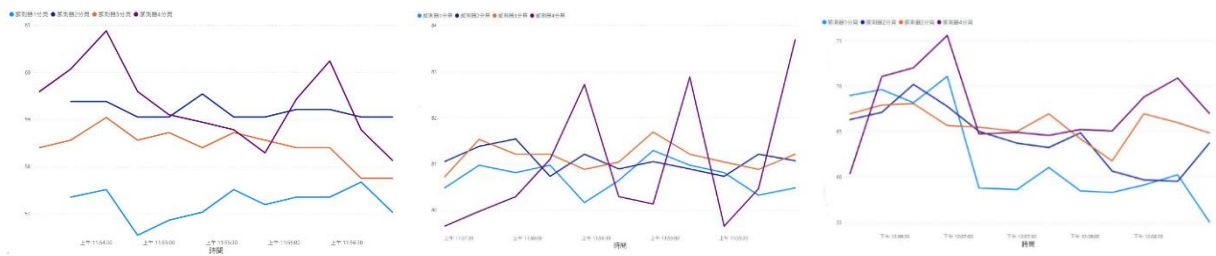
大小順序一致；在大尺度時，分貝值差異不大，較容易受到等響度曲線影響，造成感測到的分貝值與人耳實際聽到的音量大小順序不同。

### (2) 折線圖



(圖七、八、九：大尺度 200Hz、大尺度 300Hz、大尺度 1000Hz 數據折線圖)

(大尺度模型數據折線圖圖例：感測器 1、感測器 3、感測器 4)



(圖十、十一、十二：小尺度 200Hz、小尺度 300Hz、小尺度 1000Hz 數據折線圖)

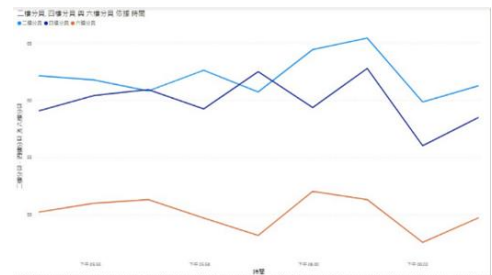
(小尺度模型數據折線圖圖例：感測器 1、感測器 2、感測器 3、感測器 4)

由於實驗當天，感測器 2 的行動電源沒電，因此大尺度分析排除感測器 2。在使用折線圖觀察時，可明顯發現大尺度，感測器 4 的數據較另外兩者小，而感測器 1、4 間無明顯差異。在小尺度下的折線圖則無明顯差異。

### (3) 放學時間 (測量垂直方向音量差異)

我們於放學時間，走廊上較少同學出入，

且操場仍有人活動時，



(圖十三：樓層與分貝大小關係折線圖；圖例：2樓、4樓、6樓)

將感測器置於 2 樓、4 樓、6 樓。由上圖可看出 6 樓時的分貝值特別小，而 2、4 樓之間則無明顯差異。我們推斷應該與感測器距離聲源的遠近有關聯。

## 五、結論與生活應用

(一)、結論：實驗假設為感測器 3 會有最大音量而感測器 4 會有最小音量，但實驗結果與假設並沒有完全符合。在聲音播放時，感測器 3 的分貝不是最大值，且與感測器 1 和 2 沒有明顯的分貝值差異。不過，放在 L 型建築夾角處的聲音感測器 (感測器 4) 最小聲，此項符合我們的假設。我們認為產生此現象的原因是有二個：

1. 放在 L 型建築夾角處的聲音感測器距離聲源位置最遠，所以最小聲。
2. 聲波經空氣傳播時，除了直接傳遞到進德樓，還會經由正誼樓反射再傳遞到感測器所在位置。但放在 L 型建築夾角處的感測器，並不會接收到經由反射再傳到感測器所在位置的聲波，所以 L 型建築夾角處的感測器聲音較小。

(二)、生活應用：未來我們可以在校園放置更多的感測點，並利用噪音地圖模擬軟體進行疊圖分析，製作出學校的噪音地圖，再利用其提出改善計畫，例如向校方提出在較吵雜的教學區加強隔音設備，使本校學生皆能擁有更良好的學習環境。

## 參考資料

阿德老師的 STEAM 教室：<https://itcgs.tcgs.tc.edu.tw/yute?cid=2352>

《震動噪音科普專欄》怎麼看「等響度曲線」？：

[https://aitanh.blogspot.com/2018/04/blog-post\\_23.html](https://aitanh.blogspot.com/2018/04/blog-post_23.html)