

# 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 動物與醫學科

052010

聲音對小鼠情緒影響之探討

學校名稱：國立基隆女子高級中學

作者： 高二 許雅涵 高二 楊子萱 高二 林禹晏	指導老師： 孫允中
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：聲音、情緒

## 摘要

國外有許多研究指出，人類會因不同類型的聲音產生不同的情緒，因此我們想探討聲音的不同要素如何影響情緒，我們透過播放不同的音量、音頻、波形、節拍並觀察小鼠的行為，以推測聲音要素造成的影響。記錄的項目包含靜止時間、站立及抓咬次數和滾輪跑動圈數。在音量的部分，50dB 時小鼠有較多的跑動圈數，推測小鼠較為興奮，而 80dB 時則有相反的結果。另外持續變化的音量，也會使小鼠興奮。音頻部分，8kHz 的環境下，小鼠有較多跑動圈數，推測小鼠較為興奮，另一頻率為 40kHz，40kHz 對於小鼠而言並不算高頻，期間小鼠有較少的探索行為，推測小鼠相當平穩安定。波型實驗未觀察出較有意義的差異性。節拍實驗中，小於 80BPM 時，小鼠的探索行為減少，推測小鼠情緒應為平穩安定，而高於 150BPM 的環境中，跑動圈數增加，推測此時較為興奮。皆無發現性別差異。由於 80dB、40kHz 和 80BPM 都有較長的靜止時間，我們又額外測試中央活動時間，結果僅 80dB 時，小鼠中央活動時間無減少，至少代表小鼠的心情並非平穩，與另兩者不同。

## 壹、研究動機

市面上有一種驅鼠器，宣稱可以利用超音波來達到驅鼠的效果，另外國外有許多研究指出，人類會因不同類型的聲音產生不同的情緒，因此我們認為可能是聲音的某種要素影響情緒，而這種關聯也同樣可能出現在不同的動物身上，因此我們想從音樂的不同要素去探討對小鼠造成的影響。

## 貳、研究目的

- 一、了解聲音的要素對於小鼠行為的影響，並藉此推論可能的情緒反應
- 二、分析性別差異是否會對聲音的要素產生不同的反應。

## 參、研究設備及器材

表一：材料列表

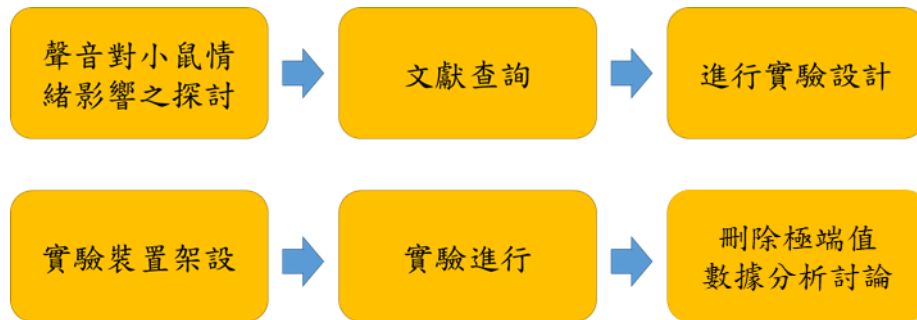
編號	設備名稱	數量	編號	設備名稱	數量
1	小白鼠	36 隻	7	玻璃缸	1 個
2	鼠籠	4 籠	8	低頻音響	2 個
3	飲水瓶	12 瓶	9	高頻音響	2 個
4	墊料	4000 公克	10	訊號產生器	1 座
5	標準飼料	50 包	11	光電計時器	1 組
6	跑輪	1 個	12	分貝感應器	1 個

表二：材料圖示

編號	設備名稱	圖片	編號	設備名稱	圖片
1	小白鼠		7	玻璃缸	
2	鼠籠		7	低頻音響	
3	飲水瓶		8	高頻音響	
4	墊料		9	訊號產生器	
5	標準飼料		10	光電計時器	
6	跑輪		12	分倍感應器	

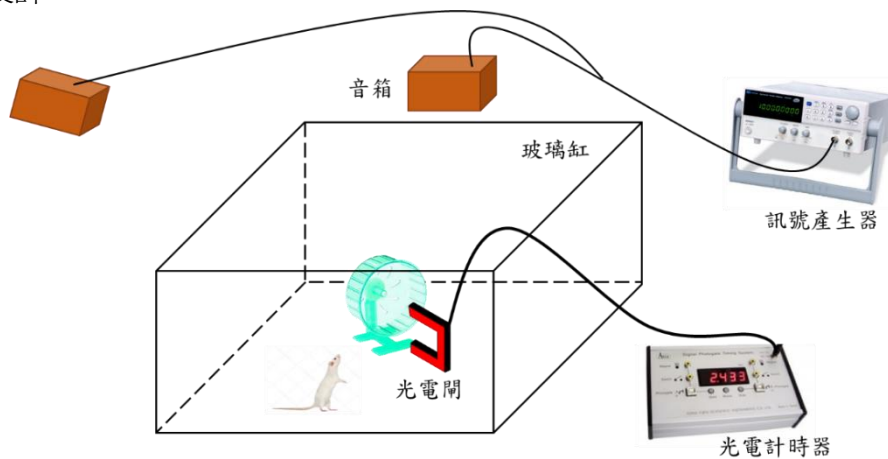
## 肆、研究過程或方法

### 一、探究歷程：

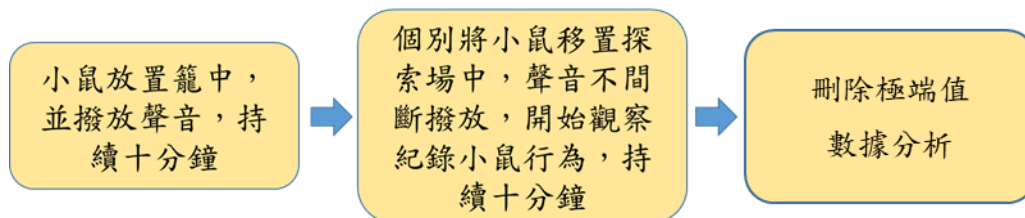


圖(一) 探究歷程

### 二、實驗設計



圖(二)探索房示意圖



圖(三)：實驗流程示意圖

#### (一)音量對小鼠的影響：

已有文獻指出 小鼠在 85dB 以上噪音，可能會造成生理上的傷害，因此我們在音量的選擇上為 50dB，以及 80dB 來進行實驗，並以環境音量(約 40dB)作為對照組。

我們將小鼠分為三組，每組各 6 隻，分別播放環境音量、50dB 和 80dB 十分鐘後，爾後將小鼠個別放入探索場中，並記錄站立、抓咬及跑動圈數和靜止時間，紀錄時間為 10 分鐘。其餘要素皆固定為正弦波、16KHz。

## (二)音量持續變化對小鼠的影響

我們除了探討不同音量對小鼠的影響外，也想了解持續變化音量是否有影響，因此我們利用兩個正弦波干涉的方式形成 **Beat** 波，此波在撥放時音量會持續改變。

將小鼠分為兩組，每組各六隻，分別播放固定音量和持續音量變化的 **Beat** 波，將小鼠個別放入探索場中，並記錄小鼠之站立、抓咬、跑動圈數和靜止時間，紀錄時間為十分鐘。

## (三)音頻對小鼠的影響：

小鼠可以聽見的音頻範圍從 **1~100kHz**，對人類來說，最敏感的頻率為 **1~4kHz**，但對小鼠而言最敏感的範圍為 **16kHz**(Alan S. Cowen, 2020)，於是我們以 **16kHz** 作為對照組，以 **8kHz** 和 **40kHz** 來進行實驗

我們將小鼠分為三組，每組各 6 隻，分別播放 **16kHz**、**8kHz** 和 **40kHz** 十分鐘後，爾後將小鼠個別放入探索場中，並記錄站立、抓咬及跑動圈數和靜止時間，紀錄時間為 10 分鐘。其餘要素皆固定為正弦波、**65dB**。

## (四)波型對小鼠的影響：

我們以較為簡單的正弦波為對照組，並相對複雜的方波作為實驗波型。

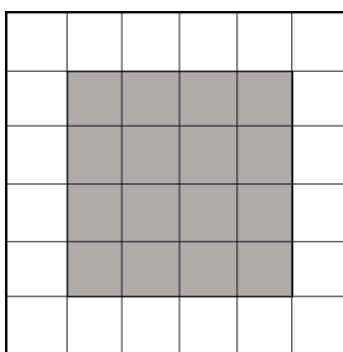
我們將小鼠分為兩組，每組各 6 隻，分別播放正弦波和方波十分鐘後，爾後將小鼠個別放入探索場中，並記錄站立、抓咬及跑動圈數和靜止時間，紀錄時間為 10 分鐘。其餘要素皆固定為 **16kHz**、**65dB**。

## (五)音樂節拍對小鼠的影響：

經文獻指出，人們在聽不同音樂時，情緒會隨之受到影響，通常節奏較輕快，會使人較為興奮與激昂；反之，聽到節奏慢的音樂時，情緒則較為平穩與放鬆，因此我們選擇每分鐘大於 **150 拍(BPM150)**的音樂及每分鐘小於 **80 拍(BPM80)**的音樂做為實驗組

將小鼠分為三組，每組各 6 隻，分別播放環境音、**80BPM** 和 **150BPM** 十分鐘後，爾後將小鼠個別放入探索場中，並記錄站立、抓咬及跑動圈數和靜止時間，紀錄時間為 10 分鐘。其餘要素皆固定為正弦波、**65dB**。

#### (六)80dB、40kHz 和 80BPM 對小鼠停留區域之影響



圖(四) 中央區域俯視圖

在前四項實驗中，我們觀察到小鼠在 80dB、40kHz 和 80BPM 都有較長的靜止百分比，因此額外設計實驗比較三者的差異輔以佐證，該實驗是基於正常小鼠進入一個陌生環境都會先在周邊區域探所以段較長的時間，才會到中間活動；較亢奮的老鼠才花較多的時間在中央區域逗留。(姚芊卉，2020)。

將小鼠分為四組，不分公母，每組各六隻，以環境音為對照組，比較 80dB、40kHz 和 80BPM 的影響下，小鼠中央活動時間，紀錄時間為十分鐘。

#### (七)數據標準化

所有數據皆以 Z 分數進行數值的標準化，若有極端值則刪除該筆數據，避免極端值影響實驗結果，極端值是指 Z 分數大於 3 或小於-3。

$$Z \text{ 分數} = \frac{\text{離均差分數(樣本數據} - \text{平均數據)}}{\text{標準差}}$$

圖(五) z 分數公式

## 伍、研究結果

### 一、音量對小鼠的影響

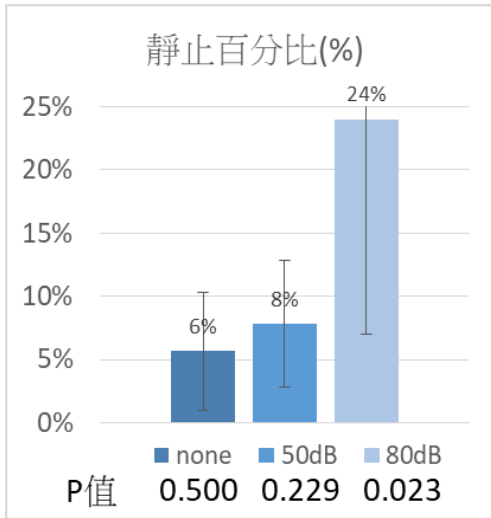
我們發現公鼠在 50dB 時的跑動圈數明顯增加(圖十)，且 p 值小於 0.05(表三)。但在 80dB 時增加的卻是靜止百分比(圖六)，且 p 值也小於 0.05(表三)。

我們推測公鼠在較低分貝的環境下情緒較為興奮，而在較高分貝環境下，基於小鼠對噪音很敏感，不要讓小鼠長時間暴露在 85 分貝的噪音環境中(李碧珍，2006)，且我們觀察到小鼠較常待在角落，因此我們認為小鼠的情緒應較接近畏懼害怕。

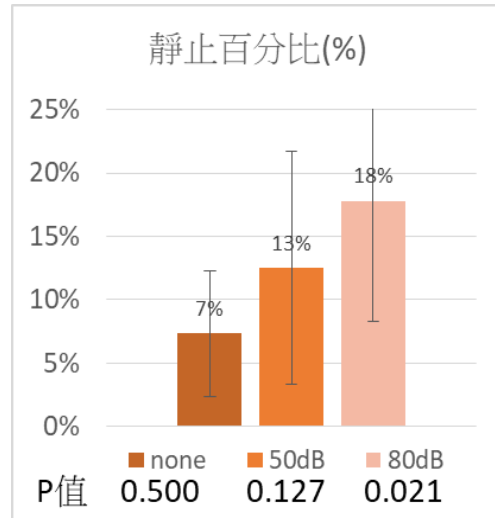
而母鼠在音量實驗表現結果上與公鼠相同，因此我們認為音量對於小鼠的影響在不同的性別上並無差異性。

	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	6%	0.500	48.2	0.500	110.0	0.500
50dB	8%	0.229	38.0	0.141	226.7	0.020
80dB	24%	0.023	43.2	0.299	119.8	0.451

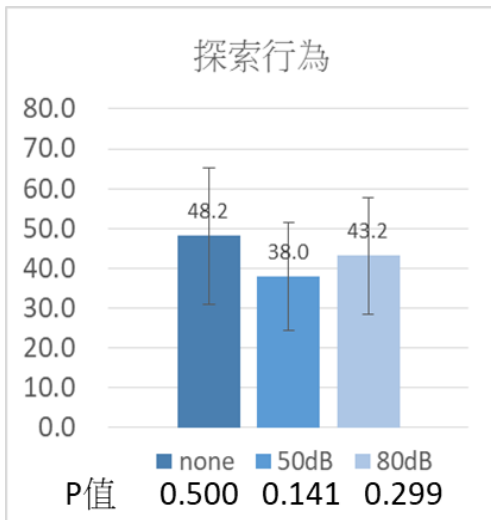
	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	7%	0.500	50.4	0.500	100.3	0.500
50dB	13%	0.127	55.8	0.301	257.8	0.030
80dB	18%	0.021	39.8	0.090	138.4	0.297



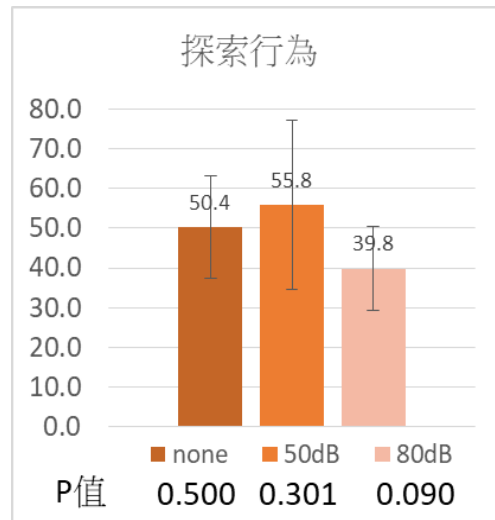
圖六：公鼠靜止百分比



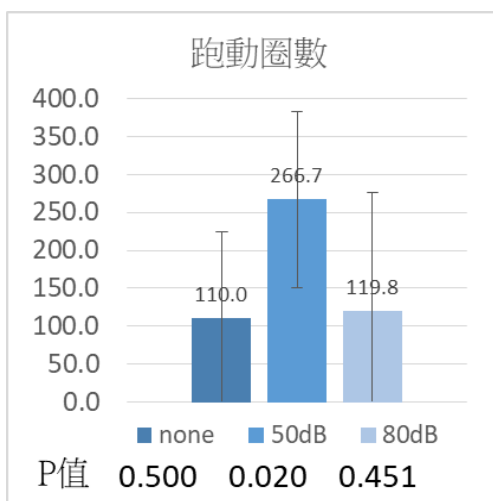
圖七：母鼠靜止百分比



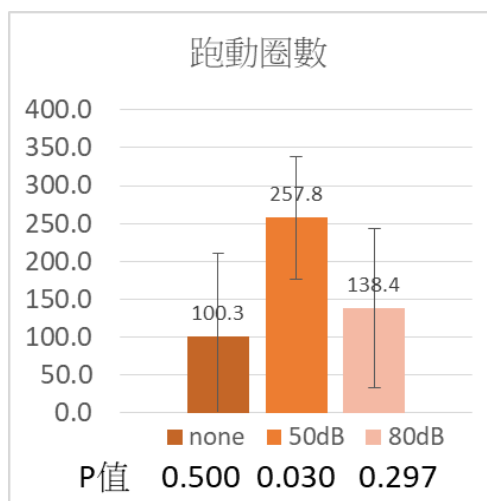
圖八：公鼠探索行為



圖九：母鼠探索行為



圖十：公鼠跑動圈數



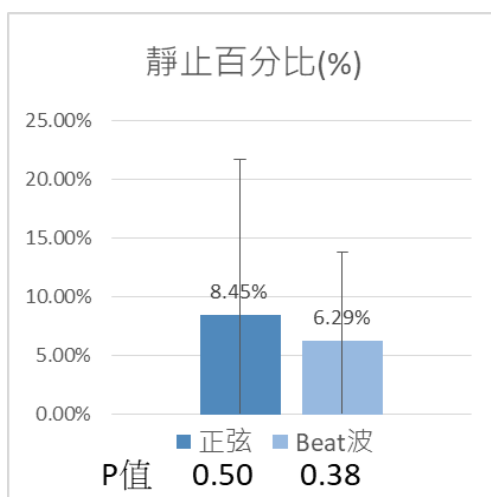
圖十一：母鼠跑動圈數

## 二、音量持續變化對小鼠的影響

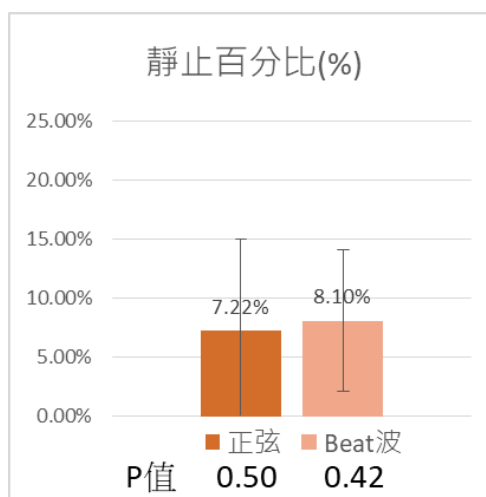
我們發現當音量持續變化時，公鼠的跑動圈數明顯上升 (圖十六)，P 值也小於 0.05，因此我們認為持續變化的音量，會導致小鼠情緒較為亢奮，而有活動力增加的情形。此情形在母鼠也有相同的趨勢 (圖十七)。

	靜止百分比(%)	P 值	探索行為	P 值	跑動圈數(圈)	P 值
正弦波	8.45%	0.50	22.50	0.50	136.83	0.50
Beat 波	6.29%	0.38	32.40	0.10	223.60	0.03

	靜止百分比(%)	P 值	探索行為	P 值	跑動圈數(圈)	P 值
正弦波	7.22%	0.50	36.33	0.50	140.67	0.50
Beat 波	8.10%	0.42	27.33	0.14	282.33	0.04

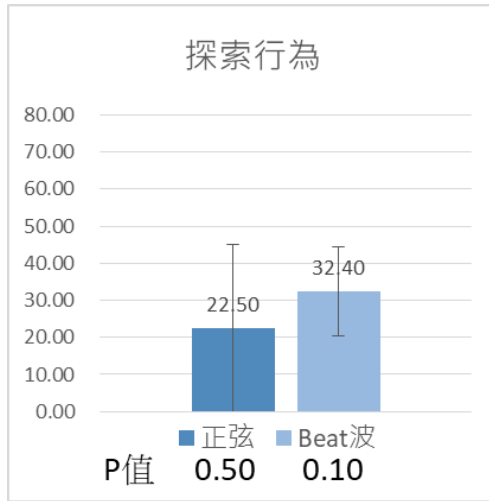


圖十二：公鼠靜止百分比

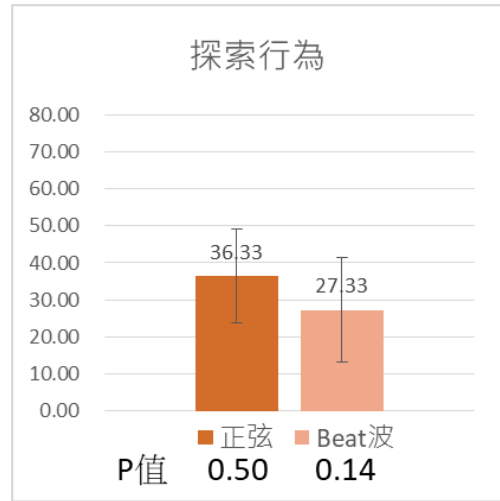


圖十三：母鼠靜止百分比

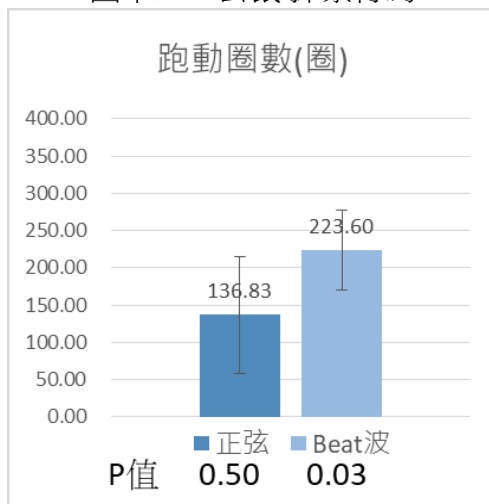




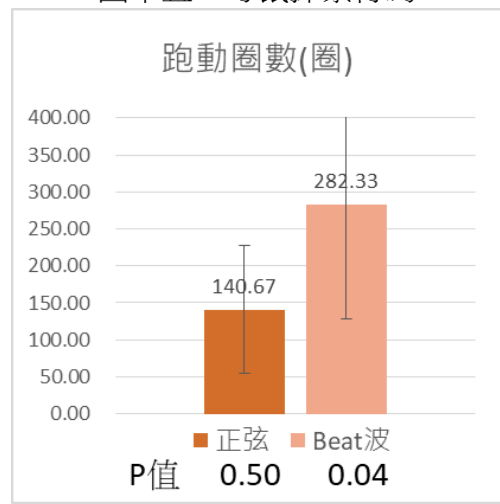
圖十四：公鼠探索行為



圖十五：母鼠探索行為



圖十六：公鼠跑動圈數



圖十七：母鼠跑動圈數

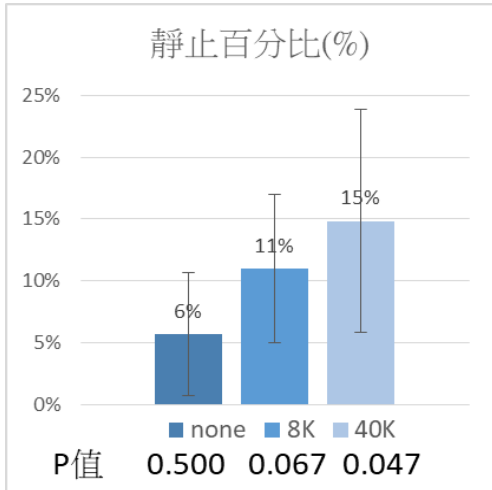
### 三、音頻對小鼠的影響

我們發現在音頻為 8kHz 時公鼠的跑動圈數雖 P 值未小於 0.05，但也接近了(表七)，且跑動圈數確實為三者中最多(圖二十二)。而在音頻為 40kHz 時，公鼠有較長的靜止時間(圖十八)和較少的探索行為(圖二十)，即站立與抓咬。

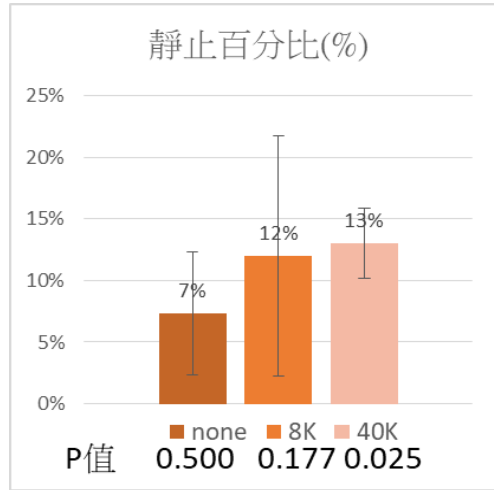
因此我們認為較低頻率會使公鼠較為興奮，因而增加運動量，而 40kHz 對於小鼠來說並不算高頻，畢竟小鼠的聽力範圍是 1k~100kHz，因此我們認為 40kHz 反而有可能是讓小鼠放鬆的頻率，因此小鼠不做多餘的探索活動。而母鼠的結果與公鼠是相同的，因此我們認為音頻對於小鼠的影響無性別差異。

	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	6%	0.500	48.2	0.500	110.2	0.500
8K	11%	0.067	37.7	0.115	187.2	0.084
40K	15%	0.047	35.2	0.054	147.5	0.247

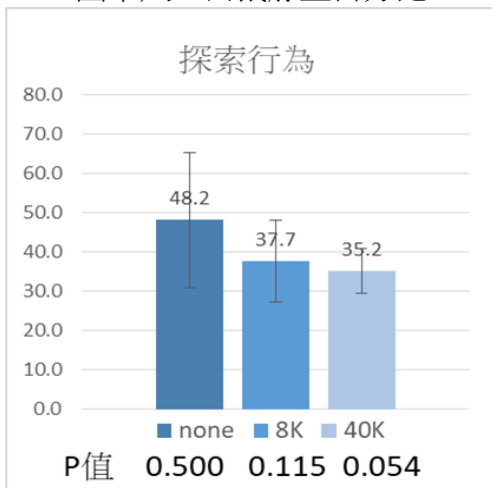
表八：母鼠數據與 P 值						
	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	7%	0.500	50.3	0.500	100.3	0.500
8K	12%	0.177	38.5	0.085	215.6	0.116
40K	13%	0.025	31.1	0.021	126.8	0.351



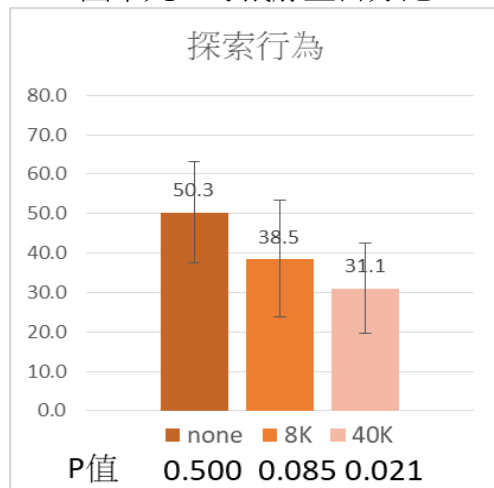
圖十八：公鼠靜止百分比



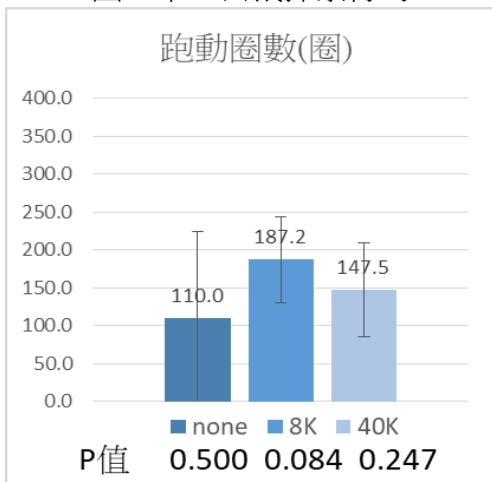
圖十九：母鼠靜止百分比



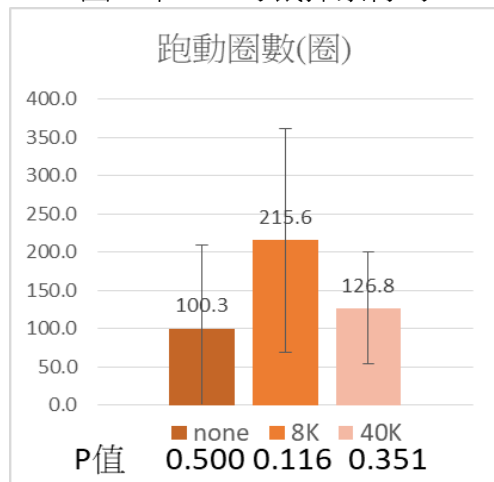
圖二十：公鼠探索行為



圖二十一：母鼠探索行為



圖二十二：公鼠跑動圈數



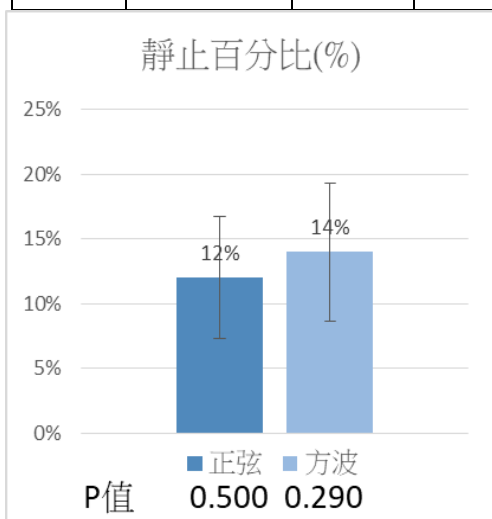
圖二十三：母鼠跑動圈數

#### 四、波形對小鼠的影響

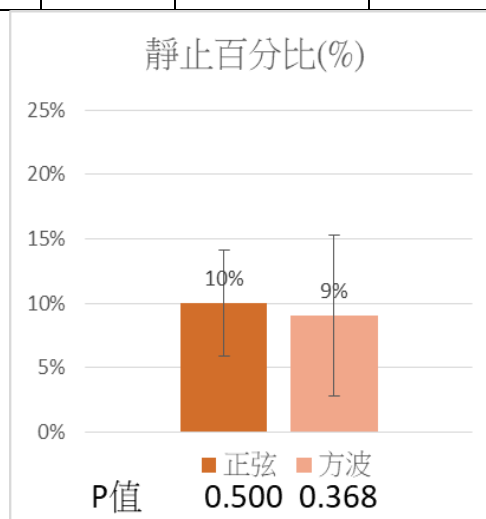
不論在靜止百分比、站立抓咬和跑動圈數上，公鼠或母鼠都沒有明顯差異。

	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
正弦	12%	0.500	58.7	0.500	144.2	0.500
方波	14%	0.290	33.	0.067	160.2	0.416

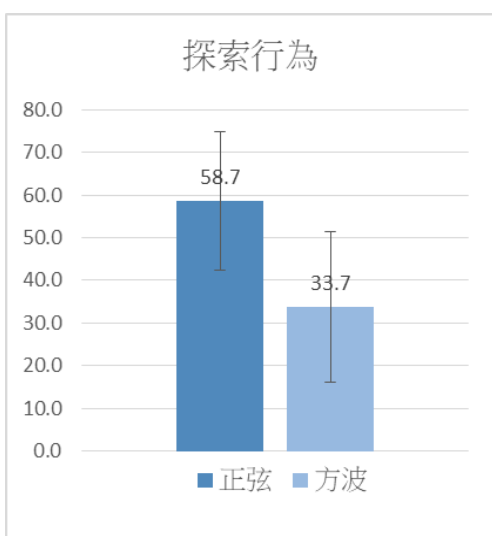
	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
正弦	10%	0.500	40.8	0.500	164.3	0.500
方波	9%	0.368	43.0	0.389	162.3	0.487



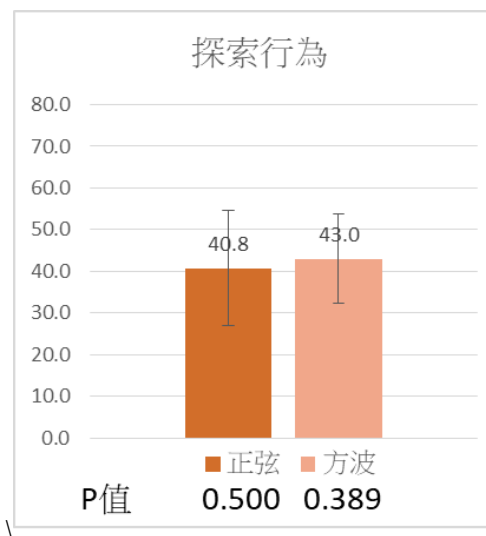
圖二十四：公鼠靜止百分比



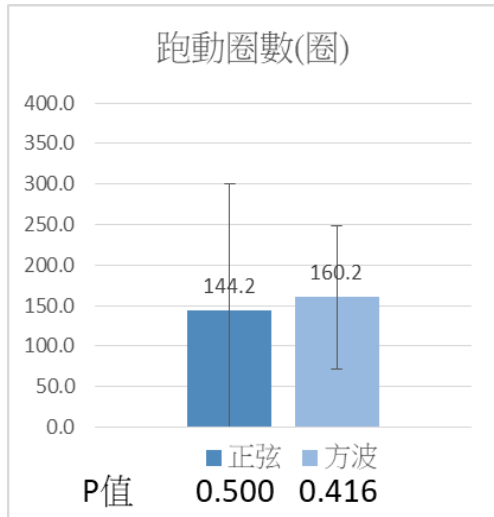
圖二十五：母鼠靜止百分比



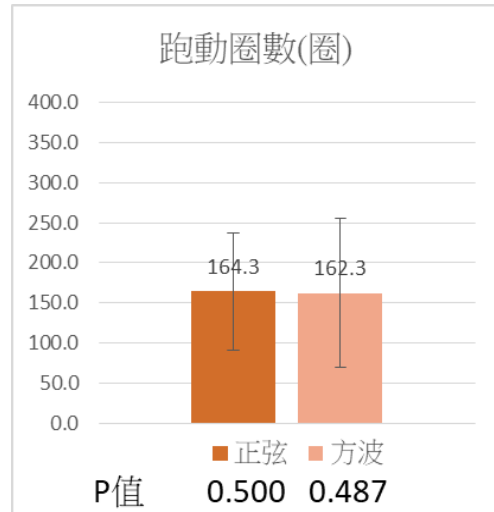
圖二十六：公鼠 探索行為



圖二十七：母鼠 探索行為



圖二十八：公鼠跑動圈數



圖二十九：母鼠跑動圈數

## 五、音樂節拍對小鼠的影響

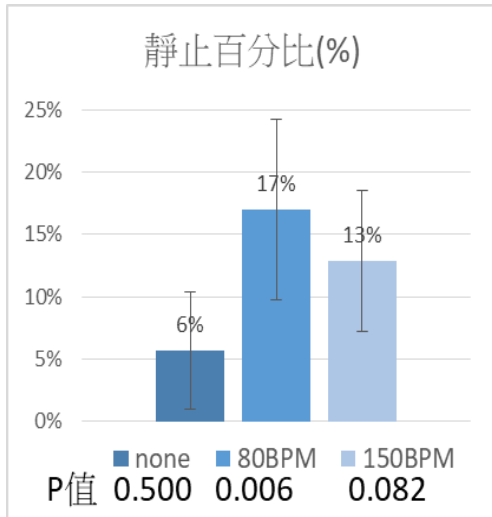
我們發現在 80BPM，公鼠靜止的時間明顯增加(圖三十)，且 P 值也小於 0.05，另外探索行為也明顯減少(圖三十二)，P 值也小於 0.05。而當公鼠處於 140BPM 的環境時，跑動圈數明顯增加(圖三十四)，P 值等於 0.05。

因此我們認為公鼠在 80BPM 環境時，小鼠的情緒應該相當平穩安定，因此探索行為明顯減少，靜止時間也因此增加。而處在 140BPM 的環境時，小鼠的活動量增加，因此我們認為小鼠的情緒應相當興奮。

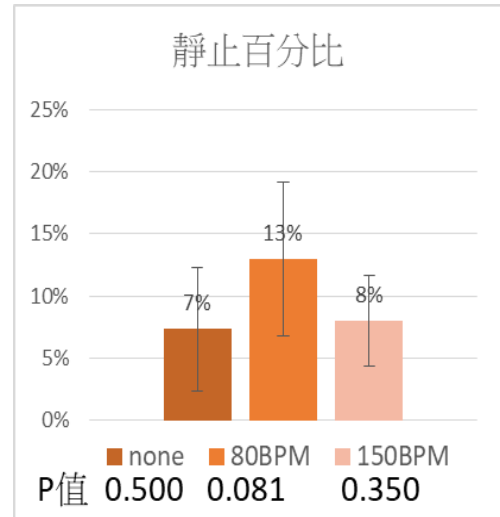
而母鼠的部分與公鼠有相同的趨勢，因此我們認為聲音節拍對於小鼠的影響不會受到性別而有差異。

	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	6%	0.500	48.2	0.500	110.0	0.500
80BPM	17%	0.006	19.0	0.004	169.6	0.180
150BPM	13%	0.082	37.0	0.103	217.5	0.050

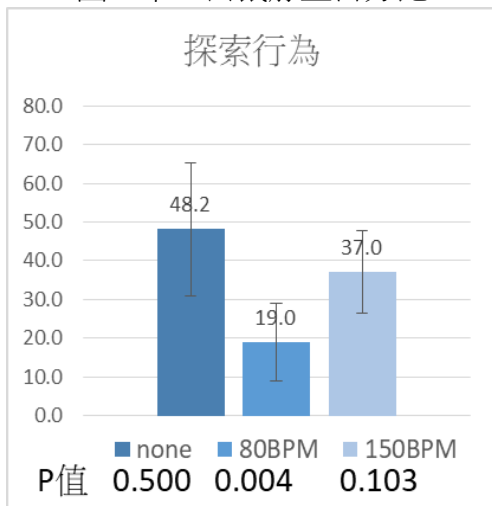
	靜止百分比(%)	p 值	探索行為	p 值	跑動圈數(圈)	p 值
none	7%	0.500	50.3	0.500	100.3	0.500
80BPM	13%	0.081	31.4	0.015	167.8	0.204
150BPM	8%	0.350	38.5	0.083	286.3	0.024



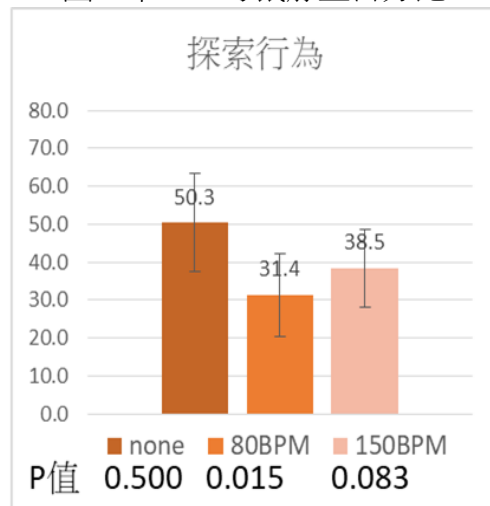
圖三十：公鼠靜止百分比



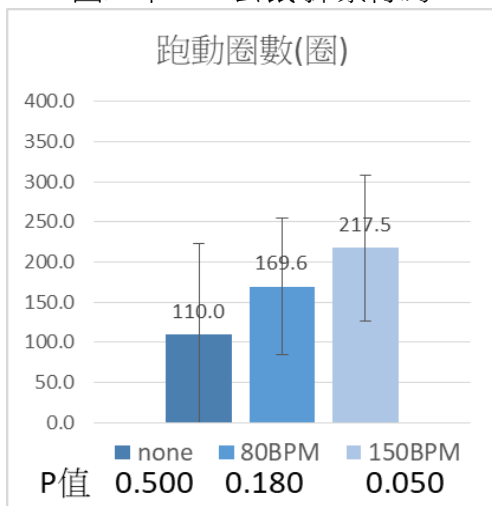
圖三十一：母鼠靜止百分比



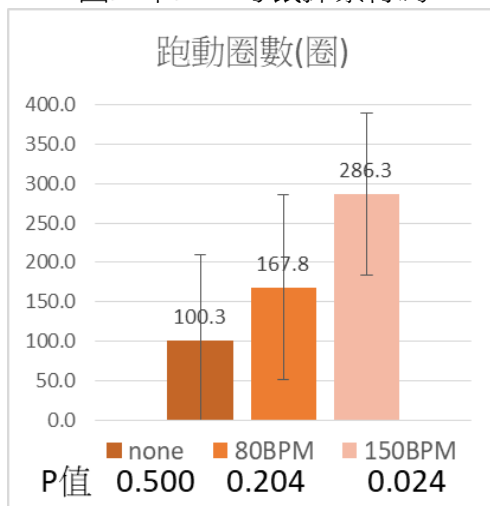
圖三十二：公鼠 探索行為



圖三十三：母鼠探索行為



圖三十四：公鼠跑動圈數



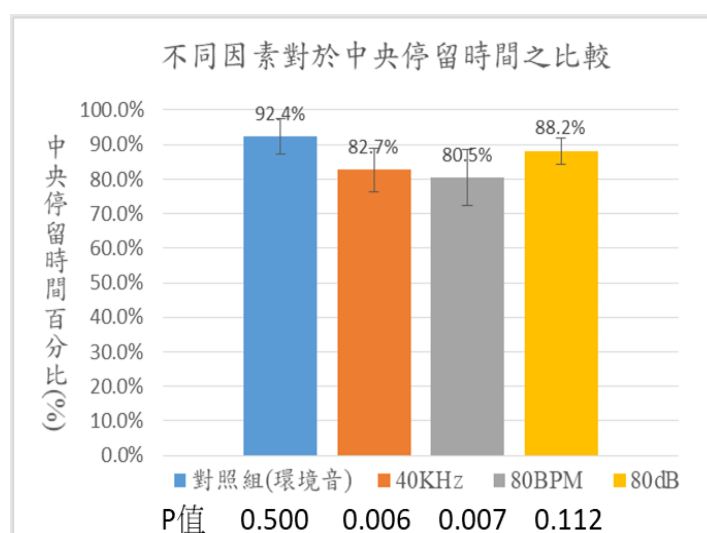
圖三十五：母鼠跑動圈數

## 六、80dB、40kHz 和 80BPM 對小鼠停留區域之影響

前實驗我們發現 40kHz、80BPM 和 80dB，皆由較長靜止時間，但我們認為前兩項是平穩安定導致，而 80dB 則是緊張畏懼導致，為確認此推論，因此新增此實驗。

我們觀察到 40kHz 和 80BPM 時，小鼠於中央活動時間減少(圖三十六)，且 P 值也都小於 0.05，而在 80dB 時，並無明顯變化。與先前提到較亢奮的老鼠才花較多的時間在中央區域活動(姚芊卉，2020)相符。此結果可以說明小鼠於 40kHz 和 80BPM 時，心情應較為平穩安定，而 80dB 時，雖不能代表緊張畏懼，但也並非是平穩的情緒。

	中央區域停留時間百分比(%)	P 值
none	92.4%	0.500
80dB	82.7%	0.006
40kHz	80.5%	0.007
80BPM	88.2%	0.112



圖三十六：不同因素對於中央停留時間百分比

## 陸、討論

- 一、我們的實驗為觀察行為進而推論小鼠當下的情緒狀態，不算是直接驗證的方式，且仍有許多我們在實驗中沒有紀錄的行為也可能與當下的情緒有關。
- 二、部分統計值雖接近於 0.05，但仍未小於 0.05，僅能代表有趨勢，但在統計上並無太大的意義，我們認為有可能與樣本數的多寡有一定關聯性
- 三、此實驗僅能代表聲音可以影響小鼠的情緒，但不能直接推及其他生物或人類，人類對於聲音的影響，其結果可能與小鼠有不同的結果。

## 柒、結論

- 一、小鼠在較低音量環境有較佳的活動力，可能表示小鼠處於愉悅且相對興奮的情緒，而在較高音量時可能會出現畏懼的情緒，進而減少活動，且較常待在角落。
- 二、持續音量變化使小鼠有較佳的活動力，我們推測此時小鼠應該較為興奮。
- 三、小鼠在較低音頻環境下，展現出較高的活動力，推測小鼠處於相對興奮的情緒，而我們使用 40KHz 作為較高音頻，但由於小鼠聽力上限為 100KHz，因此 40KHz 僅能做為相對高頻，在此音頻下小鼠的探索行為明顯變少，並增加靜止時間，推測小鼠應處於平穩放鬆的情緒
- 四、在波形實驗上，小鼠的行為並無明顯差異，我們推測在波形有持續變化下，才會對小鼠產生影響。
- 五、小鼠在相對節拍較慢的環境下，探索行為明顯變少，並增加靜止時間，此現象與 40KHz 的結果相似，推測小鼠應處於平穩放鬆的情緒。而在相對節拍較快的環境下，則出現較大活動量，推測小鼠處於相對興奮的情緒中
- 六、此四項實驗在公鼠和母鼠上並無明顯差異，代表在我們的實驗條件下，聲音要素對小鼠的影響不具有性別差異性
- 七、由中央活動時間實驗可知，不同情緒可能會導致相似的行為，如安定平穩和緊張畏懼都有可能導致小鼠靜止時間增加。

## 捌、參考資料

- 一、姚芊卉、蔡馥如。藉由小鼠實驗探討睡眠剝奪與運動對學習記憶的影響。台北市立第一女子高級中學：專題報告。擷取日期：2020 年 9 月 15 號，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015032611512169.pdf>
- 二、蔡振家（2015）。音樂與情緒反應。科學發展，506，18-23。擷取日期：2020 年 10 月 11 號，取自 <https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10402-03.pdf&vId=A42C71F4-7A01-4056-9149-5BCA23CF3AA4&nd=1&ds=1>
- 三、Alan S. Cowen (2020). What music makes us feel: At least 13 dimensions organize subjective experiences associated with music across different cultures. *PNAS*,117(4),1924-1934
- 四、Randall P Reynolds (2010).Noise in a Laboratory Animal Facility from the Human and Mouse Perspectives. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*,49(5),592-597.
- 五、實驗動物技術人員訓練教材編輯委員會(主編)(2005)。實驗動物技術人員訓練教材(第一級)。行政院農業委員會。

六、李文嘉、謝佳瑾。齧齒動物的學習與記憶能力。新北市立淡水高工：專題報告。  
 擷取日期：2020年9月20號，取自  
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015032611512169.pdf>

## 玖、附錄

附錄一：中央活動時間實驗各組小鼠基本資料

表一：對照組小鼠基本資料

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
起始年齡(週)	8	8	8	8	8	8
體重(g)	17.1	29.6	31	28.1	28.1	23.2
身長(cm)	7.3	9.3	9.1	8.9	8.7	8

表二：40Khz 組小鼠基本資料

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
起始年齡(週)	8	8	8	8	8	8
體重(g)	15.2	31.4	31.9	27	27.1	23.5
身長(cm)	7	9.5	9.5	9	9	8

表三：80BPM 組小鼠基本資料

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
起始年齡(週)	8	8	8	8	8	8
體重(g)	30.2	26.5	28.9	28	26.6	23.1
身長(cm)	9	9	9	9	8.5	9

表四：80dB 組小鼠基本資料

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
起始年齡(週)	8	8	8	8	8	8
體重(g)	-	30.9	30.9	25.9	27.2	25
身長(cm)	-	9	9	8.5	9	9

\* - 代表實驗或飼養過程中死亡



## 【評語】 052010

1. 此作品的研究目的明確且聚焦，邏輯亦合理，但就現有的研究內容而言，其結果對相關研究領域的貢獻度不高。
2. 探討聲音對小鼠行為的影響並不是新穎的研究策略，已有類似的國內外研究發表，整體之創意有限，沒有預期外的發現。建議應有文獻回顧的段落，以說明此作品探討內容與過去相似研究間有哪些異同。
3. 此研究所使用的方法大致合理可行，大多數資料的數據分析也有使用統計方法及顯著性檢定，以確定不同組別之間是否具顯著性差異。然而，許多實驗分析的誤差線相當大，也顯示重複實驗之間的變異很大，其可能會影響作者對結果的闡述，需多注意此現象。此外，大多數的圖表均未標示 P 值來自哪兩個或多個組別間的比較，例如表三及圖六的"none"組與哪一組比較而獲得  $P=0.5$ ，在結果段落或圖說內容中應更清楚說明。討論段落過於簡略，也無引用文獻加以探討。
4. 簡報資料編排大致合理，但內容稍嫌擁擠，尤其是呈現的字數太多。

## 作品簡報



作品名稱：

聲音對小鼠情緒影響之探討

科別：

動物與醫學學科

組別：

高級中等學校組

# 前言

## 一、文獻探討與研究動機

國外有許多研究指出，人類會因不同類型的聲音產生不同的情緒，可能的機制就是體感認知（**embodied cognition**）。一般而言，體感認知的學習始於孩提階段，是在成長的過程中(蔡振家，2015)，慢慢建立心理概念與身體經驗的關聯性。

## 二、研究問題

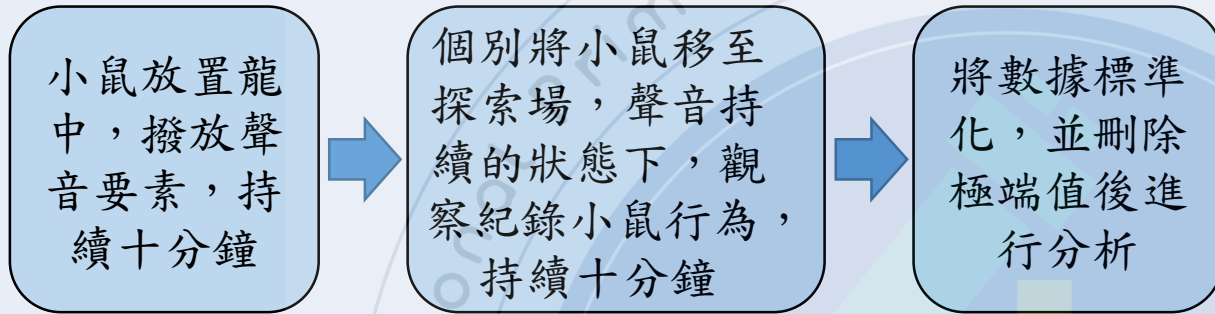
我們認為同樣的情形也可能發生在其他哺乳生物身上，因此我們想探討聲音對於小鼠的影響，且聲音是由多種要素所形成的，因此我們將其拆解成音量、音頻、波形、節拍等，以推測不同要素造成的影響。

## 三、研究目的

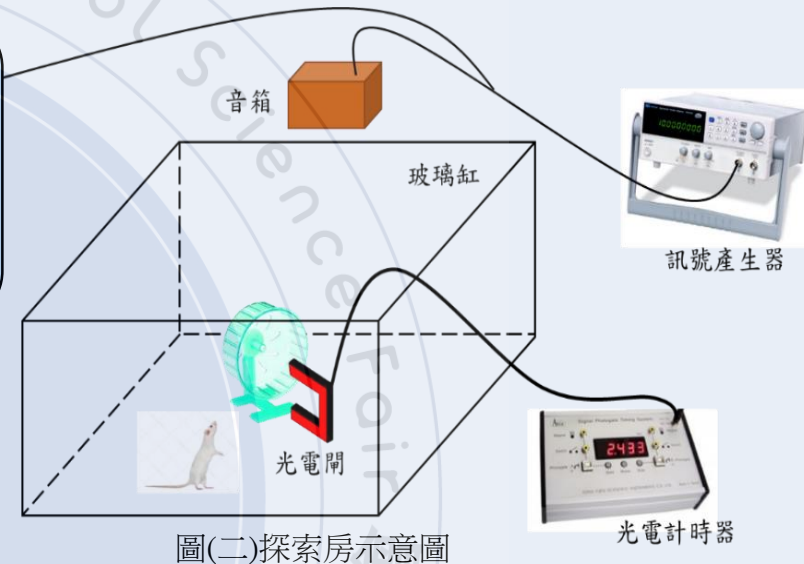
- (一)聲音的要素對於小鼠行為的影響，並推論可能的情緒反應
- (二)相同的聲音要素下，性別是否會產生不同的反應。
- (三)不同的情緒反應是否可能產生相似的行為

# 研究方法

## 一、實驗設計



圖(一)實驗流程：小鼠行為指靜止時間、站立抓咬、跑輪圈數和中央停留時間



## 二、不同聲音要素實驗說明

### (一)音量：

文獻指出小鼠在85dB以上聲音，可能會造成生理上的傷害，因此我們以環境音量(約40dB)作為對照組，並探討50dB以及80dB對小鼠造成的影響。

除了探討音量大小對小鼠的影響外，我們也想了解音量的持續變化是否有影響，因此利用兩個正弦波干涉的方式形成Beat波，此波在撥放時音量會持續改變，並以單一正弦波作為對照組。

### (二)音頻：

小鼠可以聽見的音頻範圍從1~100kHz，且最敏感的範圍為16kHz(Alan S. Cowen, 2020)，於是我們以16KHZ作為對照組，以8KHZ和40KHZ來進行實驗。

# 研究方法

## (三)波型：

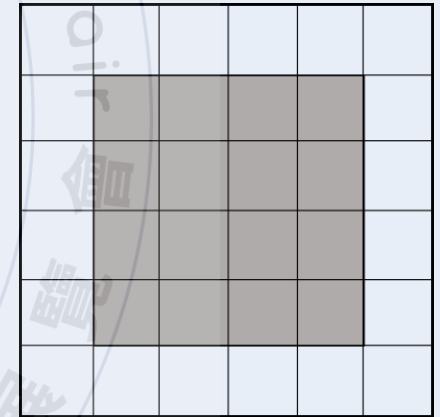
我們以簡單的正弦波為對照組，並以相對複雜的方波作為實驗波型

## (四)節拍：

人們在聽節奏輕快的音樂，會較為興奮激昂；反之，聽到節奏慢的音樂時，則較為平穩與放鬆，因此我們利用節拍分析軟體篩選出每分鐘至少150拍(BPM150)的音樂及每分鐘不足80拍(BPM80)的音樂做為實驗組，並以環境音量作為對照組。

## 三、中央停留時間實驗說明

我們觀察到在80dB、40kHz和80BPM都有較長的靜止時間，因此我們基於正常小鼠進入陌生環境會先在周邊區域探索較長的時間，才會到中間活動；較亢奮的老鼠才花較多的時間在中央區域逗留(姚芊卉，2020)設計實驗，比較三者差異。



圖(三) 中央區域俯視圖

## 四、數據標準化

以Z分數進行數值的標準化，刪除極端值，避免影響實驗結果，**極端值是指Z分數大於3或小於-3**

$$Z\text{分數} = \frac{\text{離均差分數}(\text{樣本數據} - \text{平均數據})}{\text{標準差}}$$

圖(四) z分數公式

# 研究結果與解釋

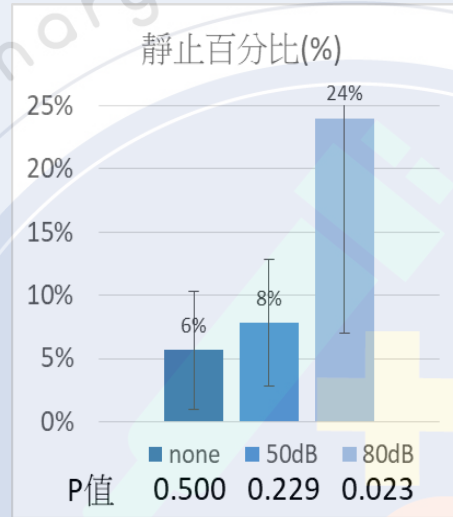
## 一、音量對小鼠的影響

### (一) 音量大小

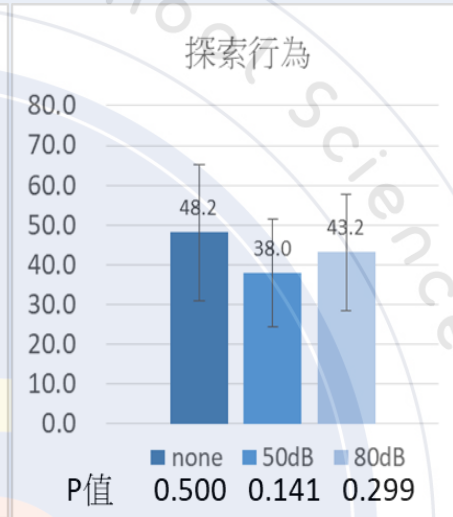
我們發現公鼠在50dB時的跑動圈數增加(圖九)，但在80dB時增加的卻是靜止百分比(圖五)。

推測公鼠在低分貝的環境情緒較為興奮，而高分貝環境下，基於小鼠對噪音很敏感，不要讓小鼠長時間暴露在85分貝的噪音環境中(李碧珍。2006)，我們認為小鼠的情緒應為畏懼害怕。

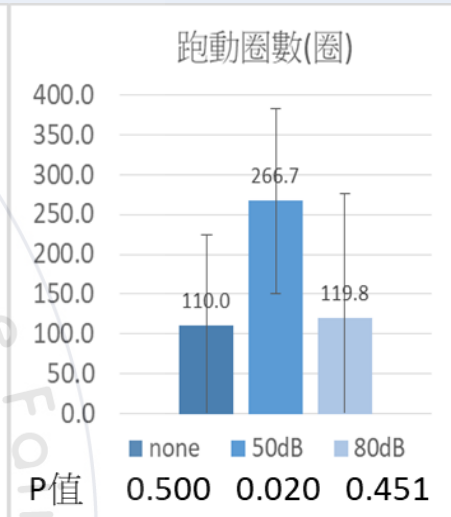
而母鼠在音量實驗結果上與公鼠相似，我們認為音量對於小鼠的影響在不同的性別上並無差異性。



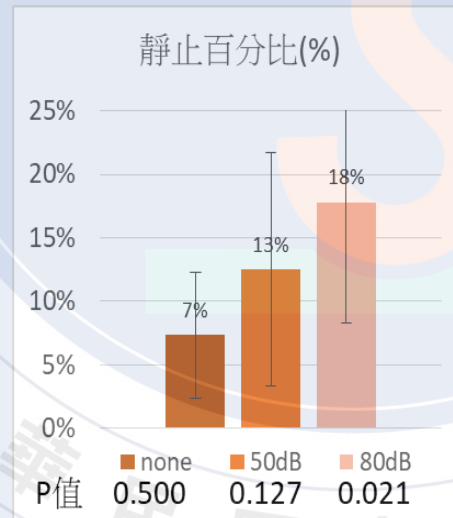
圖(五)公鼠靜止百分比



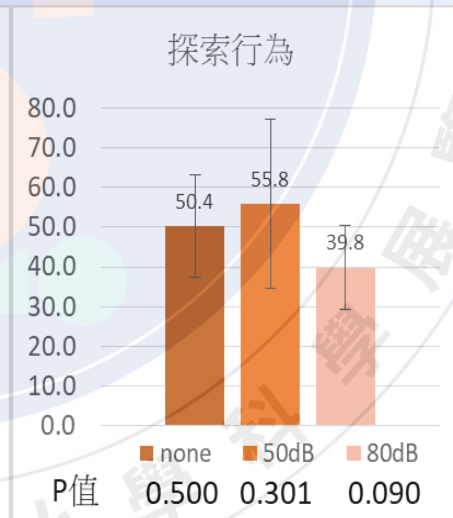
圖(七)公鼠探索行為



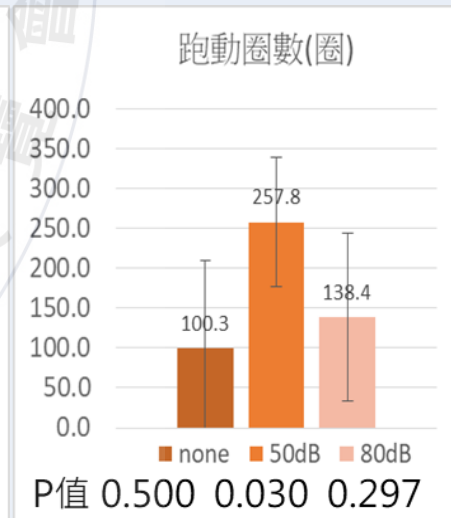
圖(九)公鼠跑動圈數



圖(六)母鼠靜止百分比

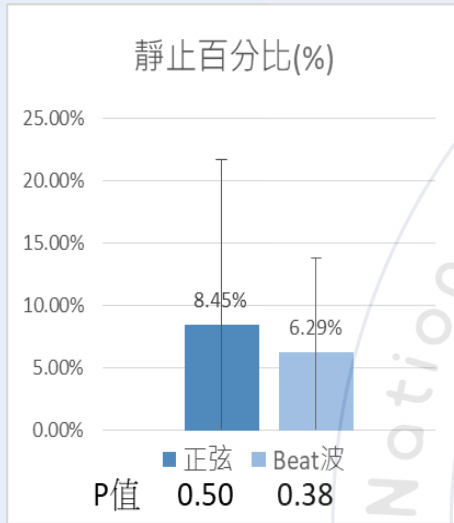


圖(八)母鼠探索行為

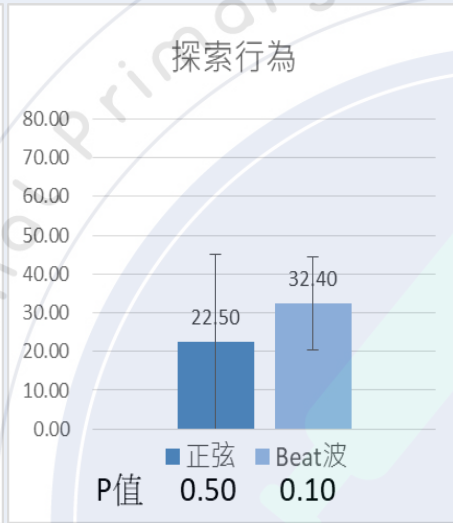


圖(十)母鼠跑動圈數

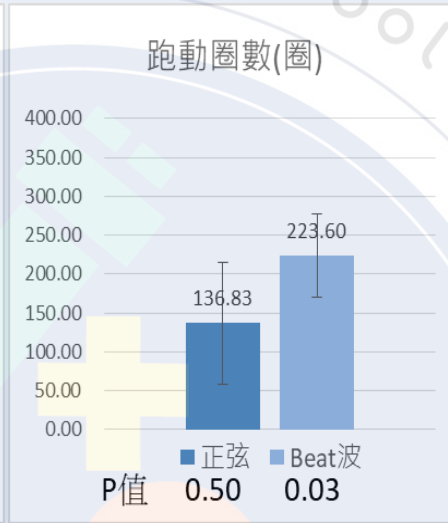
# 研究結果與解釋



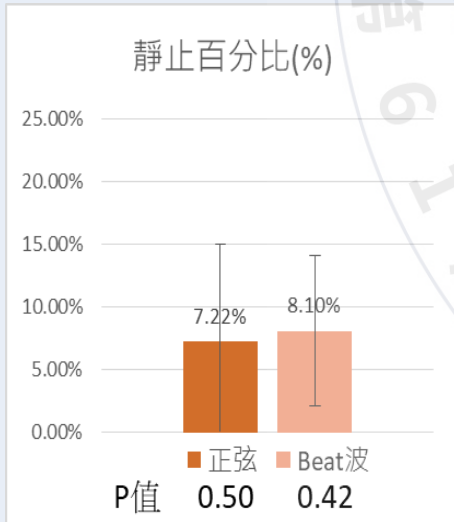
圖(十一)公鼠靜止百分比



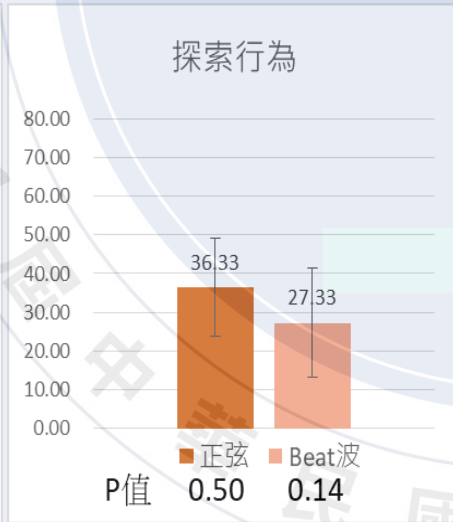
圖(十三)公鼠探索行為



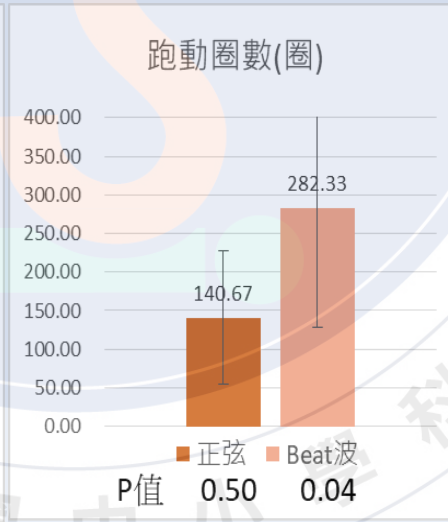
圖(十五)公鼠跑動圈數



圖(十二)母鼠靜止百分比



圖(十四)母鼠探索行為



圖(十六)母鼠跑動圈數

## (二)音量持續變化

我們發現當音量持續變化時，公鼠的跑動圈數明顯上升(圖十五)，P值也小於0.05。

因此我們認為持續變化的音量，會導致小鼠情緒較為亢奮，而有活動力增加的情形。

此情形在母鼠也有相同的趨勢，無行別差異(圖十六)。



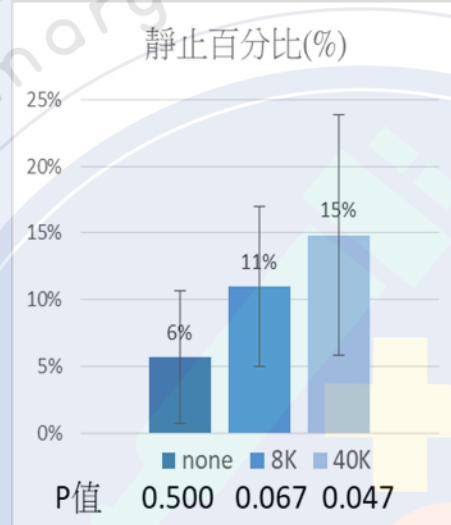
# 研究結果與解釋

## 二、音頻對小鼠的影響

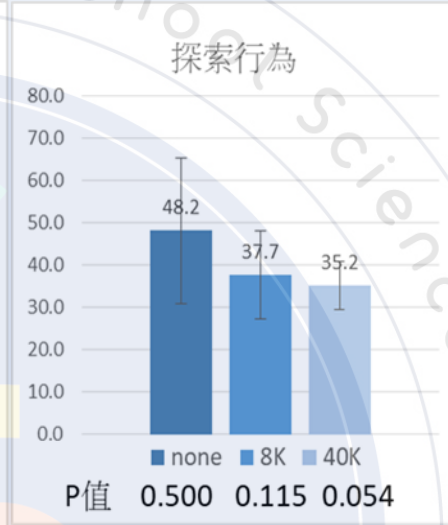
音頻為8kHz時公鼠的跑動圈數雖P值未小於0.05，但仍接近且跑動圈數確實為三者最多(圖二十一)。在音頻為40kHz時，公鼠有較長的靜止時間(圖十七)和較少的探索行為(圖十九)，即站立與抓咬。

我們認為較低頻率使公鼠較為興奮，因此增加運動量，而40kHz對小鼠來說並不算高頻，我們認為40kHz反而有可能是讓小鼠放鬆的頻率，所以小鼠不做多餘的探索活動。

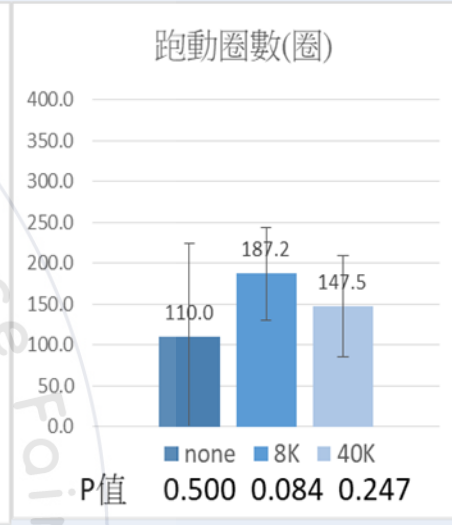
母鼠在此實驗結果與公鼠相同，我們認為音頻對於小鼠的影響不會受到性別而有差異。



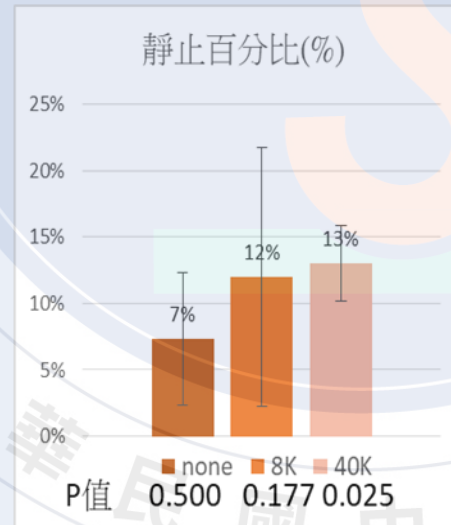
圖(十七)公鼠靜止百分比



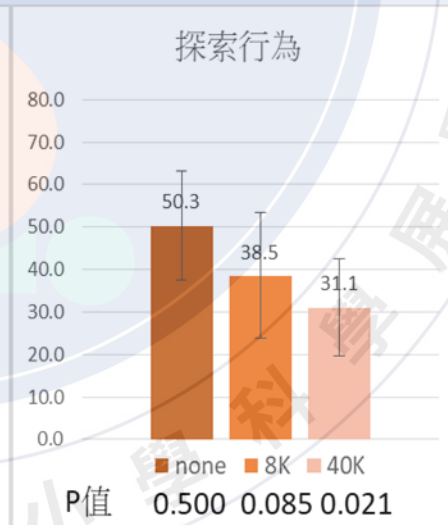
圖(十九)公鼠探索行為



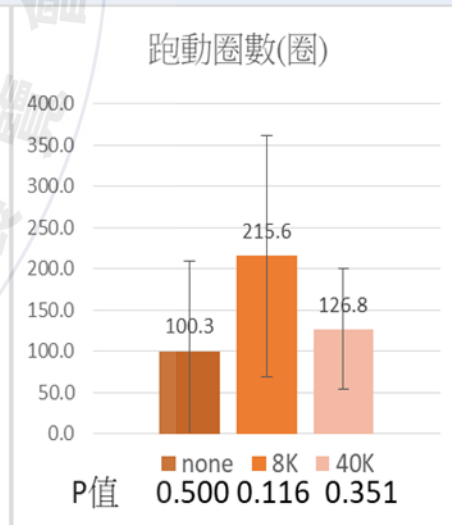
圖(二十一)公鼠跑動圈數



圖(十八)母鼠靜止百分比

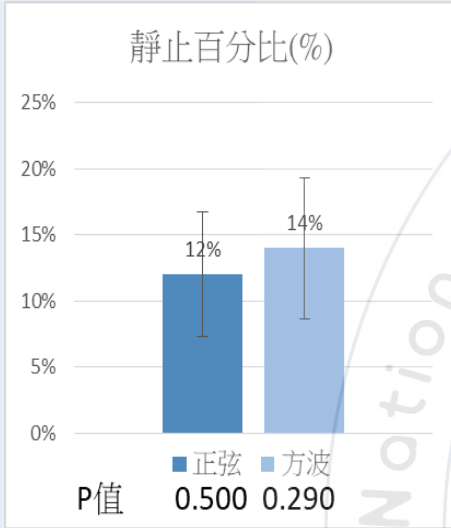


圖(二十)母鼠探索行為

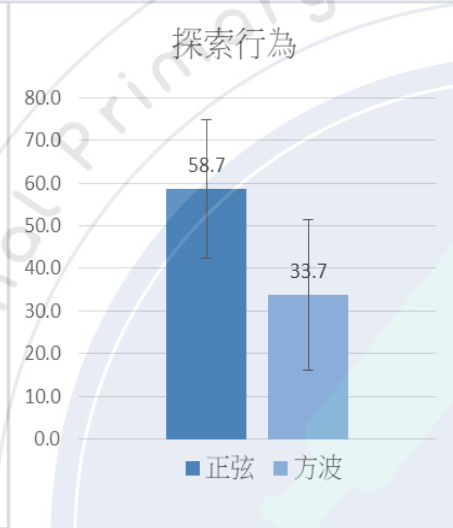


圖(二十二)母鼠跑動圈數

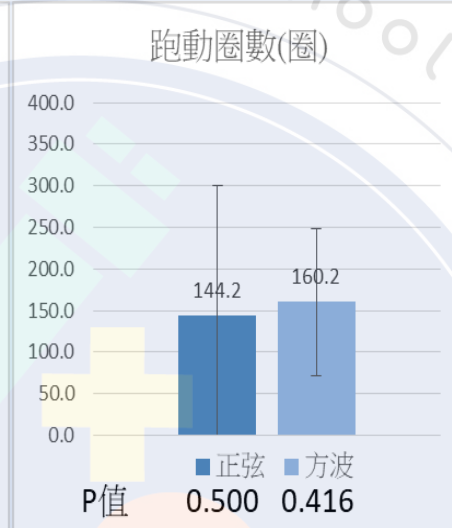
# 研究結果與解釋



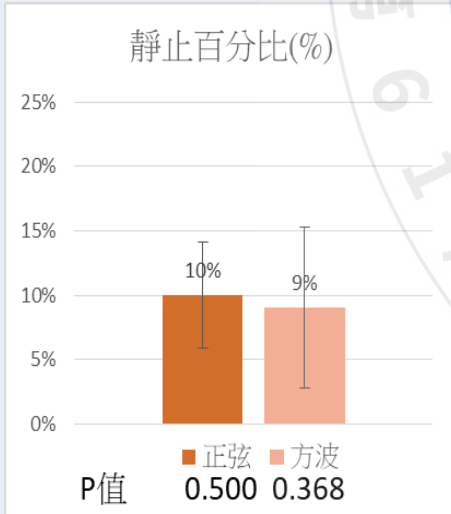
圖(二十三)公鼠靜止百分比



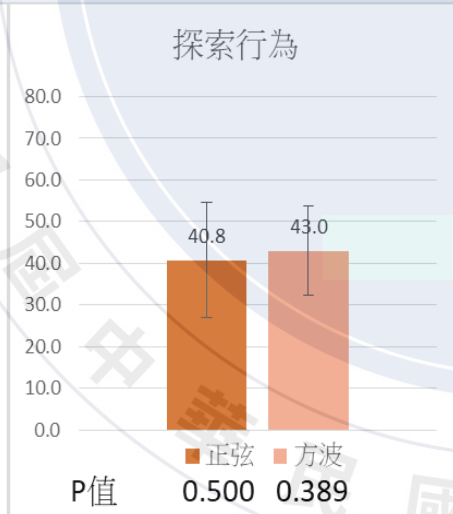
圖(二十五)公鼠探索行為



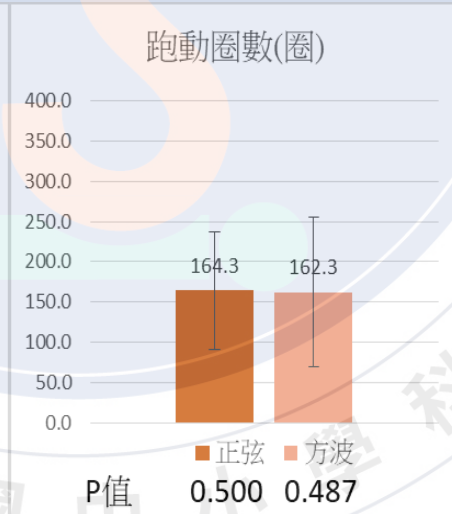
圖(二十七)公鼠跑動圈數



圖(二十四)母鼠靜止百分比



圖(二十六)母鼠探索行為



圖(二十八)母鼠跑動圈數

## 三、波形對小鼠的影響

不論在靜止百分比、站立抓咬和跑動圈數上，公鼠或母鼠都沒有明顯差異。

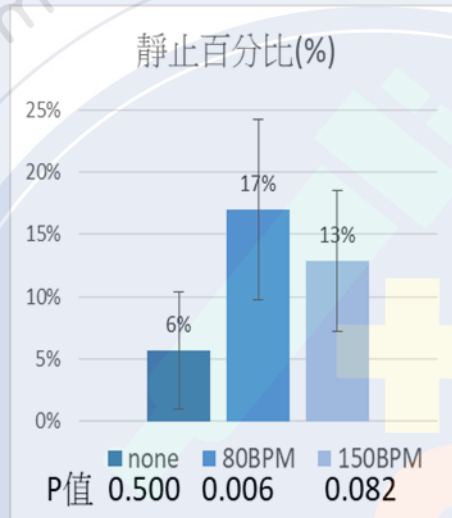
# 研究結果與解釋

## 四、音樂節拍對小鼠的影響

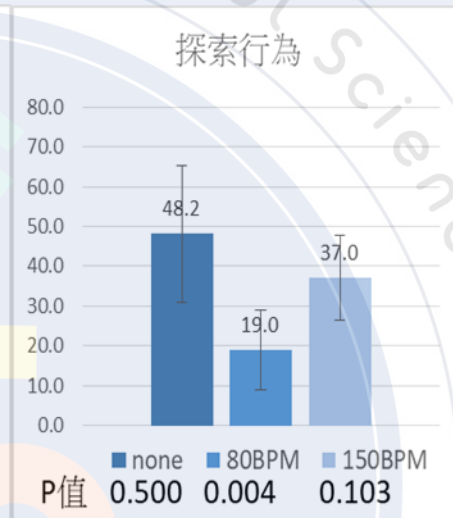
我們發現在80BPM，公鼠靜止的時間明顯增加(圖二十九)，且探索行為也明顯減少(圖三十一)，而當公鼠處於150BPM的環境時，跑動圈數明顯增加(圖三十三)，P值等於0.05。

因此我們認為小鼠在較低節拍的環境，情緒應該相當平穩安定，所以探索行為才減少，靜止時間也因而增加。而在較高節拍的環境，時，小鼠的活動量增加，因此我們認為小鼠的情緒應相當興奮。

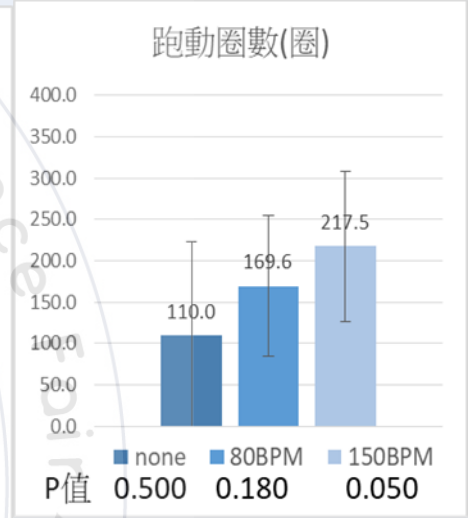
母鼠與公鼠有相似的趨勢，因此我們認為節拍對於小鼠的影響不因性別而有差異。



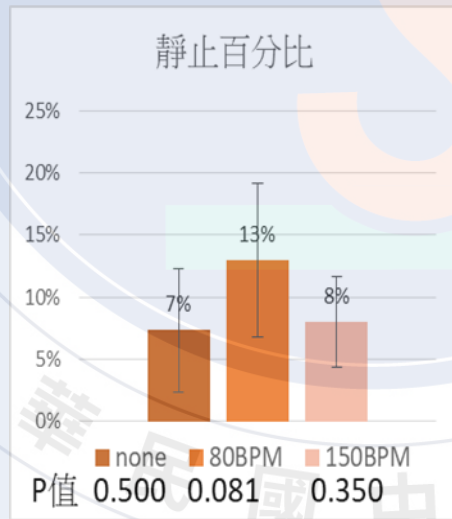
圖(二十九)公鼠靜止百分比



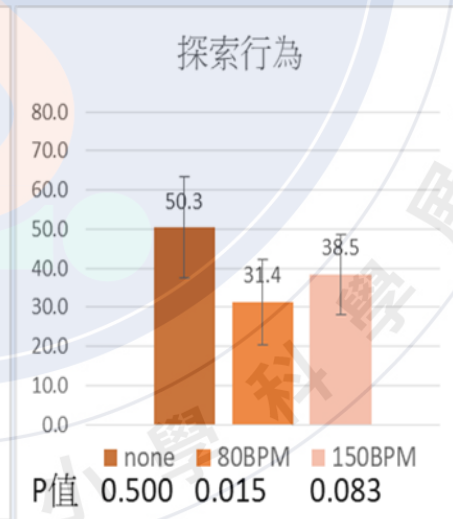
圖(三十一)公鼠探索行為



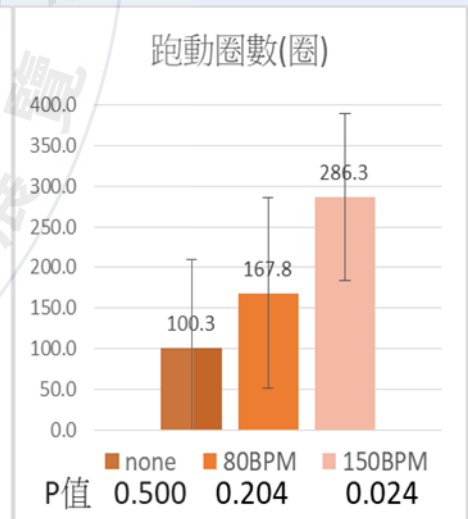
圖(三十三)公鼠跑動圈數



圖(三十)母鼠靜止百分比



圖(三十二)母鼠探索行為



圖(三十四)母鼠跑動圈數

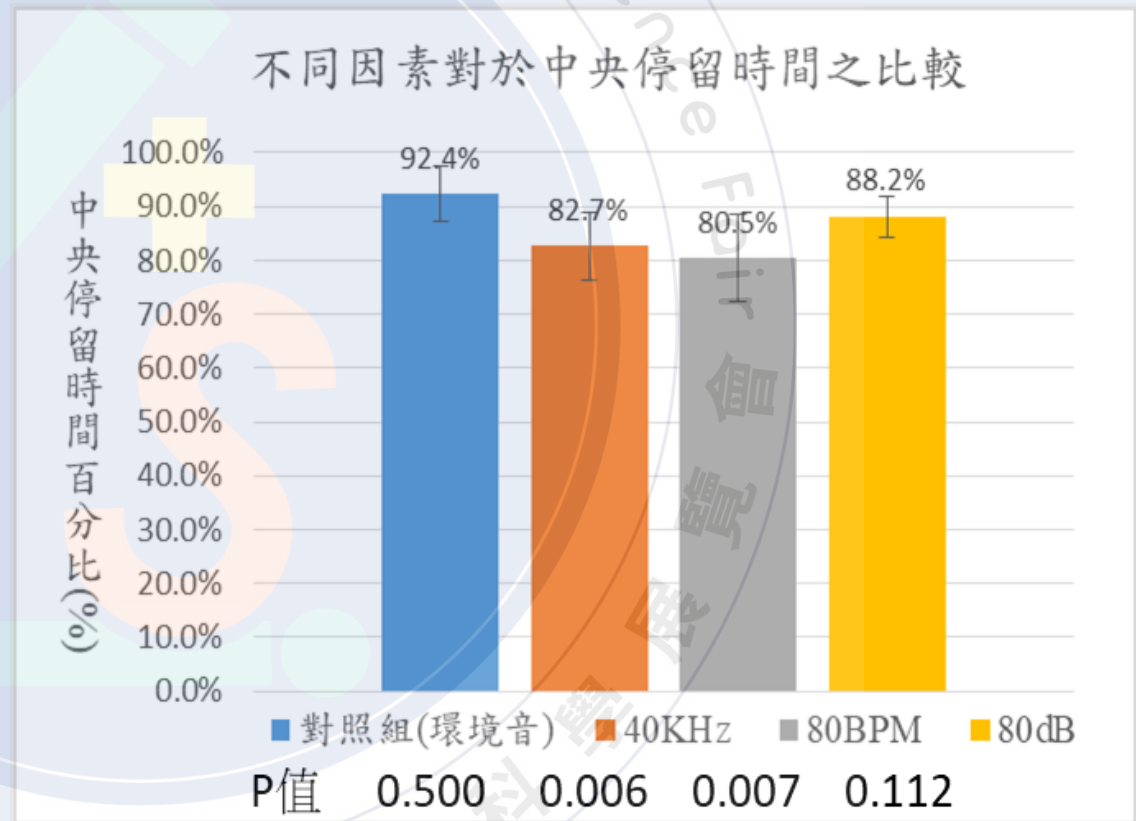
# 研究結果與解釋

## 五、80dB、40kHz和80BPM對小鼠中央停留之影響

我們發現40kHz、80BPM和80dB，皆有較長靜止時間，但我們認為導致的原因不同，前兩項是安定導致，而80dB則是畏懼導致，為確認此推論，因此新增此實驗。

我們觀察到40kHz和80BPM時，小鼠於中央活動時間減少(圖三十五)，且P值也都小於0.05，而在80dB時，並無明顯變化。與先前提到較亢奮的老鼠才花較多的時間在中央區域活動(姚芊卉，2020)相符。

此結果可以說明小鼠於40kHz和80BPM時，心情應較為平穩安定，而80dB時，雖不能代表緊張畏懼，但也並非是平穩的情緒。



圖(三十五)小鼠中央停留時間

## 討論

- 一、我們的實驗是觀察行為進而推論小鼠當下的情緒狀態，不算是直接驗證的方式，仍有許多我們在實驗中沒有紀錄的行為也可能與當下的情緒有關。
- 二、部分統計值雖接近於 0.05，但仍未小於 0.05，僅能代表有趨勢，但在統計上並無太大的意義，我們認為有可能與樣本數的多寡有一定關聯性。
- 三、此實驗僅能代表聲音可以影響小鼠的情緒，但不能直接推及其他生物或人類，人類對於聲音的影響，其結果可能與小鼠有不同的結果。

## 結論

- 一、小鼠在較低音量環境有較佳的活動力，可能表示小鼠處於愉悅且較興奮的情緒，而高音量時，推測是出現畏懼的情緒，進而減少活動，且較常待在角落。
- 二、持續音量變化使小鼠有較佳的活動力，我們推測此時小鼠應該較為興奮。
- 三、小鼠在低音頻環境下，展現出較高的活動力，推測小鼠處於相對興奮的情緒，礙於器材受限且小鼠聽力上限為 100KHz，因此 40KHz 僅能做為相對高頻，意外發現在此環境下的小鼠探索行為明顯變少，靜止時間增加，推測小鼠應處於平定的情緒。
- 四、小鼠在相對節拍慢的環境下，數據與 40KHz 的結果都相似，推測小鼠應處於安定的情緒。而在相對節拍快的環境下，則出現較大活動量，推測小鼠處於相對興奮的情緒中。

- 五、波形實驗中，小鼠的行為並無明顯差異，我們推測波形有持續變化下，才會對小鼠產生影響。
- 六、此四項實驗在公鼠和母鼠上並無明顯差異，代表在我們的實驗條件下，聲音要素對小鼠的影響不具有性別差異性。
- 七、由中央活動時間實驗可知，**不同情緒可能會導致相似的行為**，如安定和緊張畏懼都可能導致小鼠靜止時間增加。

## 文獻

- 一、姚芊卉、蔡馥如。藉由小鼠實驗探討睡眠剝奪與運動對學習記憶的影響。台北市立第一女子高級中學：專題報告。擷取日期：2020年9月15號，取自<https://is.gd/AygUaM>
- 二、蔡振家（2015）。音樂與情緒反應。科學發展，506，18-23。擷取日期：2020年10月11號，取自<https://is.gd/S9KcH3>
- 三、Alan S. Cowen (2020). What music makes us feel: At least 13 dimensions organize subjective experiences associated with music across different cultures. *PNAS*, 117(4), 1924-1934
- 四、Randall P Reynolds (2010). Noise in a Laboratory Animal Facility from the Human and Mouse Perspectives. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 49(5), 592-597.
- 五、實驗動物技術人員訓練教材編輯委員會(主編)(2005)。實驗動物技術人員訓練教材(第一級)。行政院農業委員會。