

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080313

小鼠不思議—刺激反應行為模式

學校名稱：新北市土城區安和國民小學

作者：	指導老師：
小六 張庭瑋	楊仁理
小六 徐奕峰	謝慧俐
小六 高敬詠	
小六 張兆輝	
小六 詹皓文	
小六 林湘捷	

關鍵詞：小鼠、刺激—反應行為模式、迷宮

摘要

用迷宮探討小鼠脫困、學習記憶、好奇冒險、同伴行為等反應，歸納刺激—反應行為模式，發現：一、小鼠感官敏銳，能分辨聲音、食物氣味及明暗差異；食物氣味與黑暗環境能誘惑小鼠脫困迷宮，聲音可驅趕小鼠，強光降低小鼠活動力。二、小鼠經 1-2 天學習訓練，成效就不錯了，但記憶力大都不超過 3 天，負增強學習成效優於正增強，所以捕鼠籠要常換位置，因鼠類很快就學會避開捕鼠籠了。三、小鼠冒險心低，迴避危險環境，透過新奇物品和食物可強化冒險心，好奇心高，對新奇物品具有探究特性。四、小鼠獨來獨往，不太會一起出迷宮，鼠性自利，但陷阱實驗，救食物也救同伴，具有道德觀，有時會躲在陷阱裡，減少櫃子、箱子等躲藏物，應可減少鼠類出沒。

壹、研究動機

一早來學校，總有小朋友座位留下鼠類便便或尿液，忘記帶回去的食物也被偷吃了，教室擺滿桌子、椅子和書櫃，簡直是個大迷宮，鼠類總有能耐到處撒野後又順利逃脫，鼠啊~你是怎麼辦到的啊!

研究顯示鼠類基因序列和人類非常相似，那麼牠們的脫困、學習記憶、好奇冒險、同伴行為等反應也和人類相像嗎?動物的心理過程無法直接觀察到，只能根據觀察到的刺激—反應來推測腦內發生的過程，於是我們選擇三線、布丁及銀狐鼠，設計迷津情境，再以外界刺激，觀察牠們不同的反應，希望能從實驗觀察中歸納出小鼠的刺激—反應行為模式，運用在日常生活上，改善環境衛生，邁向更美好的未來。

貳、研究目的

一、研究迷宮中感官刺激對小鼠脫困反應的影響

(一)迷宮中聽覺刺激對小鼠脫困反應的影響

(二)迷宮中嗅覺刺激對小鼠脫困反應的影響

(三)迷宮中視覺刺激對小鼠脫困反應的影響

二、研究迷宮中增強刺激對小鼠學習與記憶反應的影響

(一)迷宮中正增強刺激對小鼠學習與記憶反應的影響

(二)迷宮中負增強刺激對小鼠學習與記憶反應的影響

三、研究迷宮中新奇與危險刺激對小鼠好奇與冒險反應的影響

- (一)迷宮中新奇刺激對小鼠好奇反應的影響
- (二)迷宮中危險刺激對小鼠冒險反應的影響
- (三)迷宮中新奇與危險刺激交互作用對小鼠冒險反應的影響
- (四)迷宮中食物與危險刺激交互作用對小鼠冒險反應的影響

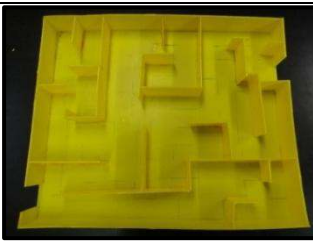
四、研究迷宮中陷阱刺激對小鼠同伴行為的影響

- (一)迷宮中無陷阱刺激對小鼠同伴行為的影響
- (二)迷宮中有陷阱刺激對小鼠同伴行為的影響

叁、研究設備及器材

一、計時器、貓鼠聲軟體、LED 手電筒、雲彩紙、葵瓜子、花生、乳酪、蘋果、攝影機、麵包等參考體圖案。

二、

自製迷宮 (5 死路 1 活路)	15-17 周齡，250g-300g，雄性，每種 3 隻		
60cm×60cm×7cm	三線鼠	布丁鼠	銀狐鼠
			
翹翹筒 (11cm×7cm×5cm)	城堡 (15cm×8cm×7cm) 坡度 40°	陷阱 (15cm×8cm×7cm) 陷阱網：ΦO=1cm 影印紙材質	海綿(3cm×3cm×3cm) 重 6g
			

肆、研究過程與方法

為求實驗嚴謹，本研究進行以下控制：(一)3種小鼠各3隻，進行三重複實驗(同伴行為實驗除外，採隨機抽樣)，為排除飢餓度變因，實驗前禁食1晚，實驗後正常餵食。(二)避免待實驗鼠受刺激干擾，實驗操作於A教室進行，待實驗鼠則置於B教室。(三)實驗時去除迷宮周圍雜物，實驗人員將小鼠放入迷宮後，非操作必要，盡量遠離迷宮，防止小鼠將雜物、實驗人員作為定位參考體。(四)每次實驗完成後，徹底清洗迷宮並用酒精擦拭避免味道殘留。(五)實

驗時保持安靜，避免聲音干擾小鼠反應。(六)避免記憶殘留，兩實驗至少間隔半天。

4-1 研究一：迷宮中感官刺激對小鼠脫困反應的影響

運用感官去感知刺激移動方向，對於動物的生存至關重要，於是我們在迷宮出口及內外三點(沿迷宮活路)施以聲音、食物氣味等刺激來探究感官刺激對小鼠脫困反應的影響。

一、迷宮中聽覺刺激對小鼠脫困反應的影響

4-1-1聽覺刺激實驗過程

(一)選用76-80分貝的人聲、貓聲、鼠聲，探討不同聲音刺激對小鼠脫困反應影響。

(二)聽覺刺激實驗：每種聲音進行10分鐘的出口和三點誘惑實驗，因文獻顯示小鼠短期記憶只維持數分鐘~數小時，避免記憶殘留，兩實驗間隔半天，3種小鼠進行三重複實驗，觀察小鼠脫困迷宮次數，並求其平均值。

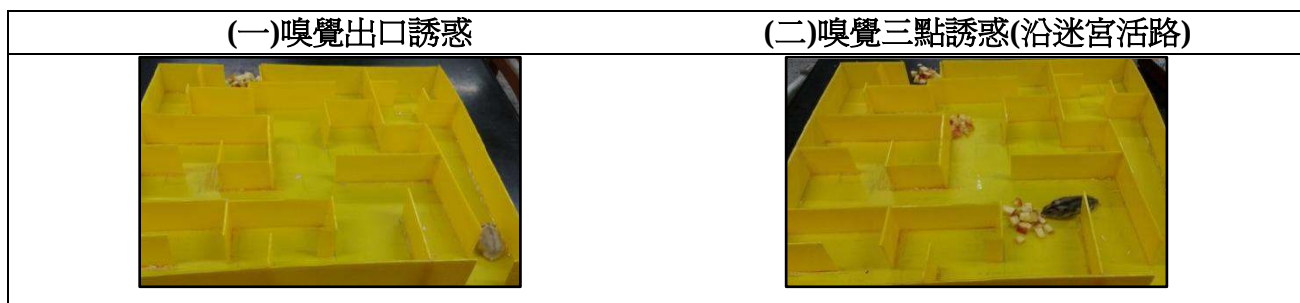


二、迷宮中嗅覺刺激對小鼠脫困反應影響

4-1-2嗅覺刺激實驗過程

(一)用50g不同氣味的乳酪、蘋果、花生，探討不同氣味對小鼠脫困反應影響。

(二)嗅覺刺激實驗：將刺激改為食物氣味，重複 4-1-1 的間隔時間與實驗步驟。

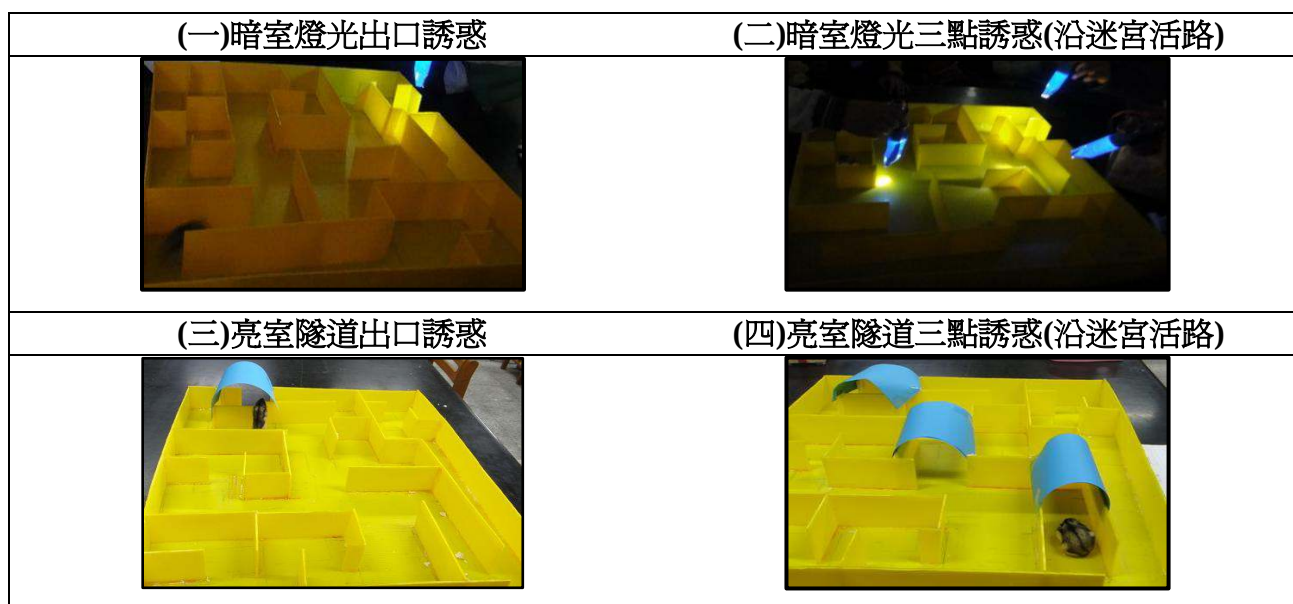


三、迷宮中視覺刺激對小鼠脫困反應影響

4-1-3視覺刺激實驗過程

(一)製造明暗反差效果，暗室用5瓦LED手電筒燈光，亮室用10cm長的隧道，找出明暗反差對小鼠脫困反應的影響。

(二)視覺刺激實驗：將刺激改為燈光與隧道，重複4-1-1的間隔時間與實驗步驟。



四、迷宮中感官刺激對小鼠脫困反應影響之實驗結果與分析：

(一)聽覺刺激實驗結果，小鼠脫困迷宮平均次數與 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-1-1~圖 4-1-2(詳細記錄見附件一)。

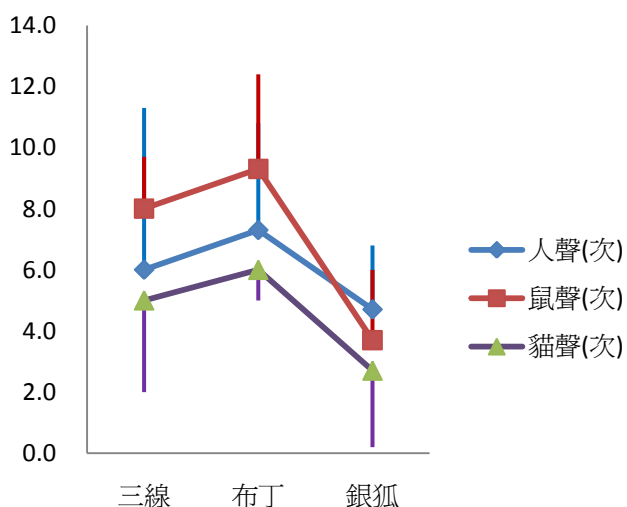


圖4-1-1出口聽覺小鼠脫困迷宮平均次數

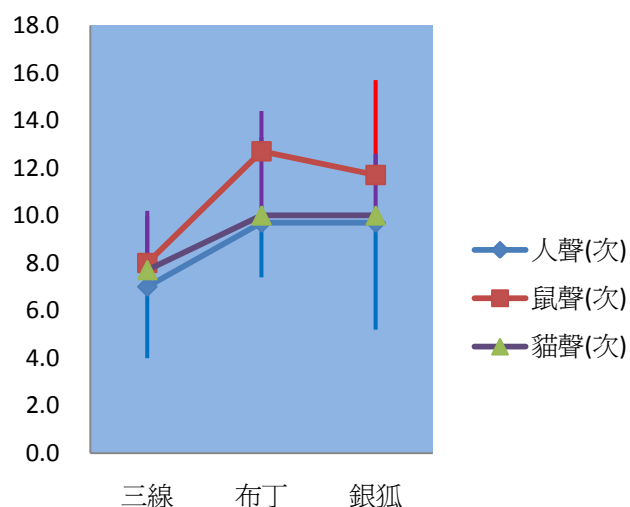


圖4-1-2三點聽覺小鼠脫困迷宮平均次數

(二)聽覺刺激實驗結果分析：

1.圖 4-1-1~4-1-2 發現聽覺刺激-脫困反應如下(1)迷宮出口有人、鼠、貓聲時，3 種小鼠困在迷宮一陣子後才脫困，又以銀狐最明顯，鼠聲讓小鼠最勇於脫困迷宮，貓聲讓小鼠最不敢脫困迷宮，3 種小鼠應能分辨貓鼠聲。(2)迷宮內外三點有人、鼠、貓聲，小鼠們快速脫困迷宮，聲音應可驅趕小鼠出迷宮。

(三)嗅覺刺激實驗結果，小鼠脫困迷宮平均次數與 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-1-3~圖 4-1-4(詳細記錄見附件一)。

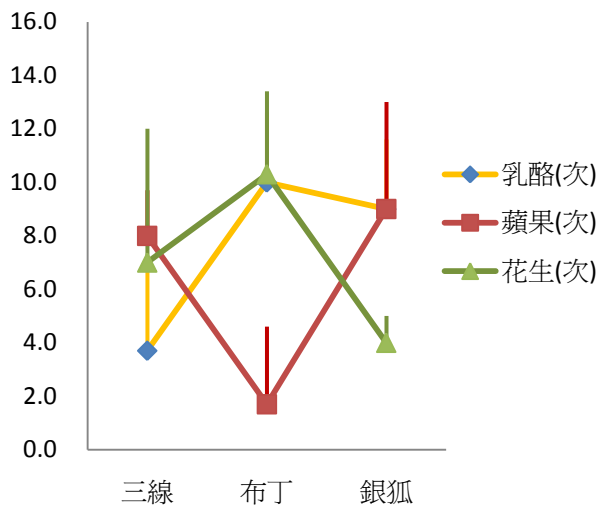


圖4-1-3出口嗅覺小鼠脫離困迷宮平均次數

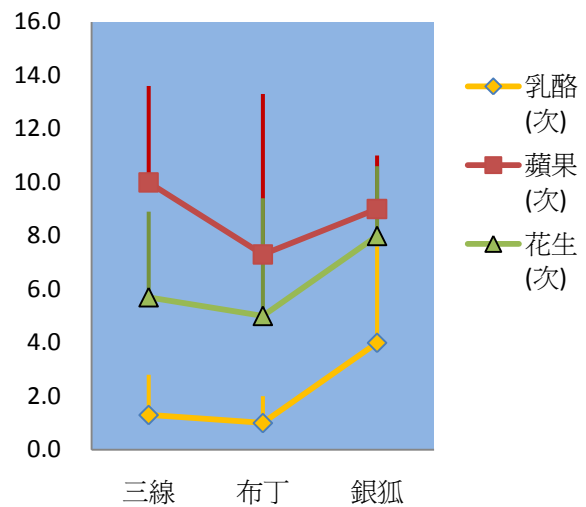


圖4-1-4三點嗅覺小鼠脫離困迷宮平均次數

(四)嗅覺刺激實驗結果分析：

1.圖 4-1-3~圖 4-1-4 發現嗅覺刺激-脫困反應如下(1)迷宮出口有乳酪、蘋果、花生等氣味，可誘惑小鼠脫困迷宮，蘋果氣味最能誘惑三線，花生氣味最能誘惑布丁，乳酪蘋果氣味最能誘惑銀狐。(2)迷宮內外三點有食物氣味時，小鼠逗留啃食，減少脫困迷宮次數，尤其是乳酪氣味，小鼠應很喜愛乳酪氣味，捕鼠籠可考慮放乳酪。

(五)視覺刺激實驗結果，小鼠脫困迷宮平均次數與SD值，樣本數每種小鼠3隻，如圖4-1-5~圖4-1-6(詳細記錄見附件一)。

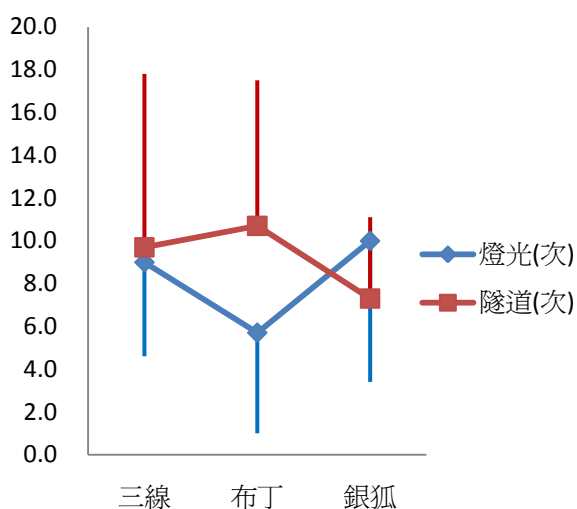


圖4-1-5出口視覺小鼠脫困迷宮平均次數

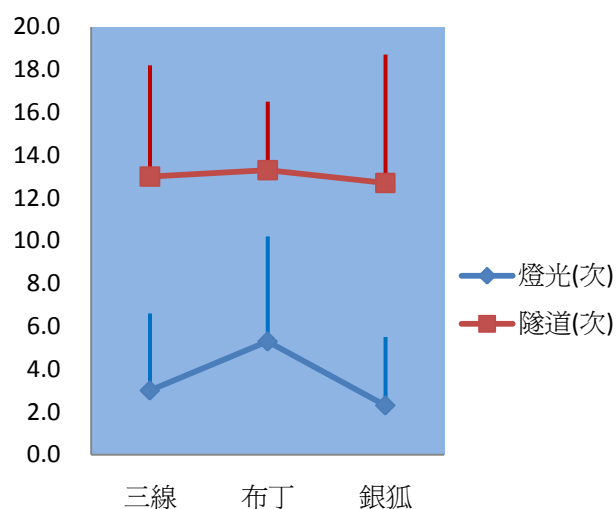


圖4-1-6三點視覺小鼠脫離迷宮平均次數

(六)視覺刺激實驗結果分析：

1.圖4-1-5~圖4-1-6發現視覺刺激-脫困反應如下(1)迷宮出口、內外三點有隧道時、3種小鼠喜歡往隧道鑽而順利脫困，呼應小鼠喜歡黑暗環境和鑽洞穴特性。(2)迷宮內外三點有燈光時，3種小鼠脫困次數明顯減少，小鼠夜行性動物視覺退化，強光讓小鼠活動力減弱(李碧珍，2005)。

(七)感官刺激小結：

1.小鼠感官敏銳，能分辨聲音、食物氣味及明暗差異，迷宮出口的食物氣味與黑暗環境可誘惑小鼠脫困迷宮，迷宮內的聲音可驅趕小鼠出迷宮，強光會降低小鼠活動力。

4-2 研究二：迷宮中增強刺激對小鼠學習與記憶反應的影響

因學習與記憶也關係著小鼠生存，於是我們繼續探究增強刺激—學習記憶反應行為模式。

一、迷宮中正增強刺激對小鼠學習與記憶反應的影響

4-2-1正增強刺激實驗過程

(一)正增強學習力：小鼠走短路線吃葵瓜子次數越多則學習力越好；正增強學習效率：走短路線吃葵瓜子總次數/行走總次數。

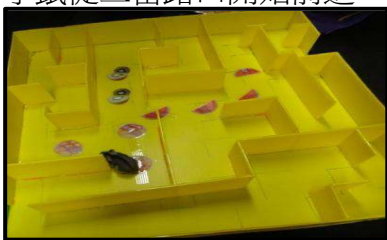
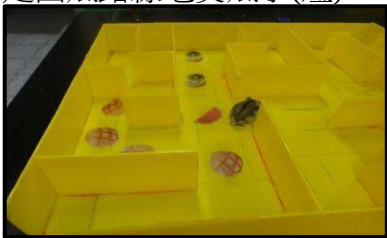
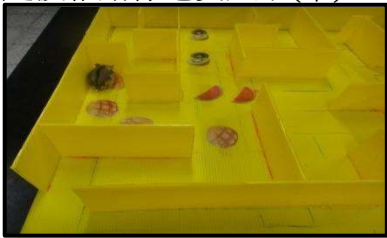
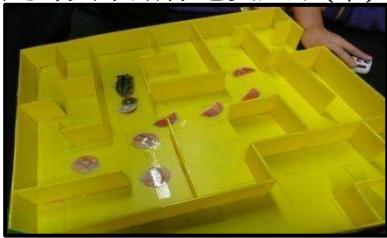
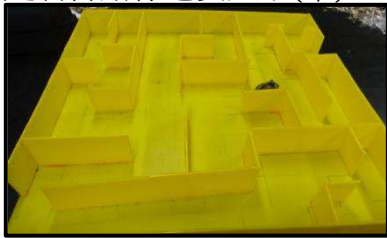
(二)正增強記憶力：移除參考體與葵瓜子後，小鼠走短路線越多次記憶力越好。

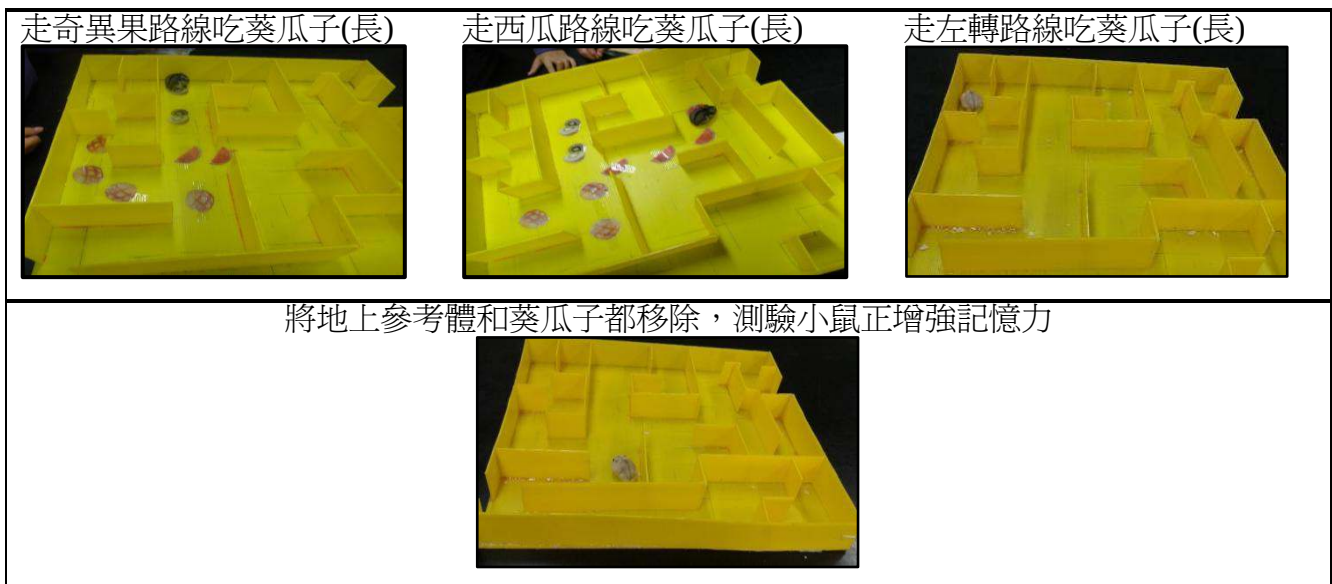
(三)正增強刺激實驗設計：1.迷宮中有短、中、長三條葵瓜子路線可吃到葵瓜子。2.有A、

B、C三種情況， A、B情況，葵瓜子路線貼上波蘿、西瓜、奇異果等參考體，C情況：葵瓜子路線不貼參考體。

(四)正增強刺激實驗：(1)連續5天，每天4次，兩次實驗間隔2分鐘，每次實驗操作1分鐘為限，走短路線吃葵瓜子越多次，正增強學習力越好。(2)學習實驗完成後隔天，將參考體與葵瓜子移除，連續4天(文獻顯示小鼠記憶力約1天，所以記憶實驗進行4天應可看出效果了)，每天4次，兩次實驗間隔2分鐘，每次實驗操作1分鐘為限，小鼠走越多次短路線，表示小鼠正增強記憶力越好。

(五)正增強刺激實驗依序：A→B→C，避免記憶殘留，兩學習情況實驗間隔一週。3種小鼠各進行三重複實驗，求其學習效果平均值。

迷宮中正增強刺激		
A 情況(葵瓜子路線有參考體) 短：西瓜路線。 中：波蘿路線。 長：奇異果路線。	B 情況(葵瓜子路線有參考體) 短：波蘿路線。 中：奇異果路線。 長：西瓜路線。	C 情況(葵瓜子路線無參考體) 短：前方路線。 中：右轉路線。 長：左轉路線。
小鼠從三岔路口開始前進	小鼠從三岔路口開始前進	小鼠從三岔路口開始前進
		
走西瓜路線吃葵瓜子(短)	走波蘿路線吃葵瓜子(短)	走前方路線吃葵瓜子(短)
		
走波蘿路線吃葵瓜子(中)	走奇異果路線吃葵瓜子(中)	走右轉路線吃葵瓜子(中)
		
走西瓜路線吃葵瓜子(長)	走波蘿路線吃葵瓜子(長)	走左轉路線吃葵瓜子(長)



二、迷宮中負增強刺激對小鼠學習與記憶反應影響

4-2-2負增強刺激實驗過程

(一)負增強學習力：小鼠避開懲罰路線越多次學習力越好；負增強學習效率：避開懲罰路線總次數/行走總次數。

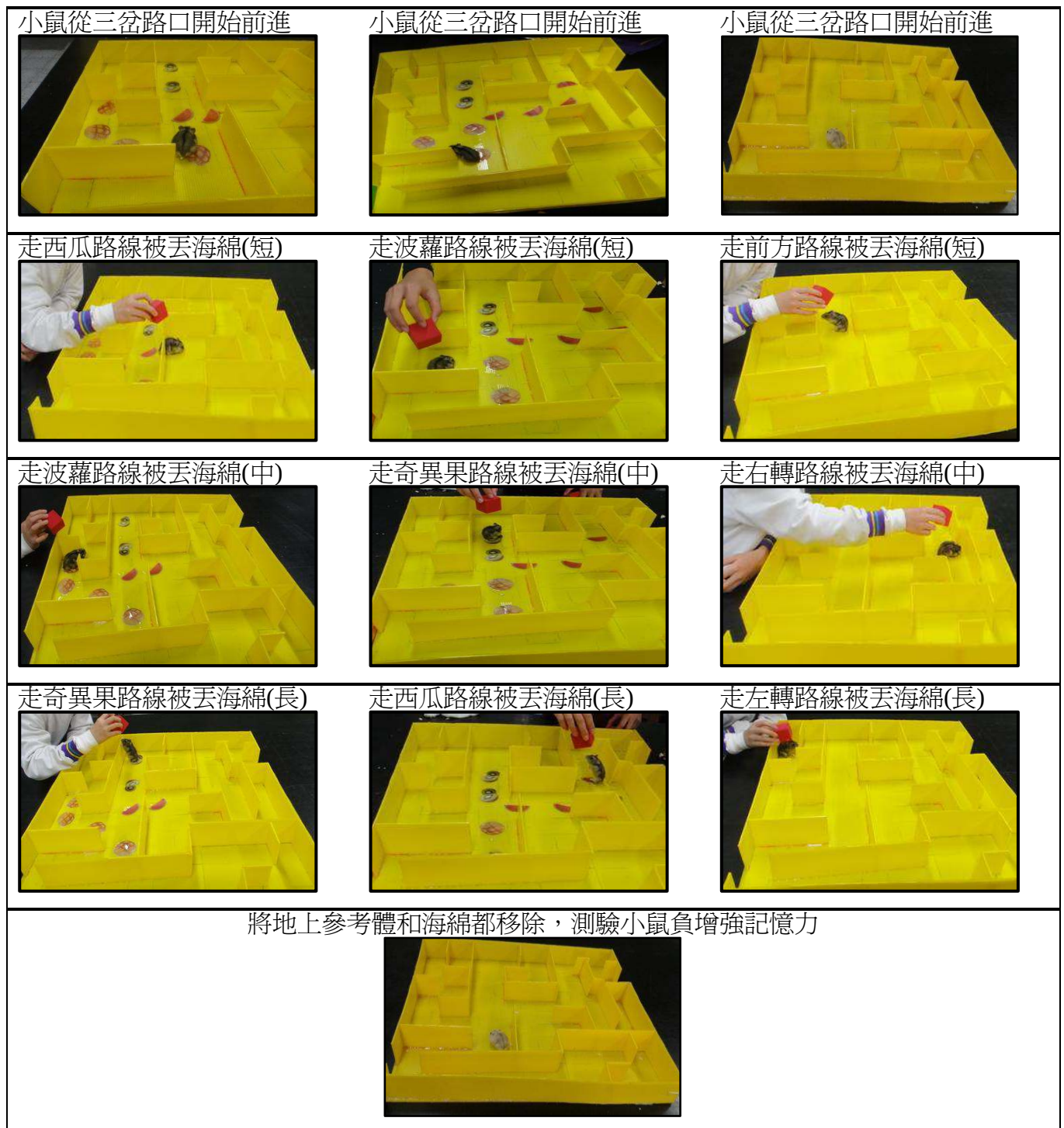
(二)負增強記憶力：移除參考體與海綿後，小鼠避開懲罰路線越多次負增強記憶力越好。

(三)負增強刺激實驗設計：1.將正增強刺激的短、中、長三條葵瓜子路線改為海綿路線，走海綿路線會被懲罰(丟海綿)。2.有D、E、F三種情況，D、E情況，海綿路線貼上波蘿、西瓜、奇異果等參考體，F情況：海綿路線不貼參考體。

(四)負增強刺激實驗：(1)連續5天，每天4次，兩次實驗間隔2分鐘，每次實驗操作1分鐘為限，避開懲罰路線越多次，小鼠負增強學習力越好。(2)學習實驗完成隔天，將參考體與海綿移除，連續4天，每天4次，兩次實驗間隔2分鐘，每次實驗操作1分鐘為限，避開懲罰路線越多次負增強記憶力越好。

(五)負增強刺激實驗依序：D→E→F，避免記憶殘留，兩學習情況實驗間隔一週，3種小鼠各進行三重複實驗，求其學習效果平均值。

迷宮中負增強刺激		
D 情況(海綿路線有參考體)	E 情況(海綿路線有參考體)	F 情況(海綿路線無參考體)
短：西瓜路線。	短：波蘿路線。	短：前方路線。
中：波蘿路線。	中：奇異果路線。	中：右轉路線。
長：奇異果路線。	長：西瓜路線。	長：左轉路線。



三、迷宮中增強刺激對小鼠學習記憶反應影響之實驗結果與分析：

(一)正增強刺激 A 情況，小鼠行走路線平均值與短路線 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-2-1~圖 4-2-6，因正增強學習效率主要是觀察行走短路線次數，所以只呈現短路線 SD 值供參考(詳細記錄見附件二)。

正增強刺激 A 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

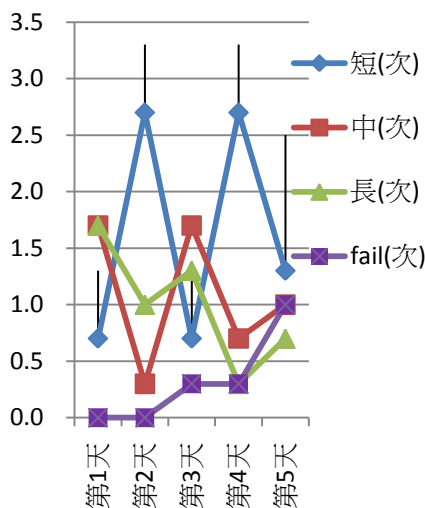


圖4-2-1 三線正增強A平均學習力

三線 A 平均學習效率 0.41
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 8.1 / 20 = 0.41

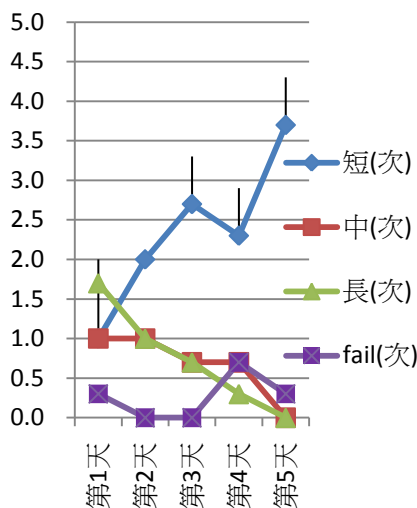


圖4-2-2 布丁正增強A平均學習力

布丁 A 平均學習效率 0.59
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 11.7 / 20 = 0.59

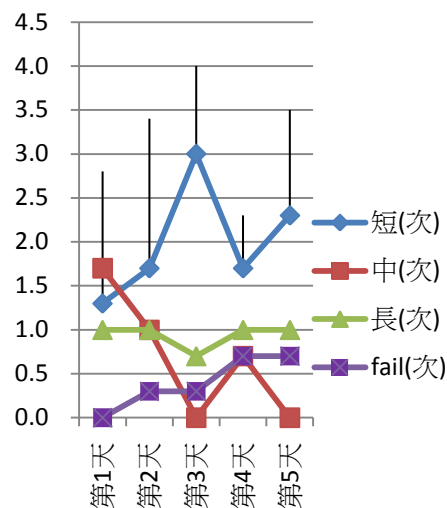


圖4-2-3 銀狐正增強A平均學習力

銀狐 A 平均學習效率 0.50
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 10 / 20 = 0.50

正增強刺激 A 情況：3 種小鼠學習效率總平均 = $(0.41 + 0.59 + 0.50) / 3 = 0.50$

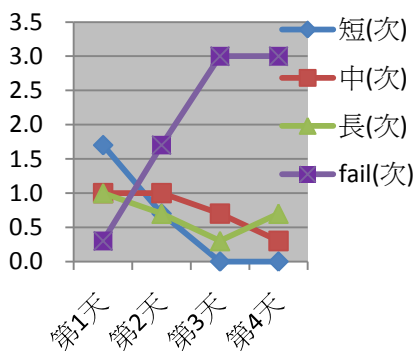


圖4-2-4 三線正增強A平均記憶力

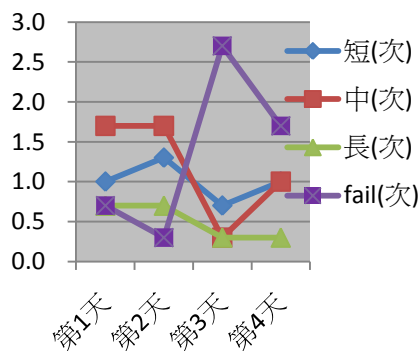


圖4-2-5 布丁正增強A平均記憶力

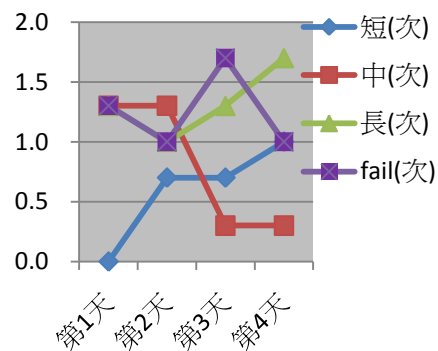


圖4-2-6 銀狐正增強A平均記憶力

(二)正增強刺激 A 情況實驗結果分析：

1. 圖 4-2-1~圖 4-2-6 正增強刺激 A—學習反應：(1)學習力：3 種小鼠第 2 天起走短路吃葵瓜子次數就達最多次了，3 種小鼠 5 天內走短路吃葵瓜子的學習效率總平均為 50%。(2)記憶力：第 1 天起 3 種小鼠走短線次數不再是最多次了，記憶力維持不到 1 天。

(三)正增強刺激 B 情況，小鼠行走路線平均值與短路線 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-2-7~圖 4-2-12，因正增強學習效率主要是觀察行走短路線次數，所以只呈現短路線 SD 值供參考(詳細記錄見附件二)。

正增強刺激 B 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

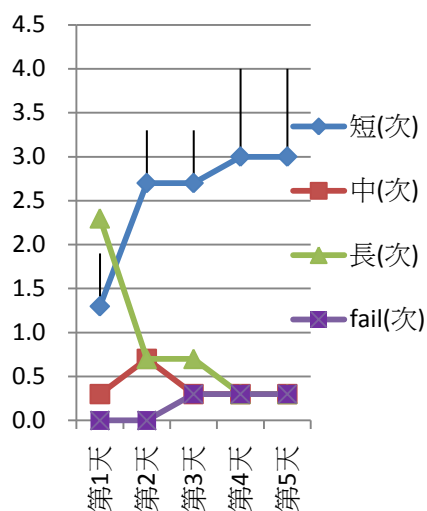


圖4-2-7 三線正增強B平均學習力

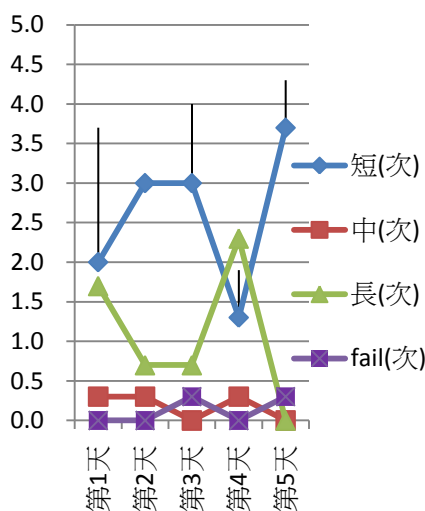


圖4-2-8 布丁正增強B平均學習力

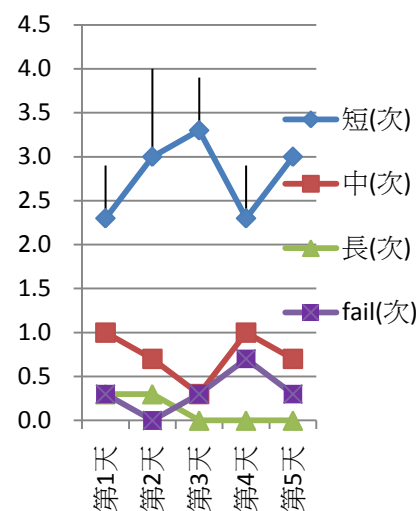


圖4-2-9 銀狐正增強B平均學習力

三線 B 平均學習效率 0.64
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 12.7 / 20 = 0.64

布丁 B 平均學習效率 0.65
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 13.0 / 20 = 0.65

銀狐 B 平均學習效率 0.70
= 短路線總次數 / 行走總次數
= 13.9 / 20 = 0.70

正增強刺激 B 情況：3 種小鼠學習效率總平均 = $(0.64 + 0.65 + 0.70) / 3 = 0.66$

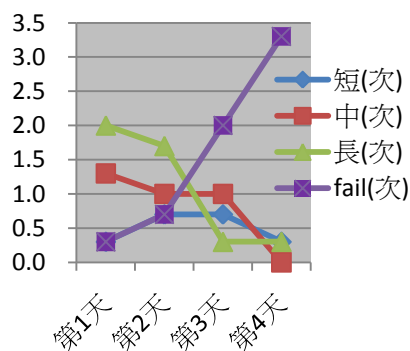


圖4-2-10 三線正增強B平均記憶力

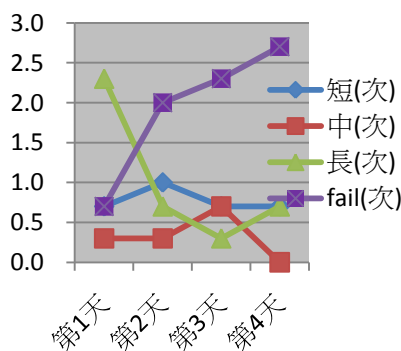


圖4-2-11 布丁正增強B平均記憶力

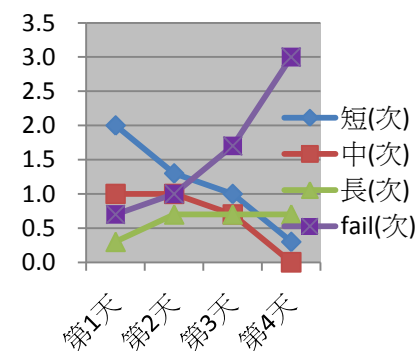


圖4-2-12 銀狐正增強B平均記憶力

(四)正增強刺激 B 情況實驗結果分析：

1.圖 4-2-7~圖 4-2-12 正增強刺激 B—學習反應：(1)學習力：短路線參考體由西瓜改為波蘿，小鼠不受影響，仍第 1、2 天起走短路吃葵瓜子次數就達最多次了，3 種小鼠 5 天內走短路吃葵瓜子的學習效率總平均 66%，優於 A 情況。(2)記憶力：銀狐第 3 天起，其他 2 種小鼠第 1 天起，走短路線次數就不再是最多次了，除了銀狐，記憶力都維持不到 1 天。

(五)正增強刺激 C 情況，小鼠行走路線平均值與短路線 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-2-13~圖 4-2-18，因正增強學習效率主要是觀察行走短路線次數，所以只呈現短路線 SD 值供參考(詳細記錄見附件二)。

正增強刺激 C 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

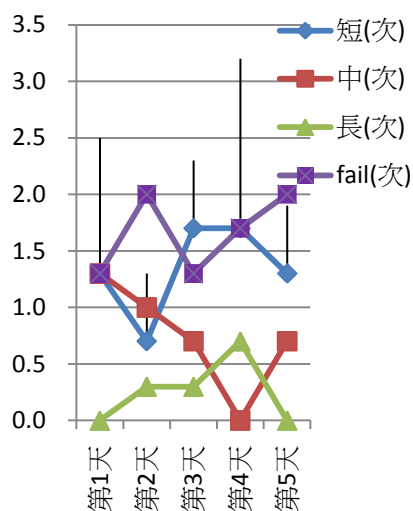


圖4-2-13 三線正增強C平均學習力

三線 C 平均學習效率 0.34
=短路線總次數/行走總次數
=6.7 /20=0.34

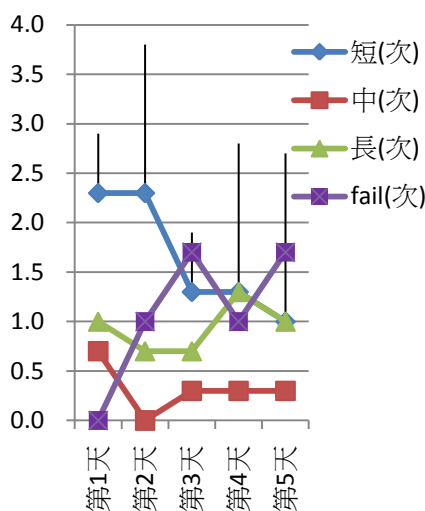


圖4-2-14 布丁正增強C平均學習力

布丁 C 平均學習效率 0.41
=短路線總次數/行走總次數
=8.2/20=0.41

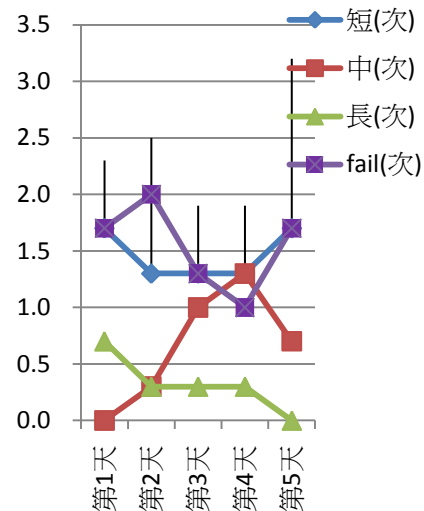


圖4-2-15 銀狐正增強C平均學習力

銀狐 C 平均學習效率 0.37
=短路線總次數/行走總次數
=7.3 /20=0.37

正增強刺激 C 情況：3 種小鼠學習效率總平均=(0.34+0.41+0.37)/3=0.37

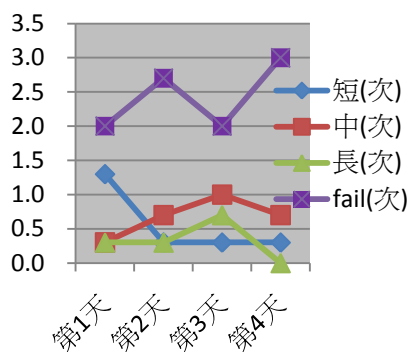


圖4-2-16 三線正增強C平均記憶力

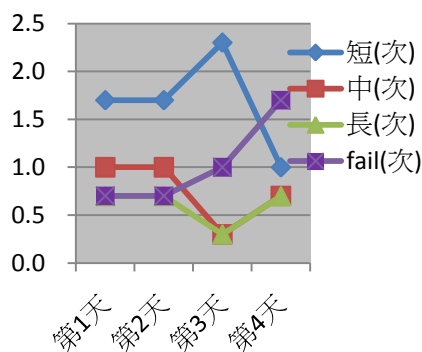


圖4-2-17 布丁正增強C平均記憶力

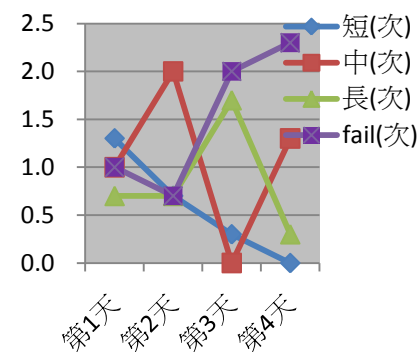


圖4-2-18 銀狐正增強C平均記憶力

(六)正增強刺激 C 情況實驗結果分析：

1.圖 4-2-13~圖 4-2-18 正增強刺激 C—學習反應：(1)學習力：地上沒有參考體時，3 種小鼠第 2 天起陸續出現迷航現象，走短路吃葵花子不再是最多次，3 種小鼠 5 天內走短路吃葵花子的學習效率總平均為 37%，遠低於 AB 情況的 50%和 66%，推論少了參考體會降低正增強學習效率。(2)記憶力：布丁第 4 天，其餘第 1 天起走短路線不再是最多次了，記憶力布丁維持 3 天，其餘約 1 天。

(七)負增強刺激 D 情況，小鼠行走路線平均值與避懲路線 SD 值(黑棒即為 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻)，如圖 4-2-19~圖 4-2-24，因負增強學習效率主要是觀察行走避懲路線次數，所以只呈現避懲路線 SD 值供參考(詳細記錄見附件二)。

負增強刺激 D 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

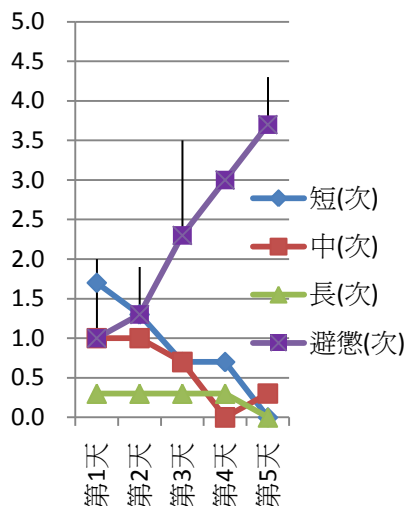


圖4-2-19 三線負增強D平均學習力

三線 D 平均學習效率 0.57
 =避懲總次數/行走總次數
 =11.3 /20=0.57

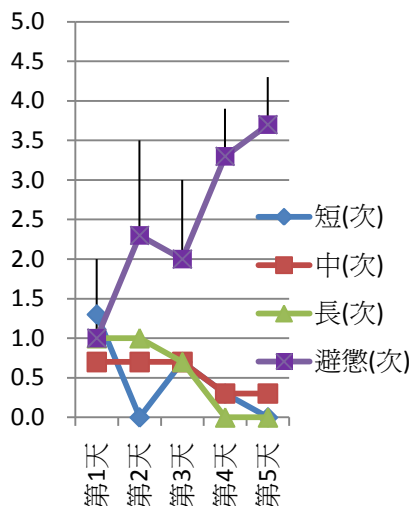


圖4-2-20 布丁負增強D平均學習力

布丁 D 平均學習效率 0.62
 =避懲總次數/行走總次數
 =12.3/20=0.62

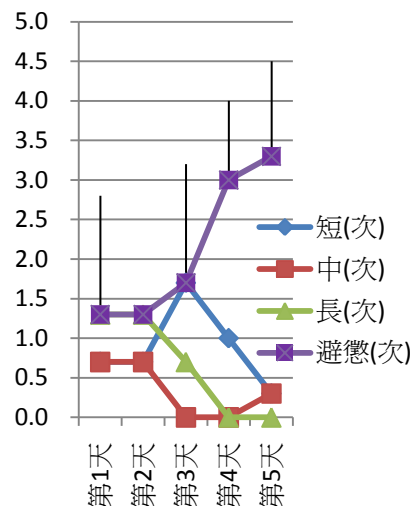


圖4-2-21 銀狐負增強D平均學習力

銀狐 D 平均學習效率 0.53
 =避懲總次數/行走總次數
 =10.6 /20=0.53

負增強刺激 D 情況：3 種小鼠學習效率總平均=(0.57+0.62+0.53)/3=0.57

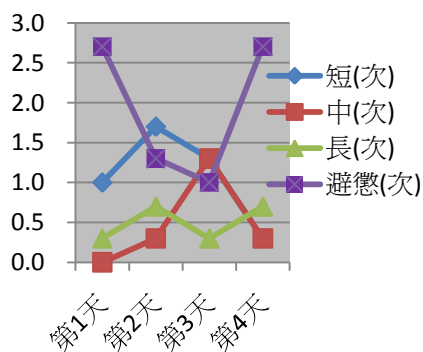


圖4-2-22 三線負增強D平均記憶力

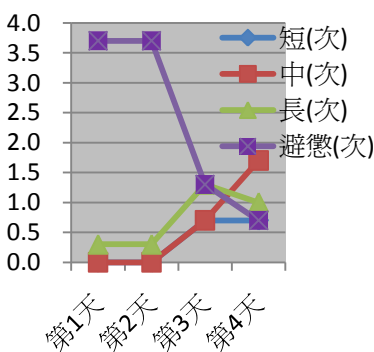


圖4-2-23 布丁負增強D平均記憶力

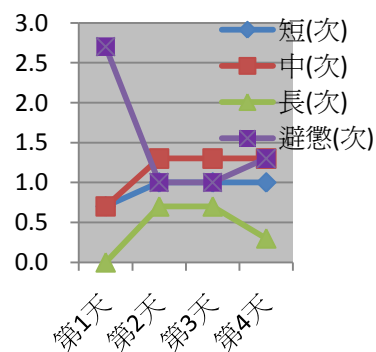


圖4-2-24 銀狐負增強D平均記憶力

(八)負增強刺激 D 情況實驗結果分析：

1.圖 4-2-19~圖 4-2-24 負增強刺激 D—學習反應：(1)學習力：3 種小鼠第 1、2 天起避開懲罰路線就達最多次了，3 種小鼠 5 天內避開懲罰路線的學習效率總平均 57%。(2)記憶力：3 種小鼠第 2、3 天起避開懲罰路線不再是最多次，記憶力維持 1-2 天。

(九)負增強刺激 E 情況，小鼠行走路線平均值與避懲路線 SD 值(黑棒即為 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻)，如圖 4-2-25~圖 4-2-30，因負增強學習效率主要是觀察行走避懲路線次數，所以只呈現避懲路線 SD 值供參考。(詳細記錄見附件二)。

負增強刺激 E 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

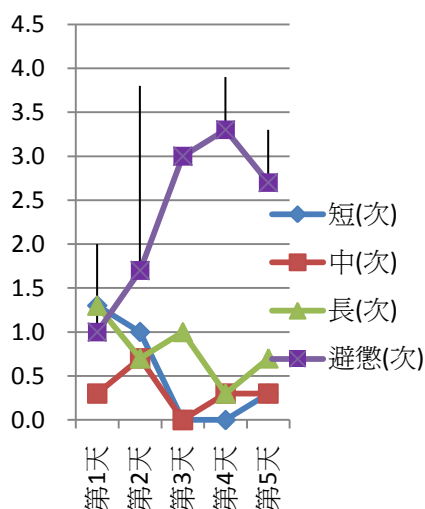


圖4-2-25 三線負增強E平均學習力

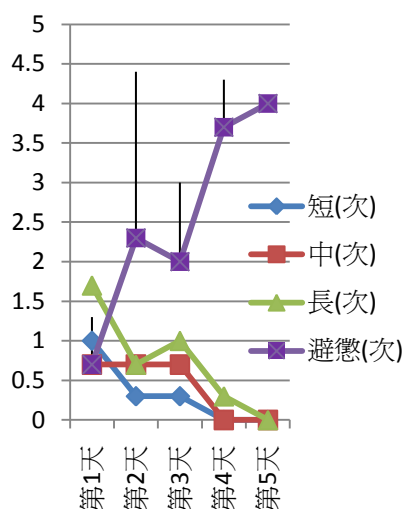


圖4-2-26 布丁負增強E平均學習力

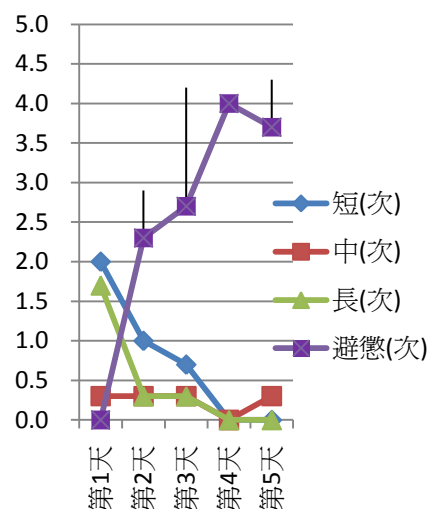


圖4-2-27 銀狐負增強E平均學習力

三線 E 平均學習效率 0.59
=避懲總次數/行走總次數
=11.7/20=0.59

布丁 E 平均學習效率 0.64
=避懲總次數/行走總次數
=12.7/20=0.64

銀狐 E 平均學習效率 0.64
=避懲總次數/行走總次數
=12.7/20=0.64

負增強刺激 E 情況：3 種小鼠學習效率總平均=(0.59+0.64+0.64)/3=0.62

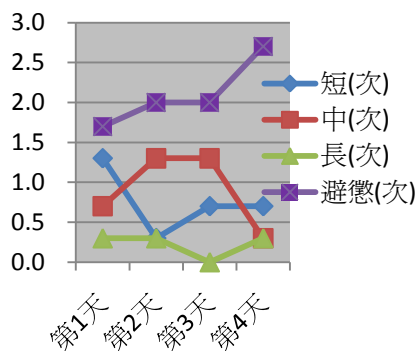


圖4-2-28 三線負增強E平均記憶力

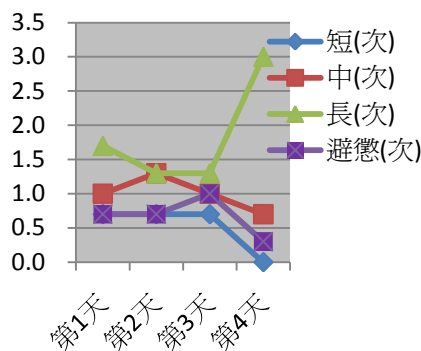


圖4-2-29 布丁負增強E平均記憶力

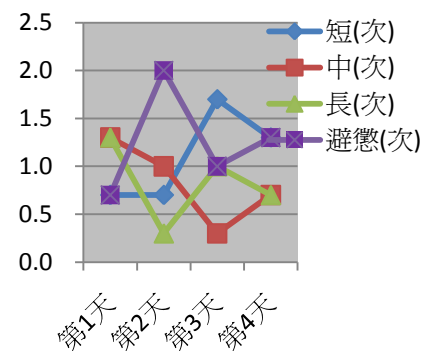


圖4-2-30 銀狐負增強E平均記憶力

(十)負增強刺激 E 情況實驗結果分析：

1.圖 4-2-25~圖 4-2-30 負增強刺激 E—學習反應：(1)學習力：3 種小鼠第 2 天起避開懲罰路線就達最多次，3 種小鼠 5 天內避開懲罰的學習效率總平均 62%，優於 D 情況。(2)記憶力：布丁、銀狐第 1 天起，避開懲罰路線次數不再是最多次，三線到第 4 天，避開懲罰路線仍維持最多次，記憶力布丁銀狐維持不到 1 天，三線維持了 4 天。

(十一)負增強刺激 F 情況，小鼠行走路線平均值與避懲路線 SD 值(黑棒即為 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻)，如圖 4-2-31~圖 4-2-36，因負增強學習效率主要是觀察行走避懲路線次數，所以只呈現避懲路線 SD 值供參考。(詳細記錄見附件二)。

負增強刺激 F 情況：學習力與記憶力行走路線紀錄

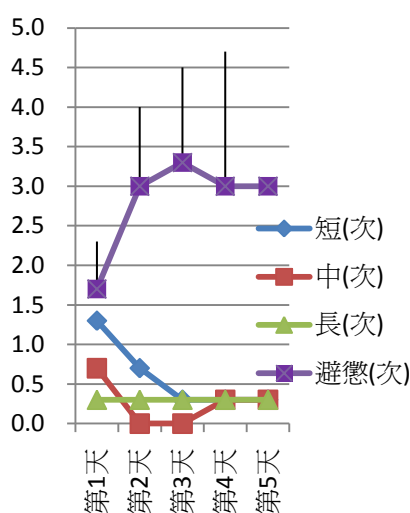


圖4-2-31 三線負增強F平均學習力

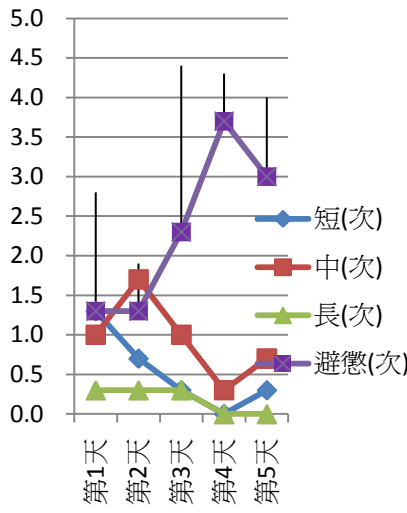


圖4-2-32 布丁負增強F平均學習力

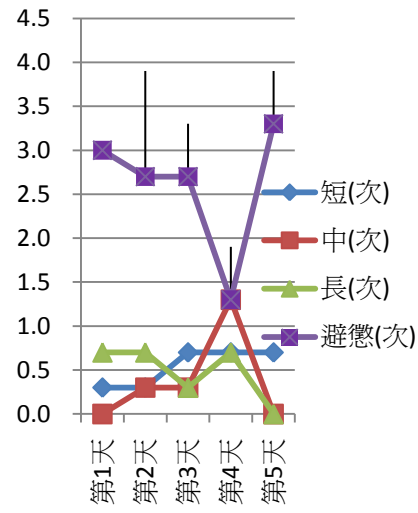


圖4-2-33 銀狐負增強F平均學習力

三線 F 平均學習效率 0.70
=避懲總次數/行走總次數
=14/20=0.70

布丁 F 平均學習效率
=避懲總次數/行走總次數
=11.6/20=0.58

銀狐 F 平均學習效率
=避懲總次數/行走總次數
=13.0/20=0.65

負增強刺激 F 情況：3 種小鼠學習效率總平均=(0.70+0.58+0.65)/3=0.64

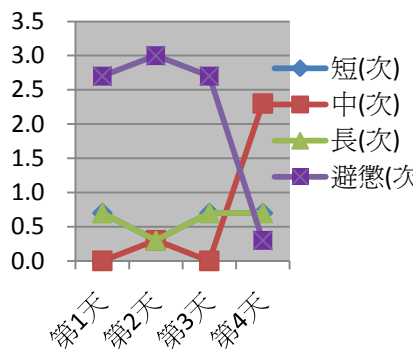


圖4-2-34 三線負增強F平均記憶力

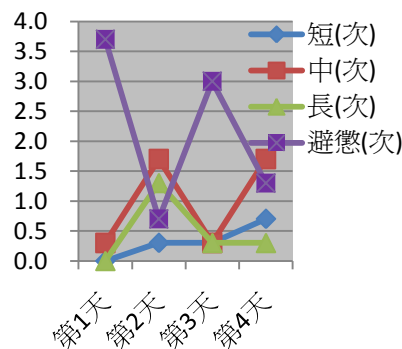


圖4-2-35 布丁負增強F平均記憶力

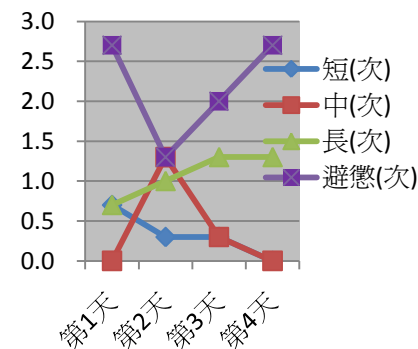


圖4-2-36 銀狐負增強F平均記憶力

(十二)負增強刺激 F 情況實驗結果分析：

1.圖 4-2-31~圖 4-2-36 負增強刺激 F—學習反應：(1)學習力：地上沒有參考體時，小鼠們沒有迷航，3 種小鼠第 1 天起避開懲罰路線就達最多次了，5 天內避開懲罰的學習效率總平均 64%。少了參考體並沒有降低負增強學習效率，三線甚至高達 70%，而且負增強似乎實行越久，學習效率越高。(2)記憶力：3 種小鼠 2-4 天內，避開懲罰路線仍是最多次，記憶力維持 2-4 天。

(十三)增強刺激下，迷宮中小鼠總學習效率如圖 4-2-37~圖 4-2-41(詳細記錄見附件二)

增強刺激總學習效率

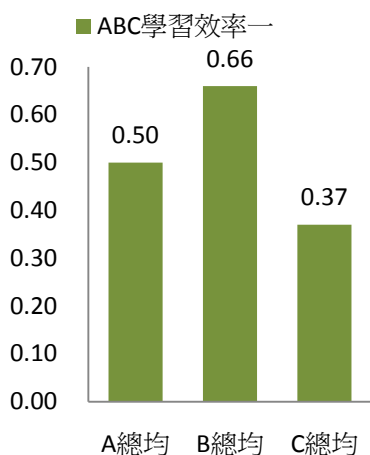


圖4-2-37ABC學習效率一

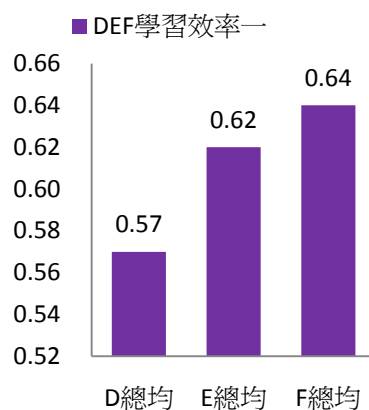


圖4-2-38DEF學習效率一

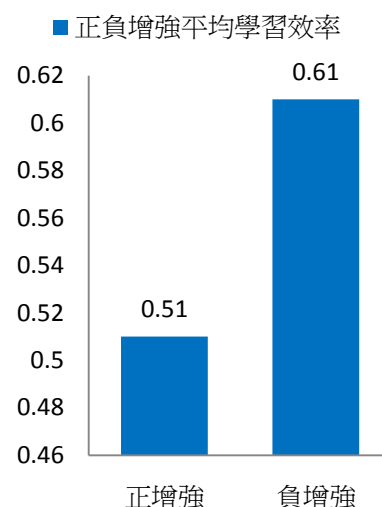


圖4-2-39正負增強平均學習效率

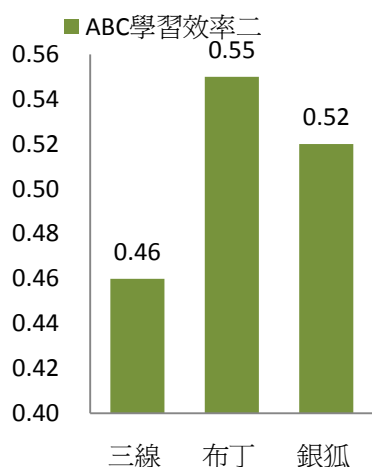


圖4-2-40ABC學習效率二

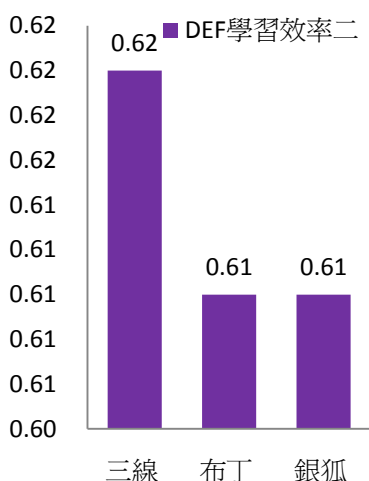


圖4-2-41DEF學習效率二

正增強刺激：ABC 學習情況
負增強刺激：DEF 學習情況

(十四)增強刺激下，迷宮中小鼠總學習效率結果分析：

1.由圖 4-2-39 小鼠學習效率總平均，負增強 61%高於正增強 51%，記憶力：負增強可維持 1~2 天以上，正增強大都不到 1 天，3 種小鼠在負增強(丟海綿)刺激下，學習力或記憶力成效都優於正增強刺激(給葵瓜子)。

2.由圖 4-2-40、圖 4-2-41 發現(1)正增強學習效率布丁 0.55 最好，三線 0.46 最差，負增強學習效率三線 0.62 最好，三線適合負增強學習方式，布丁適合正增強學習方式。(2)正增強小鼠學習效率 0.46-0.55 個別差異 9%，負增強小鼠學習效率 0.62-0.61 個別差異只有 1%。

3.小鼠經過 1-2 天的學習訓練就有不錯的學習效率!但記憶力就不太行了，正增強大都維持不到 1 天，負增強略好些約維持 1-3 天。

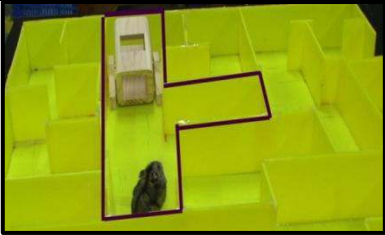
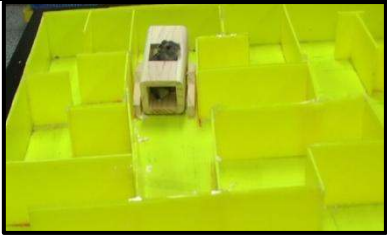
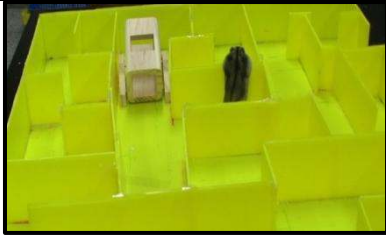
4-3 研究三：迷宮中新奇與危險刺激對小鼠好奇與冒險行為的影響

探究完小鼠脫困、學習記憶反應後，大家決定進一步探究新奇與危險刺激對於小鼠的好奇與冒險反應的影響，討論後選擇翹翹筒測試好奇心，動物對於新奇物品天生具有探究特性(生物探索，2013)，翹翹筒具備新奇條件，應可作為測量好奇心工具，小鼠面對高懸敞開迷宮臂，猶如人面對懸崖峭壁，會心生畏懼(生物探索，2013)，城堡具備高懸敞開條件，應可作為測量冒險心工具，期待這些研究有助於我們更了解小鼠的行為模式。

一、迷宮中新奇刺激對小鼠好奇反應的影響

4-3-1 新奇刺激實驗過程

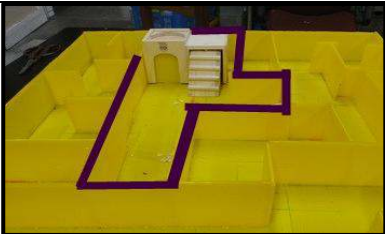
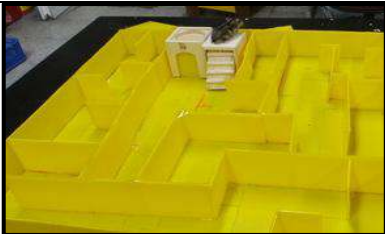
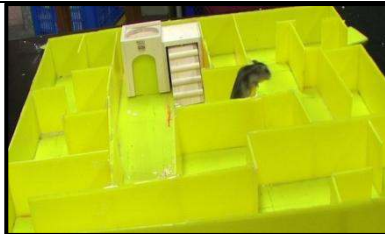
- (一)迷宮圍成T型迷宮，其中一條放置翹翹筒。
- (二)3種小鼠各進行三重複10分鐘新奇刺激實驗，紀錄小鼠爬進翹翹筒次數並求其平均值，越多次好奇心越高。

迷宮中新奇刺激		
	爬進翹翹筒：好奇心高	沒爬進翹翹筒：好奇心低
		

二、迷宮中危險刺激對小鼠冒險反應的影響

4-3-2 危險刺激實驗過程

- (一)迷宮圍成T型迷宮，其中一條放置城堡。
- (二)3種小鼠各進行三重複10分鐘危險刺激實驗，紀錄小鼠爬上城堡次數並求其平均值，越多次冒險心越高。

迷宮中危險刺激		
	爬上城堡頂：冒險心高	沒爬上城堡頂：冒險心低
		

三、迷宮中新奇與危險刺激對小鼠好奇冒險反應之實驗結果：

(一)新奇與危險刺激實驗平均值與 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-3-1~圖 4-3-2(詳細記錄見附件三)

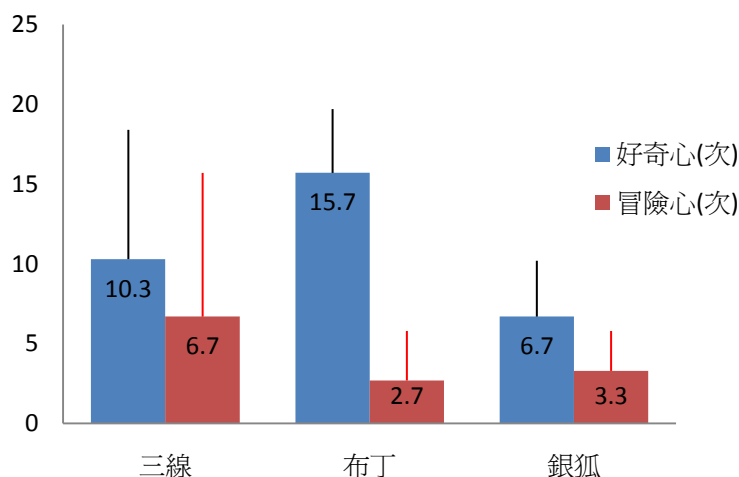


圖4-3-1好奇心與冒險心

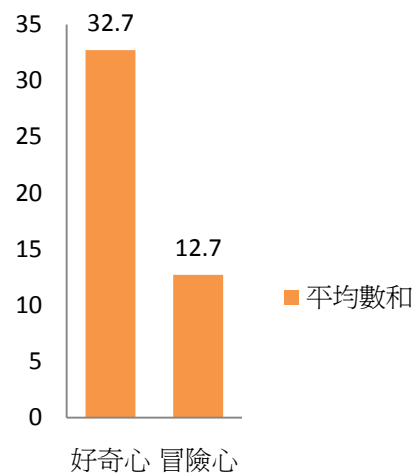


圖4-3-2三鼠好奇心與冒險心
平均數和

(二)新奇與危險刺激實驗結果分析

1.由圖4-3-1、圖4-3-2發現新奇刺激—好奇反應，危險刺激—冒險反應：(1)3種小鼠好奇心強弱依序是布丁、三線、銀狐。(2)3種小鼠冒險心強弱依序是三線、銀狐、布丁。(2)3種小鼠的好奇心平均數和32.7比冒險心平均數和12.7高許多，差距約2.5倍，呼應小鼠對於新奇物品天生具有探究心，對高懸敞開環境心生畏懼。

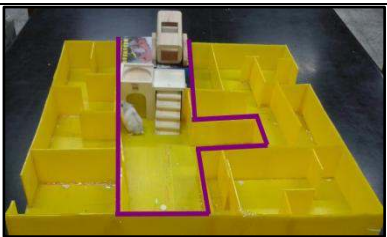
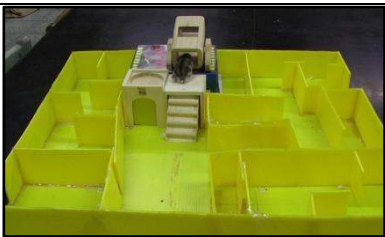
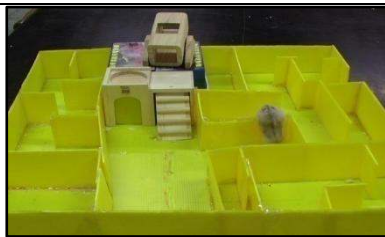
四、迷宮中危險與新奇刺激交互作用對小鼠冒險反應的影響

4-3-3 危險與新奇刺激交互作用實驗過程

小鼠冒險心低，故繼續進行危險與新奇刺激、危險與食物刺激交互作用實驗，希望透過對新奇物品的探究心與食物的喜愛心可以強化冒心。

(一)將迷宮圍成T型迷宮，其中一條放置頂上有翹翹筒的城堡。

(二)3種小鼠各進行三重複10分鐘危險與新奇刺激交互作用實驗，紀錄小鼠爬上有翹翹筒城堡次數並求其平均值，越多次危險與新奇刺激的交互作用越強。

迷宮中危險與新奇刺激交互作用實驗		
爬上有翹翹筒城堡頂： 危險與新奇刺激交互作用強	沒爬上有翹翹筒城堡頂： 危險與新奇刺激交互作用弱	
		

五、迷宮中危險與食物刺激交互作用對小鼠冒險反應的影響

4-3-4 危險與食物刺激交互作用實驗過程

(一)迷宮圍成T型迷宮，其中一條放置頂上有乳酪蛋糕的城堡，乳酪蛋糕擺放於4-3-3實驗過程中翹翹筒位置，以排除視覺角度差異變因。

(二) 3種小鼠各進行三重複10分鐘危險與食物刺激交互作用實驗，紀錄小鼠爬上有食物城堡次數並求其平均值，越多次危險與食物刺激的交互作用越強。

迷宮中危險與食物刺激交互作用實驗		
爬上有食物城堡頂： 危險與食物刺激交互作用強	沒爬上有食物城堡頂： 危險與食物刺激交互作用弱	
		

六、迷宮中危險與新奇刺激，危險與食物刺激交互作用對小鼠冒險反應影響之實驗結果

(一)危險與新奇刺激、危險與食物刺激交互作用實驗平均值與 SD 值，樣本數每種小鼠 3 隻，如圖 4-3-3~圖 4-3-4(詳細記錄見附件三)

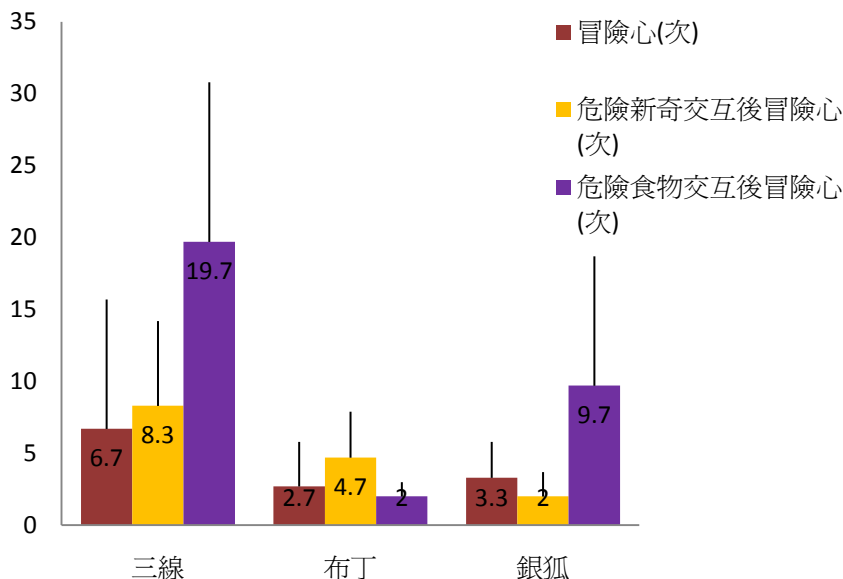


圖4-3-3危險與新奇食物交互之冒險次數(一)

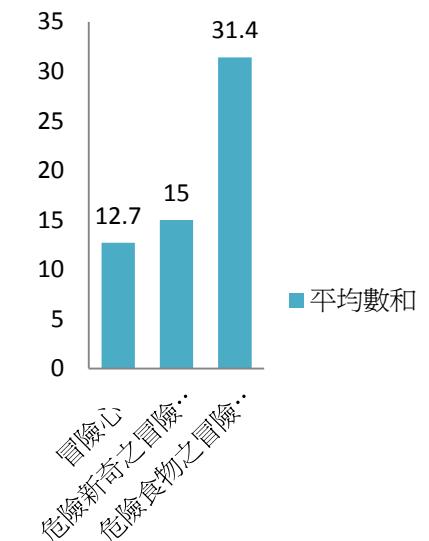


圖5-3-5危險與新奇食物交互之冒險次數(二)

(二)危險與新奇刺激、危險與食物刺激交互作用實驗結果分析

1.由圖 4-3-3~圖 4-3-4 發現(1)危險與新奇刺激交互作用後，3 鼠冒險平均數和由 12.7 提升至 15，上升 2.3 次，好奇心確實能強化冒險心，又以布丁上升 2 次最明顯。(2)危險與食物刺激交互作用後，3 鼠冒險平均數和由 12.7 提升至 31.4，大幅上升了 18.7 次，食物更顯著的強化了冒險心，爲了吃，小鼠冒險意願提高許多，又以三線上升 13 次最顯著，推論小鼠本性好吃。

4-4 研究四：迷宮中陷阱刺激對小鼠同伴行爲的影響

探究完小鼠的脫困、學習記憶、好奇冒險等反應後，我們進一步探究小鼠的同伴行爲，當迷宮中無陷阱、有陷阱時，小鼠的同伴行爲會如何？是鼠性本善或本惡、道德感如何？希望接下來的研究，可以解開大家的疑問。我們將同伴行爲分爲：1.合作：一起脫困迷宮、一起突破陷阱等行爲。2.學習：跟隨、模仿等行爲。3.友善：擁抱、聞氣味、擠在一起等行爲。4.利他：助同伴脫困等行爲。5.自利：追逐、見死不救、獨出迷宮等行爲。6.攻擊：互咬、互抓等行爲。無陷阱時，觀察 5 項行爲(沒有利他)，有陷阱時觀察 6 項行爲。

一、迷宮中無陷阱刺激對小鼠同伴行爲的影響

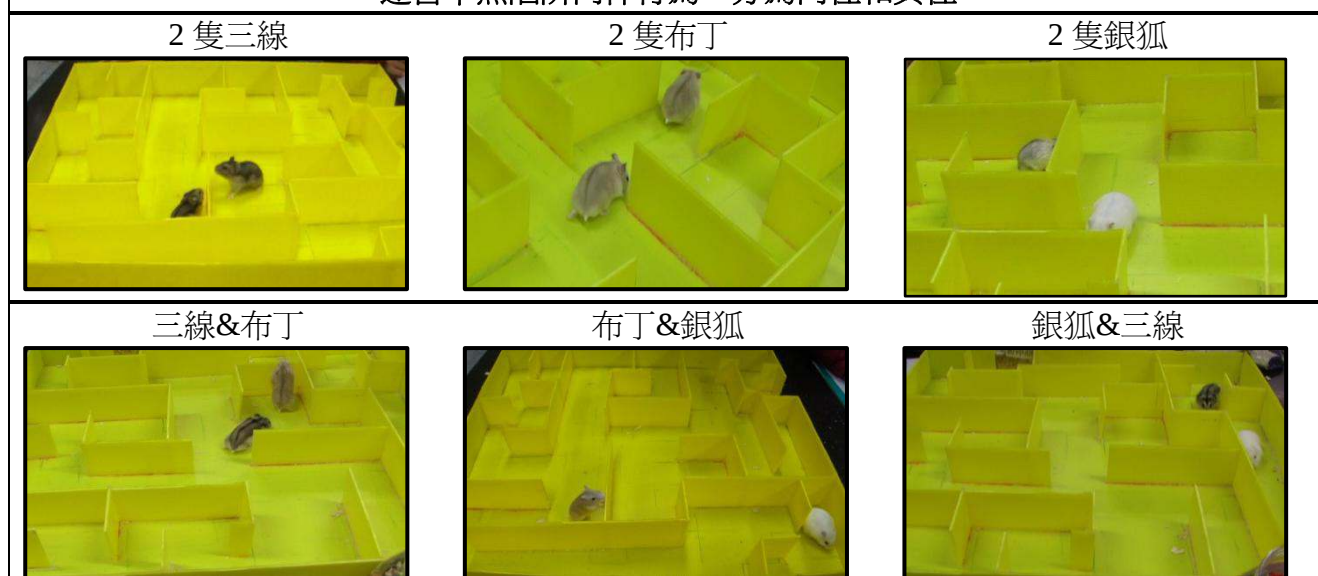
4-4-1無陷阱刺激實驗過程

(一)同種同伴行爲：從3種小鼠樣本中，同種間隨機抽樣2隻進行實驗。

(二)異種同伴行爲：從3種小鼠樣本中，異種間隨機抽樣1隻進行實驗。

(三)迷宮中無陷阱同伴行爲：迷宮中不設陷阱，放入兩隻小鼠，進行10分鐘的同伴行爲實驗，過程錄下，進行質性分析，紀錄合作~攻擊次數。

迷宮中無陷阱同伴行為，分為同種和異種



二、迷宮中無陷阱刺激對小鼠同伴行為影響之實驗結果

(一)無陷阱同伴行為實驗結果，合作~攻擊行為分析如(單位次)圖 4-4-1~圖 4-4-2(詳細記錄見附件四)。

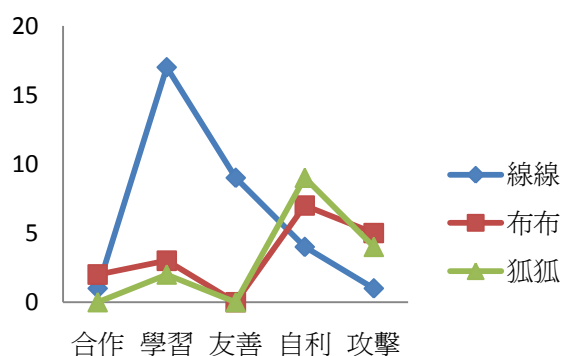


圖4-4-1無陷阱同種同伴行為

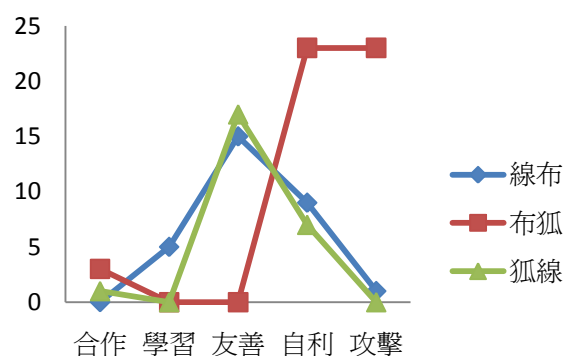


圖4-4-2無陷阱異種同伴行為

(二)無陷阱同伴行為實驗結果分析

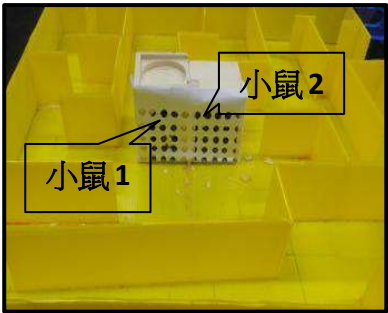
1.由圖 4-4-1、圖 4-4-2 發現無陷阱刺激一同伴行為反應(1)同種間較會互相攻擊，但也較能互相學習，異種間不太會互相攻擊(布丁銀狐除外)，不管同種或異種都是自利多合作少。

2.由同伴行為影片發現(1)三線跟同種、異種都友善少打架，三線最好相處最溫和。(2)布丁最乖戾，跟誰都打架，特別是銀狐布丁，幾乎一見面就打架。(3)異種間，有很多擁抱、聞氣味等友善行為，同種只有三線們有友善行為。(4)2 隻小鼠同在迷宮中，大都獨來獨往，互相避開，不太會一起出迷宮。

三、迷宮中有陷阱刺激對小鼠同伴行為的影響

4-4-2有陷阱刺激實驗過程

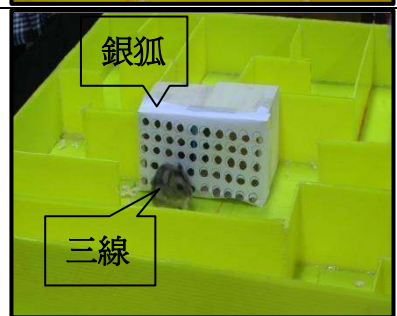
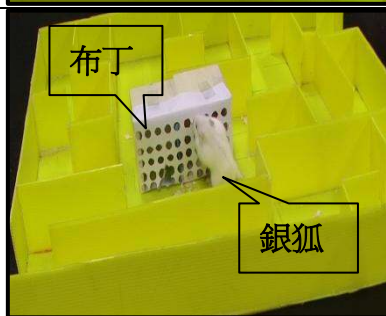
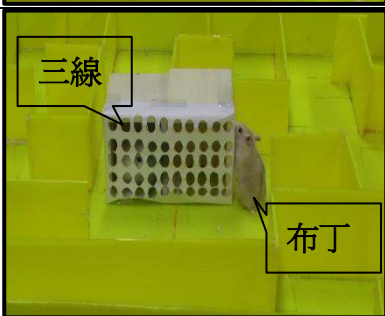
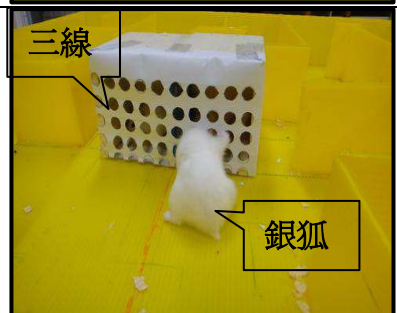
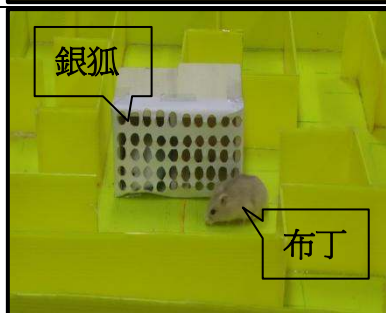
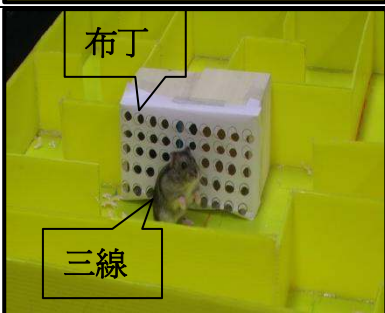
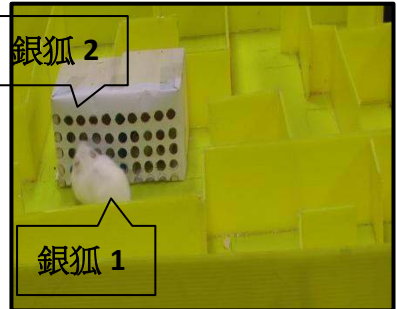
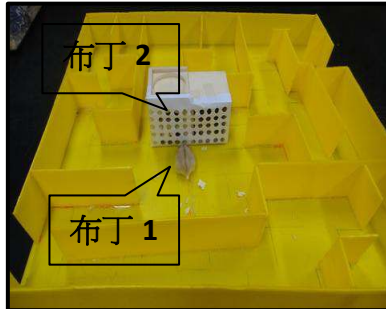
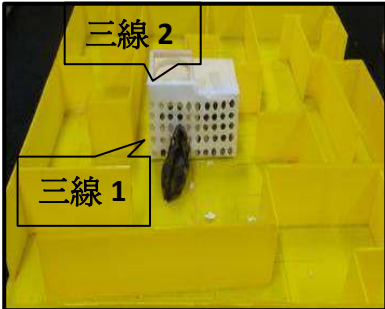
- (一)同種同伴行為：從3種小鼠樣本中，同種間隨機抽樣2隻進行實驗。
- (二)異種同伴行為：從3種小鼠樣本中，異種間隨機抽樣1隻進行實驗。
- (三)迷宮中有陷阱之同伴行為：迷宮中設一個陷阱，進行10分鐘的同伴行為實驗，將過程錄下，進行質性分析，紀錄合作~攻擊次數。
- (四)迷宮中有陷阱之同伴行為分為G、H、I三種情形：G.兩隻小鼠同在陷阱內。H.一隻小鼠陷阱內，一隻小鼠陷阱外。I.一隻小鼠在陷阱內，陷阱另一邊有食物，另一隻小鼠在陷阱外。

有陷阱之迷宮同伴行為 G：2 隻同在陷阱內之同種和異種同伴行為實驗		
2 隻三線	2 隻布丁	2 隻銀狐
		
三線&布丁	布丁&銀狐	銀狐&三線
		
有陷阱之迷宮同伴行為 G 實驗過程：2 隻同在陷阱內之同種和異種同伴行為		
		

有陷阱之迷宮同伴行為 H：一隻陷阱內，一隻陷阱外之同種和異種同伴行為實驗



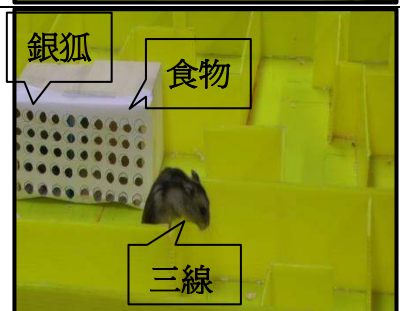
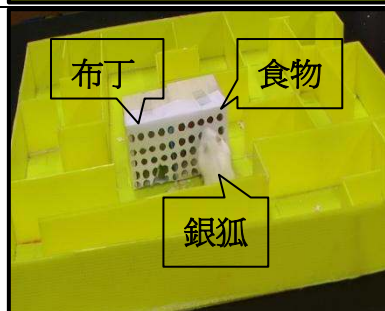
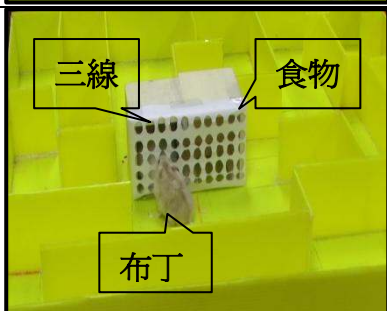
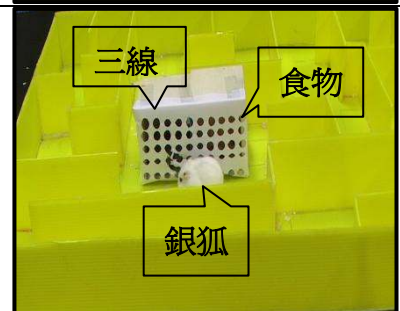
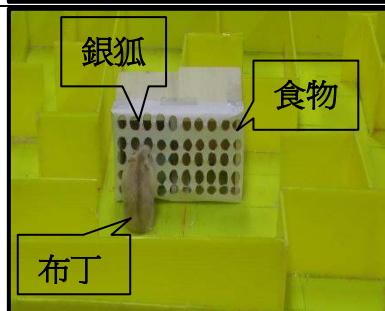
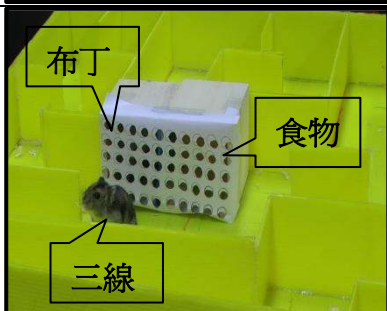
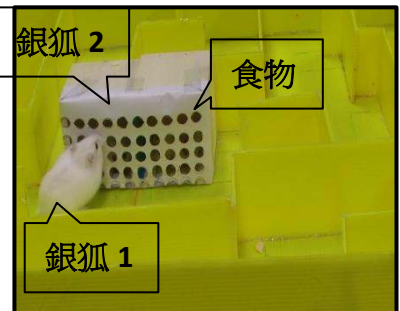
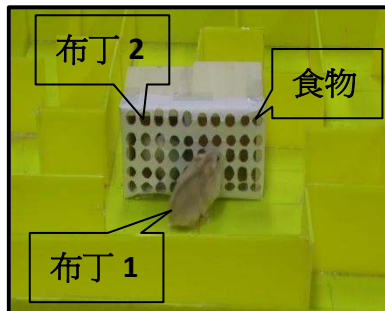
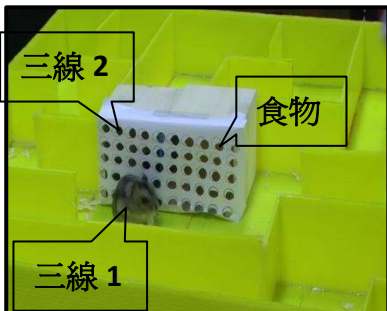
有陷阱之迷宮同伴行為 H 實驗過程：一隻陷阱內，一隻陷阱外之同種和異種同伴行為



有陷阱之迷宮同伴行爲 I：一隻小鼠和食物在陷阱內，一隻陷阱外之同種和異種同伴行爲實驗



有陷阱之迷宮同伴行爲 I 實驗過程：一隻小鼠和食物在陷阱內，一隻陷阱外之同種和異種同伴行爲



四、迷宮中有陷阱刺激對小鼠同伴行爲反應之實驗結果

(一)有陷阱之同伴行爲 G 實驗結果(兩隻小鼠同在陷阱)，合作~攻擊行爲分析如下(單位次數)：圖 4-4-3~圖 4-4-4(詳細記錄見附件四)。

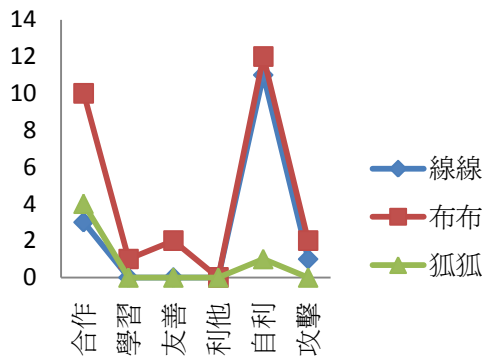


圖4-4-3 同在陷阱同種同伴行爲

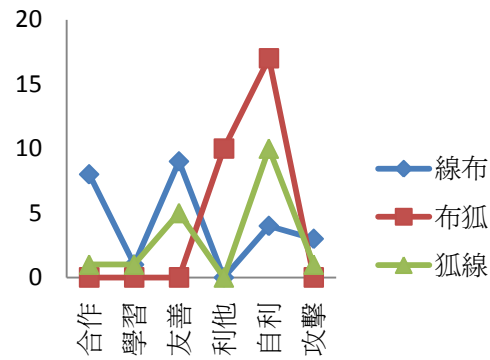


圖4-4-4 同在陷阱異種同伴行爲

(二)有陷阱之同伴行爲G實驗(兩隻小鼠同在陷阱)結果分析

1.由圖4-4-3、圖4-4-4、同伴行爲影片發現兩隻小鼠同在陷阱時(1)同種較會合作突破陷阱，異種較多利他行爲，先逃出陷阱的小鼠會助陷阱內小鼠脫困，但只持續一下子。(2)兩隻同在陷阱時，大都只有積極那隻脫困，僅三線銀狐同在陷阱時，先後都脫離陷阱。(3)同種異種大都自顧自逃出陷阱、不太管陷阱內同伴，異種間的自利和利他行爲都高於同種間。

(三)有陷阱之同伴行爲H實驗結果(一隻小鼠陷阱內，一隻小鼠陷阱外)，合作~攻擊行爲分析如下(單位次數)：圖4-4-5~圖4-4-7(記錄見附件四)。

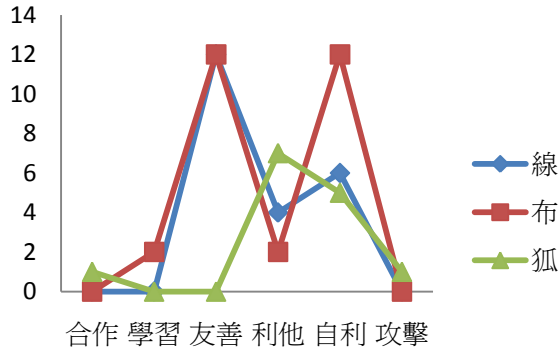


圖4-4-5 三線在陷阱外之同伴行爲(一)

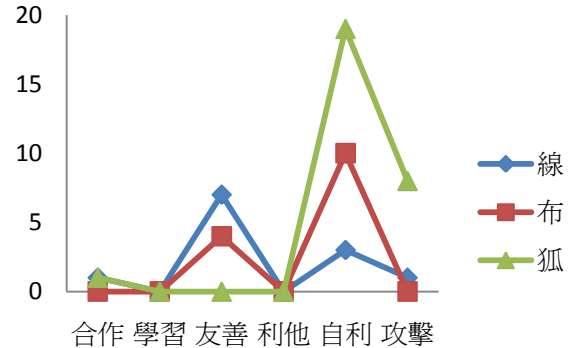


圖4-4-6 布丁在陷阱外之同伴行爲(一)

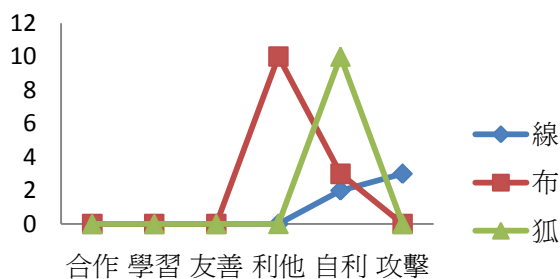


圖4-4-7 銀狐在陷阱外之同伴行爲(一)

(四)有陷阱之同伴行為H實驗(一隻小鼠陷阱內，一隻小鼠陷阱外)結果分析

1.由圖 4-4-5~圖 4-4-7、同伴行為影片發現一隻陷阱內一隻陷阱外時：(1)銀狐三線在陷阱外時，出現多次助同伴脫困的利他行為，只是無法持久。(2)已脫離陷阱或原本陷阱外小鼠，有時會躲進陷阱內，推論避敵或喜歡陷阱陰暗環境。(3)陷阱內小鼠似乎不急著脫離陷阱，破阱時間大都在 4-7 分間，破阱快慢依序是三線、銀狐、布丁，3 種小鼠都有一直待在陷阱內不出來的紀錄，推論陷阱陰暗無刺激環境不會給小鼠危機感。(4)陷阱外小鼠仍是自利的，通常不顧陷阱內小鼠，自顧自的進出迷宮。(5)多了陷阱屏障，小鼠碰頭時間減少，攻擊、合作、學習次數也變少了！

(五)有陷阱之同伴行為I實驗結果(一隻小鼠在陷阱內，陷阱另一邊有食物，另一隻小鼠在陷阱外)，合作~攻擊行為分析如下(單位次數)：圖4-4-8~圖4-4-11(詳細記錄見附件四)。

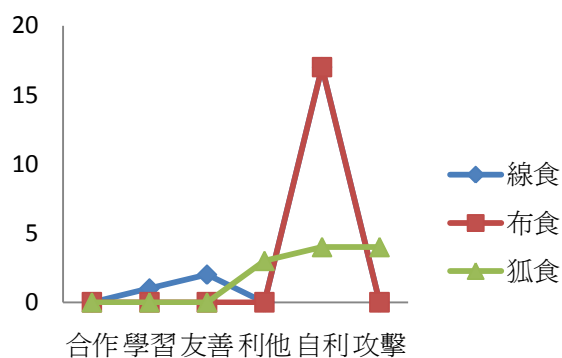


圖4-4-8三線在陷阱外之同伴行為(二)

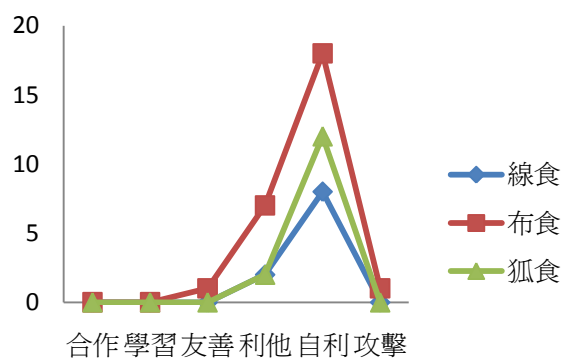


圖4-4-9布丁在陷阱外之同伴行為(二)

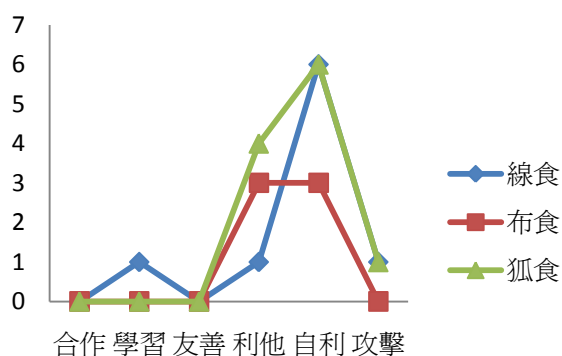


圖4-4-10銀狐在陷阱外之同伴行為(二)

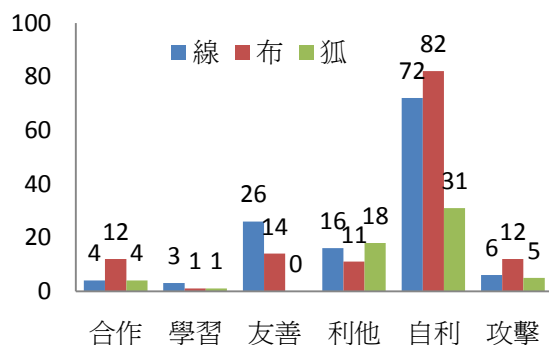


圖4-4-11三鼠有陷阱同伴行為總次數

(六)有陷阱之同伴行為 I 實驗(一隻小鼠在陷阱內，陷阱另一邊有食物，另一隻小鼠在陷阱外)結果分析

1.由圖 4-4-8~圖 4-4-10、同伴行為影片發現一隻陷阱內但陷阱內還有食物，另一隻陷阱外時：(1)3 種小鼠在陷阱外時，都出現助同伴脫困的利他行為，但不持久。(2)陷阱內多了食

物，小鼠似乎很享受食物相伴的陷阱，破阱時間更慢了，大都在 5-9 分間，破阱快慢依序仍是三線、銀狐、布丁，3 種小鼠也都有一直待在陷阱內不出來的紀錄。(3)陷阱內多了食物，陷阱外小鼠更自利了，花更多時間救食物，更不顧陷阱內小鼠。

2.由圖 4-4-11 發現(1)利他行為高至低依序是銀狐、三線、布丁，自利行為高至低依序是布丁、三線、銀狐，3 種小鼠的自利行為都遠遠高過利他行為很多，推論鼠性是自私自利的。

3.由同伴行為影片發現(1)陷阱內一邊小鼠一邊食物時，陷阱外小鼠並沒有出現只救食物不救同伴的行為，而是救食物也救同伴，且救同伴次數多於救食物，三線更是只救同伴不救食物，推論小鼠具道德感。

伍、研究結果

迷宮探究小鼠的脫困、學習記憶、好奇冒險和同伴行為等反應，歸納出小鼠刺激—反應行為模式如下：

一、迷宮中小鼠脫困反應(一)聽覺刺激：迷宮出口有聲音時小鼠脫困迷宮時間變慢了，又以貓聲最明顯，聲音不太能誘惑小鼠脫困迷宮；迷宮內外三點有聲音時，小鼠快速出迷宮，聲音可驅趕小鼠出迷宮。(二)嗅覺刺激：迷宮出口有食物氣味時，可誘惑小鼠脫困迷宮，又以乳酪氣味效果最好；迷宮內外三點有食物氣味，小鼠逗留啃食而減少脫困迷宮次數。(三)視覺刺激：迷宮有隧道時、小鼠往隧道鑽而順利脫困，迷宮內外三點有燈光時，小鼠脫困次數減少，強光影響小鼠視覺降低活動力。(四)3 種小老鼠的感官敏銳，能分辨聲音、食物氣味和明暗差異。

二、迷宮中小鼠的學習與記憶反應(一)正增強學習反應：(1)A、B 情況(地上有參考體)，3 種小鼠，5 天內走短路吃葵瓜子的學習效率 A 情況 50%，B 情況上升為 66%。(2)C 情況(地上沒有參考體)，3 種小鼠第 2 天起陸續出現迷航現象，5 天內走短路線吃葵瓜子的學習效率 37%，少了參考體會降低正增強學習效率。(二)正增強記憶反應：A、B、C 情況記憶力，3 種小鼠記憶力大都維持不到 1 天，只有銀狐布丁曾維持 2-3 天。(三)負增強學習反應：(1)D、E 情況(地上有參考體)，3 種小鼠 5 天內避開懲罰的學習效率 D 情況 57%、E 情況上升為 62%。(2)F 情況(地上沒有參考體)，3 種小鼠都沒有出現迷航現象，仍然第 1 天起避開懲罰次數就達最多次了，5 天內避開懲罰的學習效率 64%，負增強似乎實行越久，學習效率越高。(四)負增強記憶反應：D、E、F 情況，3 種小鼠記憶力大多可維持 2-3 天。(五)小鼠學習效率總平均：負增強 61%高於正增強 51%，記憶力：正增強大都維持不到 1 天，負增強可維持 2-3 天。3 種小鼠在負增強(丟海綿懲罰)情況，學習力或記憶力成效都優於正增強(給葵瓜子)！

三、迷宮中小鼠的好奇與冒險反應(一)好奇心強弱依序是布丁、三線、銀狐；冒險心強弱

依序是三線、銀狐、布丁。(二)小鼠好奇心比冒險心高許多，差距約 2.5 倍。(三)危險與新奇刺激交互作用後，冒險次數上升 2 次，危險與食物刺激交互作用後，冒險次數大幅上升了 18 次，透過新奇物品與食物皆能強化冒險心，但食物更顯著。

四、迷宮中小鼠的同伴行為反應(一)無陷阱時：(1)2 隻小鼠大都獨來獨往，不太會一起出迷宮。(2)同種較會互相攻擊，但也較能互相學習模仿。(3)異種間，有很多擁抱、擠在一起、聞氣味的友善行為。(二)2 隻同在陷阱時：(1)同種間較能合作突破陷阱，異種間利他行為較多，但不持久。(2)大都只有積極那隻順利脫困。(3)同種異種間見死不救的自利行為次數都極高，但異種間更自利。(三)1 隻在陷阱內另 1 隻在陷阱外時：(1)只有布丁無利他行為。(2)陷阱內小鼠似乎不急著脫離陷阱，推論應是喜愛陷阱陰暗環境，破阱時間在 4-7 分間。(3)陷阱外小鼠仍是自利的，通常不顧陷阱內小鼠，自顧自的脫困迷宮。(4)多了陷阱的屏障，小鼠碰頭時間減少，攻擊、合作、學習次數也跟著變少了。(四)1 隻陷阱內但陷阱內還有食物，1 隻陷阱外時：(1)3 種小鼠都出現助同伴脫困陷阱的利他行為，但不持久。(2)陷阱內多了食物，小鼠更不急著脫離陷阱，破阱時間更慢了，在 5-9 分間。(3)陷阱內多了食物，陷阱外小鼠更自利了，花更多時間救食物，更不顧陷阱內小鼠。(五)3 種小鼠利他程度高低依序是銀狐、三線、布丁，自利程度高低依序是布丁、三線、銀狐，自利行為都高過利他行為很多。(六)陷阱外小鼠並沒有只救食物不救同伴的行為，而是救同伴也救食物，且救同伴次數多於救食物，三線更是只救同伴不救食物。

陸、討論

根據本實驗結果和遇到的問題，提出下列討論：

一、小鼠在迷宮出口和內外三點有聲音時，反應並不同，出口有聲音時，小鼠被困在迷宮，內外三點有聲音時，小鼠快速出迷宮，推論聲音不能誘惑小鼠脫困迷宮，但可驅趕小鼠出迷宮；小鼠喜歡往隧道鑽，呼應小鼠喜歡黑暗環境和鑽洞穴特性；內外三點有燈光時，小鼠脫困迷宮次數明顯減少，小鼠是夜行性動物，強光會影響視覺降低活動力(李碧珍，2005)。

二、小鼠經過訓練，學會走短路線吃葵花子，呼應認知學者托爾曼(Tolman)的學習理論「迷宮中有 3 條長度不等的路線可吃食物，小鼠不會一下子走短路線吃食物，幾次經驗後，就學會走短路線吃食物」(中文百科在線，2011)。地上沒有參考體時，正增強刺激時，3 種小鼠出現迷航現象，呼應文獻動物需要參考體協助定位(生物探索，2013)，但負增強刺激下，3 種小鼠未出現迷航現象，推論負增強刺激讓小鼠形成深刻的認知地圖，能記住迷宮的空間位置，在缺乏參考體時，依然能找到正確方位；學習反應負增強優於正增強，推論小鼠較適合懲罰式學習。小鼠記憶力不太行了，正增強約維持 1 天，負增強約維持 2-3 天，食物如果常

更放位置，鼠類應該比較找不到。

三、小鼠冒險心低，透過新奇物品或食物可強化冒險心，好奇心高，對新奇環境探究意願高，呼應文獻動物對新奇環境天生具有探究特性。

四、陷阱實驗，小鼠救食物也救同伴，生物學家 **Frans de Waal** 研究指出：面對欄外重箱子，必須兩隻黑猩猩一起出力拉繩子，才能取得箱上食物，其中一隻黑猩猩即便已飽餐對食物毫無興趣，但在飢餓夥伴邀約下，仍願出力幫忙(**Fanta Chen,2014**)。推論小鼠和黑猩猩一樣，具有「現在我幫你，以後你也會幫我」的利他互惠道德感。

柒、結論

根據本實驗結果，我們歸納下列結論：

一、小鼠感官敏銳，能分辨聲音、食物氣味和明暗差異，聲音可以驅趕小鼠，強光影響小鼠視覺，降低活動力，暗黑環境和食物氣味可誘惑小鼠脫困迷宮。

二、A~F等6種學習情況的短、中、長路線參考體西瓜、波蘿、奇異果互換後圖像顏色改變了，這些差異並不影響學習效率，經過1-2天學習訓練，走短路線吃葵瓜子或避開懲罰路線就達最多次；負增強的學習與記憶成效都優於正增強，個別差異負增強也小於正增強。

三、小鼠好奇心高冒險心低，對新奇環境具探究特性，透過新奇物品或食物可強化冒險心，尤其是食物，鼠性好吃。

四、2隻小鼠同在迷宮時，獨來獨往，不太會一起出迷宮，同種間較多互相攻擊，異種間有較多聞氣味等友善行為，陷阱實驗，救食物也救同伴，且救同伴次數多於救食物，具道德感；有時會躲在陰暗陷阱裡，減少櫃子、箱子等可躲藏物品，應可減少鼠類出沒。

五、未來希望繼續探究小鼠性別差異對於迷宮中的脫困、學習記憶、冒險好奇和同伴行為等反應是否也造成差異，歸納出更多刺激－反應行為模式，運用於日常生活中。

捌、參考資料

第三單元動物的生活(2013)。國小自然與生活科技第六冊。台南：南一出版股份有限公司。

李碧珍(2005)。啮齒類動物。中國醫藥大學研究發展處。

生物探索(2013)。小鼠迷宮實驗技術。2014年10月4日，取自

<http://www.biodiscover.com/topic/technology/90.html>

教育閱讀(2008)。行為主義心理學的學習理論。2014年11月20日，取自

<http://blog.xuite.net/kc6191/study/15805866>

中文百科在線(2011)。托爾曼(E·C·Tolman)符號學習論。2015年3月10日，取自

<http://www.zwbk.org/MyLemmaShow.aspx?zh=zh-tw&lid=127618>

Fanta Chen(2014)。沒錯，猩猩也有道德觀。2015 年 1 月 30 日，取自
http://tedxtaipei.com/2014/09/frans_de_waal_do_animals_have_morals/

【評語】 080313

本作品探討小鼠的刺激－反應行為模式，利用迷宮實驗欲探討小鼠脫困、學習記憶、好奇冒險、同伴行為等反應。小鼠行為模式的探討是個重要的題目，可惜實驗設計在連結小鼠行為和行為解讀結果的科學證據薄弱，主觀性太強，例如小鼠好奇心如何判定。所以無法達到被推薦的標準。