

第十屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA10-213

作品名稱：視重力場對生物智力的影響

姓名：邱彥儒

關鍵字：智力發展、視重力場、廣義相對論

目錄

摘要.....	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、研究設備及器材.....	2
肆、研究過程或方法.....	2
伍、研究結果.....	4
陸、結論.....	19
柒、討論.....	22
捌、參考文獻.....	22

摘要

本實驗旨在研究生物(以白老鼠為實驗標的物)處於不同的視重力場中，探討其表現出來的適應、記憶、及其學習能力有何改變。

依據愛因斯坦的廣義相對論，加速度和重力場是等效的(見科學圖書大庫-費因曼物理學第二部下)，建立一個「水平的圓形轉盤」，用不同的半徑營造出不同但穩定的加速度環境(有如不同但穩定的重力場環境)。將老鼠放置於4種不同半徑的位置上，經一段時日成長之後，再以老鼠完成迷宮測試所需的時間，將智力表現數據化。

再製做一個「垂直的轉盤裝置」，營造出一個不穩定的重力場環境，以延伸探討穩定和不穩定重力場之比較。

壹、研究動機

很多人說孕婦最好不要開車，因為怕對嬰兒產生不良的影響，如果孕婦長時間開車，因為開車會產生壓力，還是因為車子所產生的加速改變視重力場，進而影響嬰兒智商呢？

假如人類想要遷移到別個星球，則必須探討不同的重力場，對人類的智力發展和學習能力之影響，以及生物長期處於無重力的太空梭中，其智力發展會不會有所改變？這些疑問讓我們產生很大的興趣。並試著從實驗中討論出一些結果與方向。

很多人喜歡坐雲霄飛車，雲霄飛車是一個不穩定的重力場環境，在短時間的重力場劇烈變化，是否也對智力產生不良的影響呢？故我們以老鼠為實驗對象，設計一個有關視重力場的實驗，並以迷宮測試不同視重力場對老鼠的智力發展所產生的影響。

貳、研究目的

一、觀察老鼠在穩定的重力場中成長，重力場的大小和作用時間對智力發展的影響。

(一)探討相同的經歷時間，不同的重力場之實驗結果。

(二)探討相同的重力場，不同的經歷時間之實驗結果。

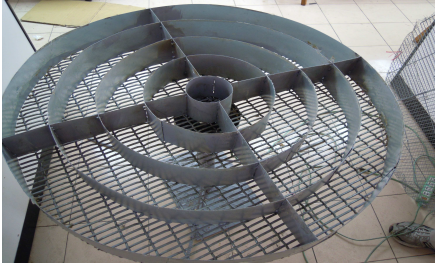
二、觀察老鼠在不穩定的重力場中成長，對智力發展的影響。

參、研究設備及器材

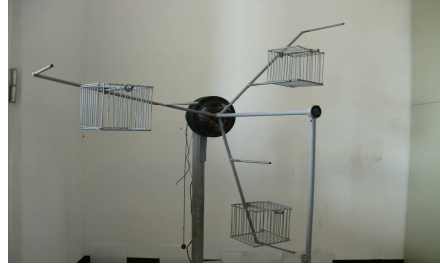
- 一、剛斷乳的3週齡幼鼠、食物(老鼠飼料、水)、飼養箱、飼料盒 二、自製迷宮



- 三、水平的轉動圓盤(穩定的視重力場)



- 四、垂直的轉動圓盤(不穩定的視重力場)



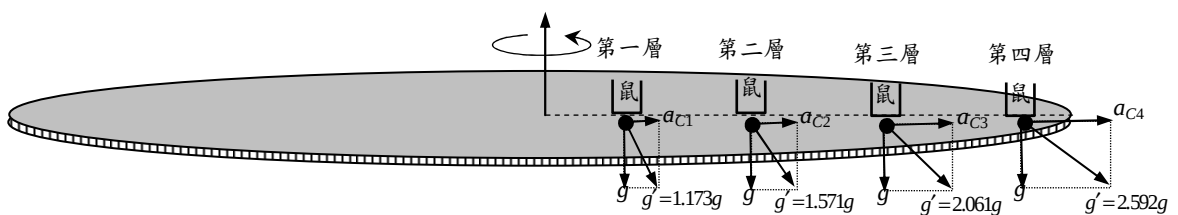
肆、研究過程或方法

實驗一、建立對照組

- 一、初步觀察在 $1g$ 的正常環境成長下的老鼠(4 隻)完成迷宮測試的情形。
- (一)、分別讓每隻老鼠做短暫隔離，只給水不給食物使牠挨餓 1 天。
- (二)、依序讓每隻老鼠放入自製之迷宮中，並在出口處放置飼料(作為老鼠尋找出口之誘因)，測量其走出的時間，重複操作三次並記錄其數據以當做對照組。

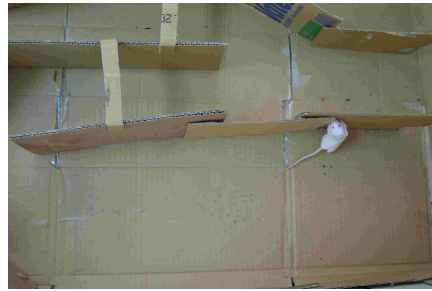
實驗二、相同的成長時間、不同的視重力場的實驗

- 一、和對照組有相同的成長環境之下(相同的食物和水)，將老鼠分別置於旋轉盤的一、二、三、四層(不同的穩定視重力場)。
- (一)取其中 4 隻幼鼠置於圓盤的第一層，測得其視重力場強度為 $g' = 1.173g$
- (二)另取 4 隻幼鼠置於圓盤的第二層，測得其視重力場強度為 $g' = 1.571g$
- (三)另取 4 隻幼鼠置於圓盤裝置的第三層，測得其視重力場強度為 $g' = 2.061g$
- (四)另取 4 隻幼鼠置於圓盤裝置的第四層，測得其視重力場強度為 $g' = 2.592g$



二、使水平的圓盤旋轉 7 天。

三、將轉完的 16 隻老鼠禁食 1 天以後，先給予消除暈眩的恢復期，再個別進行如同對照組的迷宮測試，測量其走出的時間，重複操作三次。



實驗三、相同視重力場、不同的時間的實驗

一、將老鼠置回原生長環境，再旋轉 7 天(經 14 天)，重複實驗二的步驟三。

二、將老鼠置回原生長環境，再旋轉 7 天(經 21 天)，重複實驗二的步驟三。



實驗四、不穩定視重力場實驗(延伸討論)

一、和對照組有相同的成長環境之下(相同的食物和水)，將老鼠分別置於垂直的旋轉盤的一、二層(不同的不穩定視重力場)，內附海綿(做為緩衝裝置，使牠們不會受傷)。

(一)取其中 3 隻幼鼠置於垂直裝置的第一層，測得其視重力場強度 g' 約介於

$$0.221g \sim 1.778g$$

(二)另取其中 3 隻幼鼠置於垂直裝置的第二層，測得其視重力場強度 g' 約介於

$$0.456g \sim 1.543g。$$

二、使垂直的圓盤旋轉 7 天。

三、將轉完的 6 隻老鼠禁食 1 天以後，先給予消除暈眩的恢復期，再個別進行如同對照組的迷宮測試，測量其走出的時間，重複操作三次。

四、將老鼠置回原生長環境，再旋轉 7 天(共 14 天)，重複步驟三。

伍、研究結果

實驗一、二、三：水平轉動一週後對於老鼠智力影響

將轉完的 16 隻老鼠禁食 1 天後，個別進行走迷宮之測試，將其放入自製之迷宮中，並在出口處放置飼料(作為老鼠尋找出口之誘因)，測量其走出的時間，重複操作三次。

經 7 天，各個穩定重力場的實驗：

經 7 天	$g' = 1g$	$g' = 1g$	$g' = 1g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
對照組老鼠 0-1	248(s)	120(s)	110(s)
對照組老鼠 0-2	387(s)	112(s)	29(s)
對照組老鼠 0-3	116(s)	114(s)	110(s)
對照組老鼠 0-4	111(s)	32(s)	94(s)
平均(去除極端值)	94.8(s)		

表一：經 7 天，對照組老鼠走出迷宮的時間

經 7 天	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第一層老鼠 1-1	225(s)	224.8(s)	95(s)
第一層老鼠 1-2	294(s)	153(s)	47(s)
第一層老鼠 1-3	278(s)	148(s)	47(s)
第一層老鼠 1-4	112(s)	85(s)	37(s)
平均(去除極端值)	119.7(s)		

表二：經 7 天，第一層老鼠走出迷宮的時間

經 7 天	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第二層老鼠 2-1	328(s)	61(s)	25(s)
第二層老鼠 2-2	238(s)	75(s)	27(s)
第二層老鼠 2-3	163(s)	25(s)	30(s)
第二層老鼠 2-4	109(s)	27(s)	11(s)
平均(去除極端值)	55.3 (s)		

表三：經 7 天，第二層老鼠走出迷宮的時間

經 7 天	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第三層老鼠 3-1	306(s)	125(s)	63(s)
第三層老鼠 3-2	198(s)	116(s)	98(s)
第三層老鼠 3-3	163(s)	91(s)	82(s)
第三層老鼠 3-4	81(s)	125(s)	48(s)
平均(去除極端值)	99.2(s)		

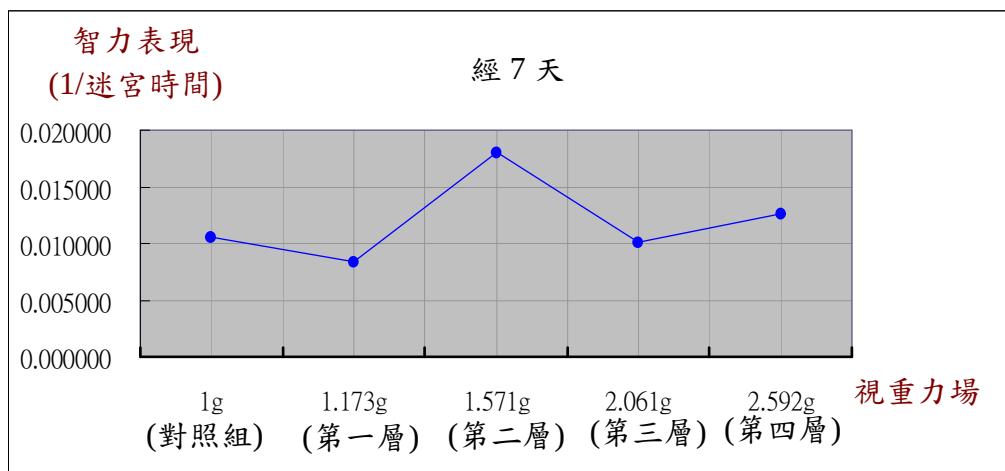
表四：經 7 天，第三層老鼠走出迷宮的時間

經 7 天	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第四層老鼠 4-1	330(s)	74(s)	48(s)
第四層老鼠 4-2	193(s)	85(s)	56(s)
第四層老鼠 4-3	125(s)	98(s)	81(s)
第四層老鼠 4-4	38(s)	146(s)	38(s)
平均(去除極端值)	78.9(s)		

表五：經 7 天，第四層老鼠走出迷宮的時間

經 7 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現：

視重力場	1g(對照組)	1.173g(第一層)	1.571g(第二層)	2.061g(第三層)	2.592g(第四層)
迷宮時間	94.8(s)	119.7(s)	55.3(s)	99.2(s)	78.9(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.010549(1/s)	0.008354(1/s)	0.018083(1/s)	0.010081(1/s)	0.012674(1/s)



圖一、經 7 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現

經 14 天，各個穩定重力場的實驗：

經 14 天	$g' = 1g$	$g' = 1g$	$g' = 1g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
對照組老鼠 0-1	381(s)	48(s)	133(s)
對照組老鼠 0-2	243(s)	66(s)	29(s)
對照組老鼠 0-3	92(s)	65(s)	66(s)
對照組老鼠 0-4	74(s)	73(s)	20(s)
平均(去除極端值)	66.6(s)		

表六：經 14 天，對照組老鼠走出迷宮的時間

經 14 天	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第一層老鼠 1-1	138(s)	179(s)	121(s)
第一層老鼠 1-2	182(s)	54(s)	31(s)
第一層老鼠 1-3	182(s)	108(s)	57(s)
第一層老鼠 1-4	122(s)	17(s)	25(s)
平均(去除極端值)	101.7(s)		

表七：經 14 天，第一層老鼠走出迷宮的時間

經 14 天	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第二層老鼠 2-1	121(s)	105(s)	72(s)
第二層老鼠 2-2	46(s)	169(s)	41(s)
第二層老鼠 2-3	92(s)	77(s)	38(s)
第二層老鼠 2-4	125(s)	28(s)	21(s)
平均(去除極端值)	69.6(s)		

表八：經 14 天，第二層老鼠走出迷宮的時間

經 14 天	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第三層老鼠 3-1	186(s)	252(s)	24(s)
第三層老鼠 3-2	119(s)	79(s)	69(s)
第三層老鼠 3-3	211(s)	64(s)	24(s)
第三層老鼠 3-4	71(s)	32(s)	17(s)
平均(去除極端值)	68.5(s)		

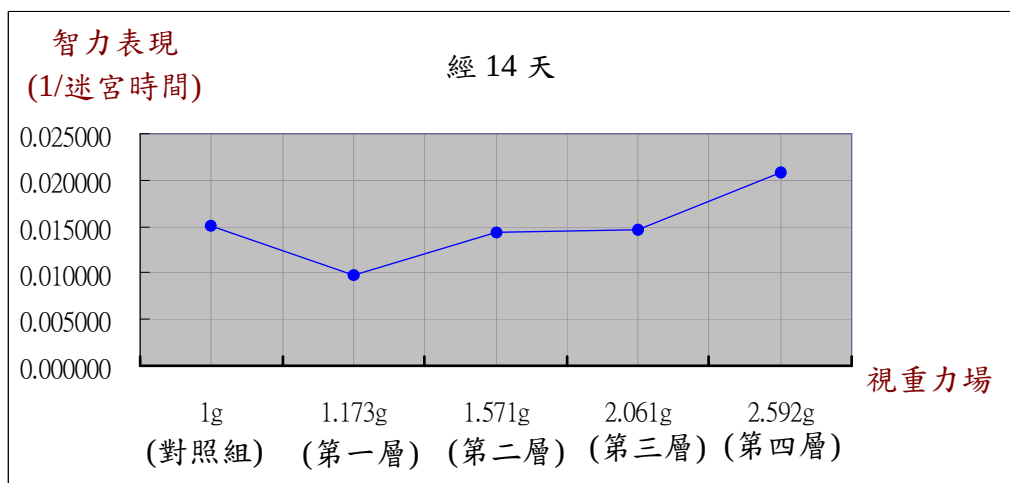
表九：經 14 天，第三層老鼠走出迷宮的時間

經 14 天	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第四層老鼠 4-1	207(s)	4(s)	13(s)
第四層老鼠 4-2	177(s)	79(s)	51(s)
第四層老鼠 4-3	107(s)	55(s)	30(s)
第四層老鼠 4-4	57(s)	45(s)	42(s)
平均(去除極端值)	48.1(s)		

表十：經 14 天，第四層老鼠走出迷宮的時間

經 14 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現：

視重力場	1g(對照組)	1.173g(第一層)	1.571g(第二層)	2.061g(第三層)	2.592g(第四層)
迷宮時間	66.6(s)	101.7(s)	69.6(s)	68.5(s)	48.1(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.015015(1/s)	0.009833(1/s)	0.014368(1/s)	0.014599(1/s)	0.02079(1/s)



圖二、經 14 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現

經 21 天，各個穩定重力場的實驗：

經 21 天	$g' = 1g$	$g' = 1g$	$g' = 1g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
對照組老鼠 0-1	147(s)	139(s)	95(s)
對照組老鼠 0-2	207(s)	57(s)	76(s)
對照組老鼠 0-3	215(s)	149(s)	43(s)
對照組老鼠 0-4	172(s)	117(s)	39(s)
平均(去除極端值)	120.2(s)		

表十一：經 21 天，對照組老鼠走出迷宮的時間

經 21 天	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$	$g' = 1.173g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第一層老鼠 1-1	187(s)	163(s)	86(s)
第一層老鼠 1-2	193(s)	99(s)	160(s)
第一層老鼠 1-3	165(s)	105(s)	94(s)
第一層老鼠 1-4	92(s)	241(s)	34(s)
平均(去除極端值)	134.2(s)		

表十二：經 21 天，第一層老鼠走出迷宮的時間

經 21 天	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$	$g' = 1.571g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第二層老鼠 2-1	200(s)	89(s)	34(s)
第二層老鼠 2-2	126(s)	95(s)	22(s)
第二層老鼠 2-3	57(s)	77(s)	50(s)
第二層老鼠 2-4	316(s)	121(s)	220(s)
平均(去除極端值)	95.5(s)		

表十三：經 21 天，第二層老鼠走出迷宮的時間

經 21 天	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$	$g' = 2.061g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第三層老鼠 3-1	238(s)	120(s)	78(s)
第三層老鼠 3-2	247(s)	80(s)	77(s)
第三層老鼠 3-3	126(s)	132(s)	39(s)
第三層老鼠 3-4	75(s)	48(s)	31(s)
平均(去除極端值)	80.8(s)		

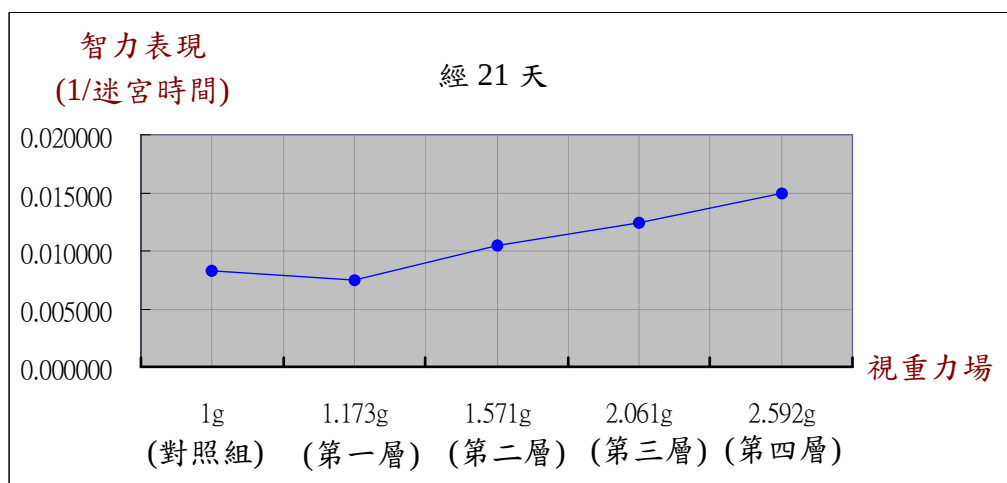
表十四：經 21 天，第三層老鼠走出迷宮的時間

經 21 天	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$	$g' = 2.592g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
第四層老鼠 4-1	218(s)	141(s)	56(s)
第四層老鼠 4-2	169(s)	87(s)	50(s)
第四層老鼠 4-3	120(s)	37(s)	32(s)
第四層老鼠 4-4	63(s)	63(s)	22(s)
平均(去除極端值)	67.1(s)		

表十五：經 21 天，第四層老鼠走出迷宮的時間

經 21 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現：

視重力場	1g(對照組)	1.173g(第一層)	1.571g(第二層)	2.061g(第三層)	2.592g(第四層)
迷宮時間	120.2(s)	134.2(s)	95.5(s)	80.8(s)	67.1(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.008319(1/s)	0.007452(1/s)	0.010471(1/s)	0.012376(1/s)	0.014903(1/s)



圖三、經 21 天，各個穩定重力場的老鼠之智力表現

實驗四、不穩定視重力場經 7 天的實驗：

經 7 天	$g' = 1g$	$g' = 1g$	$g' = 1g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
對照組老鼠 0-1	248(s)	120(s)	110(s)
對照組老鼠 0-2	387(s)	112(s)	29(s)
對照組老鼠 0-3	116(s)	114(s)	110(s)
對照組老鼠 0-4	111(s)	32(s)	94(s)
平均(去除極端值)	94.8(s)		

表十六：經 7 天，重力場為 $1g$ 的老鼠走出迷宮的時間

經 7 天			
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
老鼠 5-1	338(s)	107(s)	73(s)
老鼠 5-2	172(s)	176(s)	23(s)
老鼠 5-3	333(s)	79(s)	63(s)
平均(去除極端值)	128.3(s)		

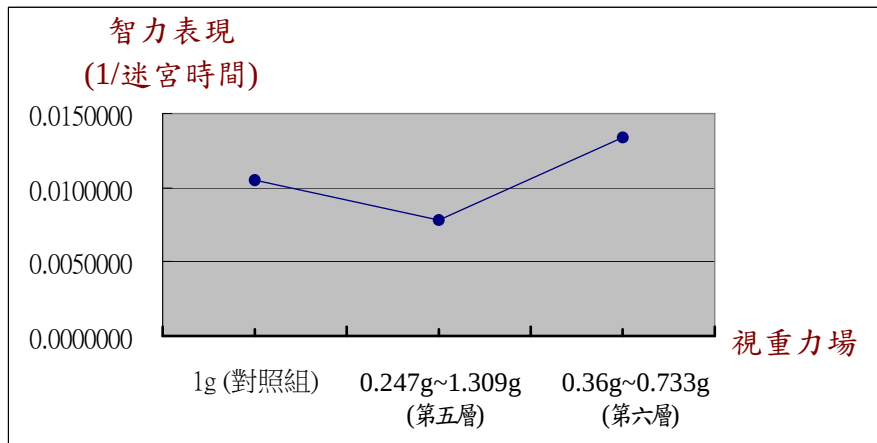
表十七：經 7 天，不穩定重力場 g' 約介於 $0.247g \sim 1.309g$ 的老鼠走出迷宮的時間

經 7 天			
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
老鼠 6-1	276(s)	94(s)	36(s)
老鼠 6-2	36(s)	84(s)	6(s)
老鼠 6-3	105(s)	201(s)	35(s)
平均(去除極端值)	74.6(s)		

表十八：經 7 天，不穩定重力場 g' 約介於 $0.36g \sim 0.733g$ 的老鼠走出迷宮的時間

經 7 天，各個不穩定重力場的老鼠之智力表現：

視重力場	1g(對照組)	0.247g~1.309g (第五層)	0.36g~0.733g (第六層)
迷宮時間	94.8(s)	128.3(s)	74.6 (s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.010549(1/s)	0.007794(1/s)	0.013405(1/s)



圖四、經 7 天，各個不穩定重力場的老鼠之智力表現

實驗四、不穩定視重力場經 14 天的實驗

經 14 天，各個穩定重力場的實驗：

經 14 天	$g' = 1g$	$g' = 1g$	$g' = 1g$
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
對照組老鼠 0-1	381(s)	48(s)	133(s)
對照組老鼠 0-2	243(s)	66(s)	29(s)
對照組老鼠 0-3	92(s)	65(s)	66(s)
對照組老鼠 0-4	74(s)	73(s)	20(s)
平均(去除極端值)	66.6(s)		

表十九：：經 14 天，對照組老鼠走出迷宮的時間

經 14 天			
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
老鼠 5-1	510(s)	310(s)	326(s)
老鼠 5-2	275(s)	390(s)	92(s)
老鼠 5-3	370(s)	306(s)	143(s)
平均(去除極端值)	276.5(s)		

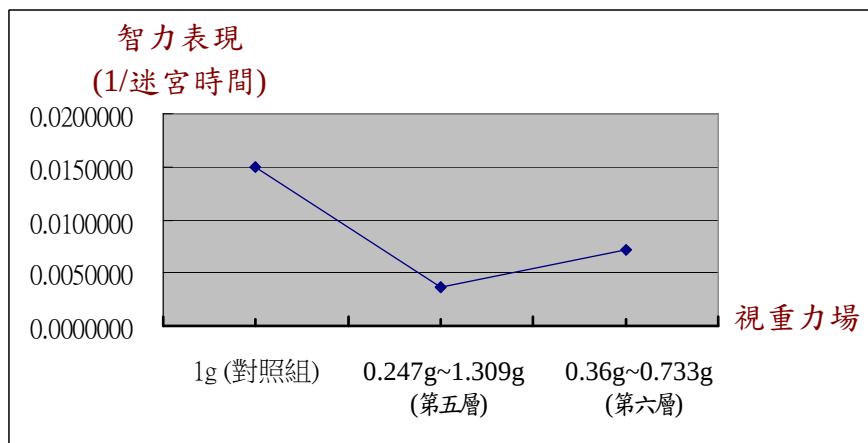
表二十：經 14 天，不穩定重力場 g' 約介於 0.247g~1.309g 的老鼠走出迷宮的時間

經 14 天			
次數 老鼠	第一次	第二次	第三次
老鼠 6-1	326(s)	213(s)	75(s)
老鼠 6-2	209(s)	68(s)	116(s)
老鼠 6-3	259(s)	103(s)	80(s)
平均(去除極端值)	140.4(s)		

表二十一：經 14 天，不穩定重力場 g' 約介於 0.36g~0.733g 的老鼠走出迷宮的時間

經 14 天，各個不穩定重力場的老鼠之智力表現：

視重力場	1g(對照組)	0.247g~1.309g (第五層)	0.36g~0.733g (第六層)
迷宮時間	66.6(s)	276.5(s)	140.4 (s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.015015(1/s)	0.003617(1/s)	0.007123(1/s)



圖五、經 14 天，各個不穩定重力場的老鼠之智力表現

在相同的視重力場，不同時間之下，相對於對照組老鼠的智力之研究

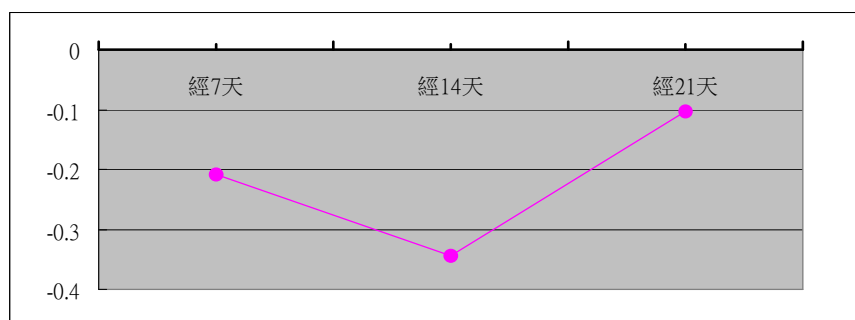
$$\text{相對於對照組的智力表現} = \frac{(\text{各個穩定重力場老鼠的智力表現}) - (\text{對照組老鼠的智力表現})}{(\text{對照組老鼠的智力表現})}$$

經歷天數	經 7 天	經 14 天	經 21 天
對照組老鼠的表現			
走出迷宮的平均時間(去極端值)	94.8(s)	66.6(s)	120.2(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.010549(1/s)	0.015015(1/s)	0.008319(1/s)

表二十二：對照組的智力表現

經歷天數	經 7 天	經 14 天	經 21 天
第一層老鼠的表現			
走出迷宮的平均時間(去極端值)	119.7(s)	101.7(s)	134.2(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.008354(1/s)	0.009833(1/s)	0.007452(1/s)
相對於對照組的智力表現	-0.208076595	-0.345121545	-0.104219257

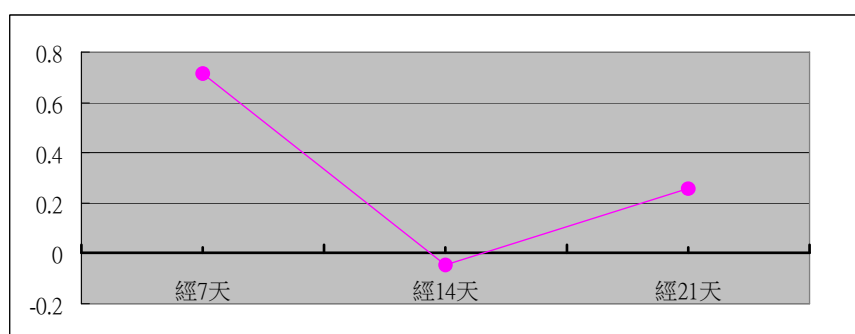
表二十三：重力場為 1.173g(第一層)，相對於對照組的智力表現



圖六：重力場為 1.173g(第一層)，相對於對照組的智力表現

經歷天數	經 7 天	經 14 天	經 21 天
第二層老鼠的表現			
走出迷宮的平均時間(去極端值)	55.3(s)	69.6(s)	95.5(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.018083(1/s)	0.014368(1/s)	0.010471(1/s)
相對於對照組的智力表現	0.714190919	-0.043090243	0.258684938

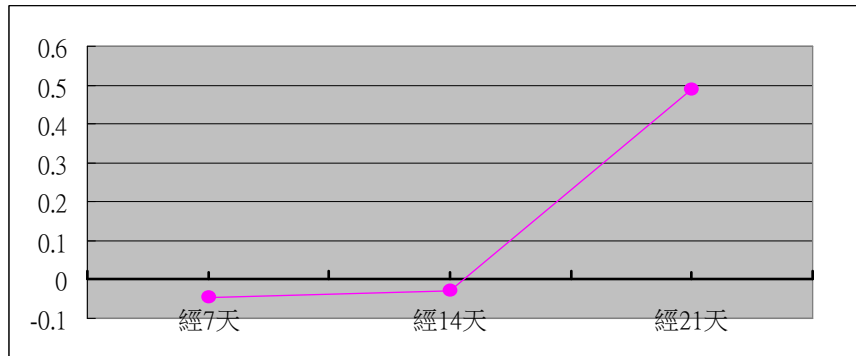
表二十四：重力場為 1.571g(第二層)，相對於對照組的智力表現



圖七：重力場為 1.571g(第二層)，相對於對照組的智力表現

經歷天數	經 7 天	經 14 天	經 21 天
第三層老鼠的表現			
走出迷宮的平均時間(去極端值)	99.2(s)	68.5(s)	80.8(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.010081(1/s)	0.014599(1/s)	0.012376(1/s)
相對於對照組的智力表現	-0.044364395	-0.027705628	0.487678808

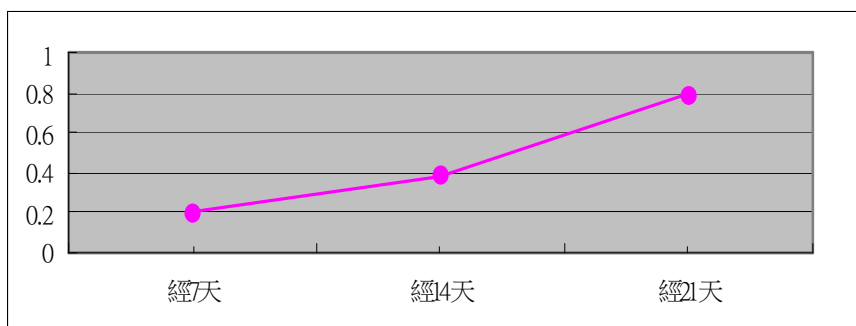
表二十五：重力場為 2.061g(第三層)，相對於對照組的智力表現



圖八：重力場為 2.061g(第三層)，相對於對照組的智力表現

經歷天數	經 7 天	經 14 天	經 21 天
第四層老鼠的表現			
走出迷宮的平均時間(去極端值)	78.9(s)	48.1(s)	67.1(s)
智力表現 (1/迷宮時間)	0.012674(1/s)	0.02079(1/s)	0.014903(1/s)
相對於對照組老鼠的智力表現	0.201440895	0.384615385	0.791441279

表二十六：重力場為 2.592g(第四層)，相對於對照組的智力表現



圖九：重力場為 2.592g(第四層)，相對於對照組的智力表現

由於老鼠個體間存在著個體差異，故我們進一步分析視重力場對老鼠智力發展的影響。對於實驗一的數據中，我們將進一步討論其「智力相對進步值」，公式如下：

$$\text{第一次智力相對進步值} = \frac{(\text{第一次迷宮時間}) - (\text{第二次迷宮時間})}{(\text{第一次迷宮時間})}$$

$$\text{第二次智力相對進步值} = \frac{(\text{第一次迷宮時間}) - (\text{第三次迷宮時間})}{(\text{第一次迷宮時間})}$$

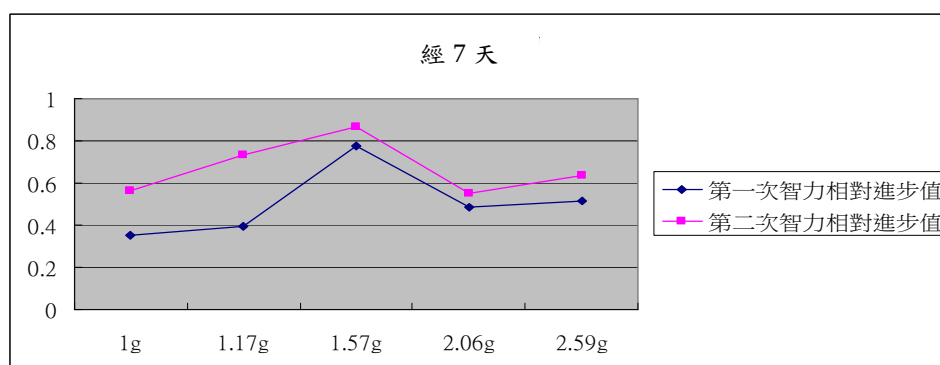
經 7 天					
g'	1g	1.17g	1.57g	2.06g	2.59g
第一次智力相對進步值	0.516	-0.102	0.814	0.591	0.776
第一次智力相對進步值	0.711	0.48	0.685	0.414	0.556
第一次智力相對進步值	0.017	0.468	0.847	0.442	0.216
第一次智力相對進步值	0.153	0.241	0.752	-0.543	-2.842
平均(去除極端值)	0.349	0.396	0.775	0.482	0.516

表二十七：經 7 天不同重力場的第一次智力相對進步值

經 7 天					
g'	1g	1.17g	1.57g	2.06g	2.59g
第二次智力相對進步值	0.556	0.578	0.924	0.794	0.855
第二次智力相對進步值	0.925	0.84	0.887	0.505	0.71
第二次智力相對進步值	0.051	0.853	0.816	0.497	0.352
第二次智力相對進步值	0.712	0.67	0.827	0.407	0
平均(去除極端值)	0.561	0.735	0.864	0.551	0.639

表二十八：經 7 天不同重力場的第二次智力相對進步值

經 7 天					
g'	1g	1.17g	1.57g	2.06g	2.59g
第一次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.349	0.396	0.775	0.482	0.516
第二次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.561	0.735	0.864	0.551	0.639



圖十、經 7 天不同重力場第一、二次智力相對進步值

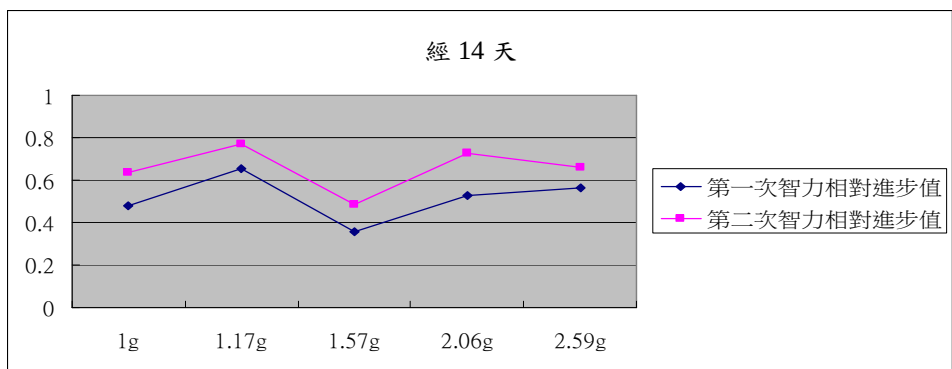
經 14 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第一次智力相對進步值	0.874	-0.297	0.132	-0.355	0.981
第一次智力相對進步值	0.728	0.703	-2.674	0.336	0.565
第一次智力相對進步值	0.293	0.407	0.163	0.697	0.486
第一次智力相對進步值	0.013	0.861	0.776	0.549	0.211

表二十九：經 14 天不同重力場的第一次智力相對進步值

經 14 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第二次智力相對進步值	0.651	0.123	0.405	0.871	0.937
第二次智力相對進步值	0.881	0.83	0.109	0.42	0.712
第二次智力相對進步值	0.283	0.687	0.587	0.866	0.72
第二次智力相對進步值	0.73	0.795	0.832	0.761	0.263

表三十：經 14 天不同重力場的第二次智力相對進步值

經 14 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第一次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.477	0.657	0.357	0.527	0.561
第二次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.636	0.771	0.483	0.73	0.658



圖十一、經 14 天不同重力場第一、二次智力相對進步值

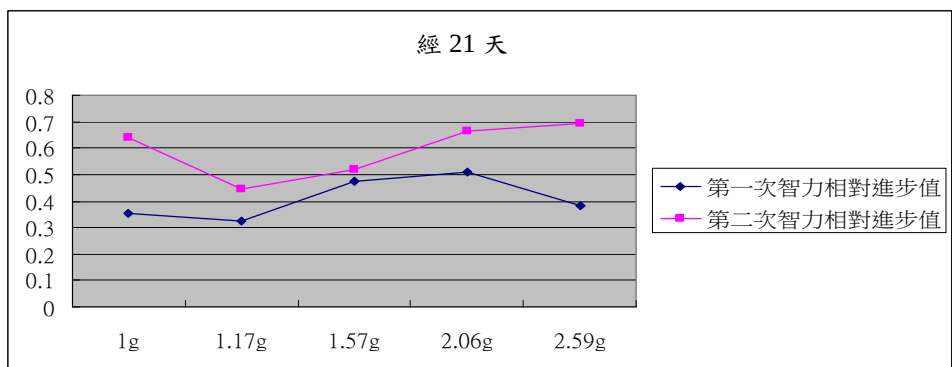
經 21 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第一次智力相對進步值	0.054	0.128	0.555	0.487	0.353
第一次智力相對進步值	0.725	0.487	0.246	0.676	0.485
第一次智力相對進步值	0.307	0.364	-0.351	-0.048	0.692
第一次智力相對進步值	0.32	-0.162	0.617	0.36	0.601

表三十一：經 21 天不同重力場的第一次智力相對進步值

經 21 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第二次智力相對進步值	0.354	0.551	0.83	0.672	0.743
第二次智力相對進步值	0.633	0.171	0.825	0.688	0.704
第二次智力相對進步值	0.8	0.43	0.123	0.706	0.733
第二次智力相對進步值	0.773	0.63	0.304	0.587	0

表三十二：經 21 天不同重力場的第二次智力相對進步值

經 21 天					
g'	$1g$	$1.17g$	$1.57g$	$2.06g$	$2.59g$
第一次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.352	0.326	0.473	0.508	0.383
第二次智力相對進步平均值(去除極端值)	0.64	0.446	0.521	0.663	0.695



圖十二、經 21 天不同重力場第一、二次智力相對進步值

陸、結論

一、對於經歷了相同的時間，處於穩定的視重力場中的老鼠討論其影響：

在【實驗二】中，首先我們將老鼠放在圓盤裝置上旋轉一星期後，放入迷宮中測量其晚完成所花費的時間，結果顯示：

(一)在經 7 天時(圖一)，第二組($g'=1.571g$)智力最高，第四組($g'=2.592g$)其次，

第三組($g'=2.061g$)與對照組相近，第一組($g'=1.173g$)則顯得較低。

(二)到經 14 天時(圖二)，則是第四組($g'=2.592g$)智力最高，第二($g'=1.571g$)、

三組($g'=2.061g$)與對照組相似，第一組($g'=1.173g$)仍偏低。

(三)當到經 21 天時(圖三)，第一組($g'=1.173g$)依然稍低於對照組，其餘皆偏高，

且第四組($g'=2.592g$) > 第三組($g'=2.061g$) > 第二組($g'=1.571g$)。

對於上述的實驗結果，我推論在相同的經歷時間裡，視重力場強度對於老鼠的影響並不如我們直觀上認為視重力場強度越大(圓形裝置越外圍)的，則其對於智商的影響比較大，而是在穩定的視重力場中，視重力場強度大小並沒有造成智商發展規律的影響。

二、對於處於相同且穩定的視重力場中，其經歷時間長短的影響：

在【實驗二】中，我們進一步的探討若是在相同且穩定的視重力場中，則其所經歷的時間長短是否會對牠造成影響呢？本實驗為了避免極端值的影響，所以針對除去極端值之後的圖形進行探討。結果顯示：

(一)對於第一組($g'=1.173g$)而言(圖六)，經 7 天、14 天、21 天智力均比對照組來的低，

表示其受重力場的影響，尤其經 14 天最明顯。

(二)對於第二組($g'=1.571g$)而言(圖七)，經 7 天和經 21 天皆高於對照組，但經 14 天仍顯得稍低。

(三)對第三組($g'=2.061g$)而言(圖八)，經 7 天、14 天稍低於對照組，經 21 天卻高出很多。

(四)對於第四組($g'=2.592g$)而言(圖九)，均高於對照組，且圖形有逐漸增加的趨勢。

對於上述的實驗結果，根據我們的觀察在第一組($g'=1.173g$)和第二組($g'=1.571g$)的數據並沒有明顯差異，但是從第三組($g'=2.061g$)到第四組($g'=2.592g$)也就是重力場大於 2 之後，其圖形有經 7 天智力表現 < 經 14 天智力表現 < 經 21 天智力表現逐漸上升之趨勢。也就是在 21 天的範圍之內，轉越久是越聰明的。

故重力場為 $1.173g$ 經 21 天智力最佳；重力場為 $1.571g$ 經 7 天智力最佳；重力場為 $2.061g$ 經 21 天智力最佳；重力場為 $2.592g$ 經 21 天智力最佳。

三、對於實驗一的數據中，我們將進一步討論其「智力相對進步值」：

$$\text{第一次智力相對進步值} = \frac{(\text{第一次迷宮時間}) - (\text{第二次迷宮時間})}{(\text{第一次迷宮時間})}$$

$$\text{第二次智力相對進步值} = \frac{(\text{第一次迷宮時間}) - (\text{第三次迷宮時間})}{(\text{第一次迷宮時間})}$$

本實驗的控制變因為相同的經歷時間，討論其三次的迷宮測試中，因視重力場強度的不同對其「智力相對進步值」的影響。

首先針對第一次智力相對進步值的數據結果，結果顯示：

- (一)在經 7 天時(圖十)，每一層的「智力相對進步值」皆高於對照組且第二組($g'=1.571g$)進步最多。
- (二)在經 14 天時(圖十一)，第三、四層和對照組相似，第一組($g'=1.173g$)進步最多，第二組($g'=1.571g$)低於對照組。
- (三)在經 21 天時(圖十二)，第一層和對照組相似，第四層稍微進步，第二、三層進步較多。

依據實驗的結果，我們推論由實驗結果的圖十、圖十一、圖十二之對照中(藍色線條)，發現在三週之內， $g'=1.173g$ 和 $g'=1.571g$ 呈現上下起伏，不穩定的現象，但是 $g'=2.061g$ 和 $g'=2.592g$ 則皆大於對照組，所以相同經歷時間中， g' 值越大，其智力相對進步值皆呈現正值。

針對第二次智力相對進步值的數據結果，結果顯示：

- (一)在經 7 天時(圖十)，第三組($g'=2.061g$)和對照組相似，第二組($g'=1.571g$)進步值最大。
- (二)在經 14 天時(圖十一)，第一組($g'=1.173g$)進步值最大，第四組($g'=2.592g$)與對照組相似，第二組($g'=1.571g$)最低。
- (三)在經 21 天時(圖十二)，第一組($g'=1.173g$)、二組($g'=1.571g$)進步較低。

依據實驗結果，我們推論由實驗結果的圖十、圖十一、圖十二之對照(粉色線條)，發現三週之內， $g'=1.173g$ 和 $g'=1.571g$ 仍呈現上下起伏，不穩定的現象，而 $g'=2.061g$ 和 $g'=2.592g$ 則與對照組相似，未呈現明顯之進步。

接著我們試著比較第一次智力相對進步值與第二次智力相對進步值之關係：

我們發現無論是在經 7 天，經 14 天，經 21 天，其第二次進步值均大於第一次相對進步值，也就是其相減皆為正值，符合正常的直觀。走迷宮次數越多，所花費之時間越短，有學習之行為。

穩定重力場結論：

- (一)重力場為 $1.173g$ 經 21 天智力最佳。
- (二)重力場為 $1.571g$ 經 7 天智力最佳。
- (三)重力場為 $2.061g$ 經 21 天智力最佳。
- (四)重力場為 $2.592g$ 經 21 天智力最佳。
- (五)經 7 天中重力場為 $1.571g$ 的第一、二次智力相對進步值最佳。
- (六)經 14 天中重力場為 $1.173g$ 的第一、二次智力相對進步值最佳。
- (七)經 21 天中重力場為 $2.061g$ 的第一次智力相對進步值最佳。
- (八)重力場為 $2.592g$ 的第二次智力相對進步值最佳。

四、對於經歷了相同的時間，處於不穩定的視重力場中的老鼠討論其影響：

- (一)在【實驗四】中，首先我們將老鼠放在垂直裝置上旋轉一星期後，放入迷宮中測量其晚完成所花費的時間，結果顯示：
在經 7 天時(圖四)， $g'=0.247g\sim 1.309g$ 智力最低， $g'=0.36g\sim 0.733g$ 的智力則稍高於對照組。
- (二)到經 14 天時(圖五)， $g'=0.247g\sim 1.309g$ 和 $g'=0.36g\sim 0.733g$ 的智力均遠低於對照組，且 $g'=0.247g\sim 1.309g$ 的智力最低。
對於上述的實驗結果，顯示在不穩定視重力場的環境會對老鼠智力造成影響，在七天時， $g'=0.36g\sim 0.733g$ 的老鼠智力還稍高於對照組，但時間一久，智力就急速下降，且視重力場的範圍越大，老鼠的智力就越低。

不穩定重力場結論：

- (一)重力場為 $g'=0.247g\sim 1.309g$ 智力都是最低
- (二)重力場為 $g'=0.36g\sim 0.733g$ 在第一週時智力最佳

由結論(一)的推論，在穩定的視重力場中，我們推測生物的智力發展只適合在某些特定的視重力場值，所以在重力場值較大的星球或失重的外太空，並不能推測其智力的發展情形。

由結論(四)的推論在不穩定的視重力場中，我們推測長期處於加減速車中的孕婦之胎兒、乘坐雲霄飛車的兒童，會造成智力發展負面的影響。

柒、討論

一、迷宮設計：

從起點往前走會遇到兩條叉路，如果走到錯的路，就會繞回起點重新走，若走到正確的路，就會走到下一個路口，第二個路口也有兩條路，若走到錯誤的路一樣會回到原點，走到正確的路就能前往下一個也是最後一個叉路，第三個叉路還是有兩路，其中一條會回到原點，而另一條通往終點有著美味的食物跟水。我們認為老鼠走很多次會記得路並減少繞回起點的次數。

二、採用迷宮測試的誘因：

我們藉由老鼠對食物的需求來驅使老鼠，在它內部的餓驅力下，使老鼠往有食物的方向前進，它為了滿足生理的需求必須記住正確的路以減少時間，故我們藉此得知老鼠學習的情形。

捌、參考文獻

一、陳順強，2001。費因曼物理學(第二部-下)。

二、林玉娟、蔡倩如、陳惠玲、林家弘，1987。三度空間的單向-白老鼠學習行為，(台灣省立虎尾高級中學)。