

## 摘要

在我們的研究中蓋斑鬥魚與磁場相關的行為包含胸鰭及尾鰭振動的幅度及次數，覓食時間及次數，環境觀察所需的時間以及在水中位置的轉換。不論是大魚或是中魚胸鰭震動的次數都與磁場強弱呈正相關，在有無磁場的狀況下，鬥魚在覓食的實驗中選擇一般飼料。然而當磁場強度增加，蓋斑鬥魚覓食反應次數減少，覓食反應時間增加。在環境觀察實驗中，蓋斑鬥魚對於一般飼料以及石頭反應較佳，外加磁場之後蓋斑鬥魚出現方向轉錯的情形，反應速率也與電壓大小成反比。此外，在沒有磁場的情形下，不論大魚及小魚都會實驗箱邊緣或角落棲息。然而外加磁場後，蓋斑鬥魚會每分鐘移動位置。實驗中與磁場關係不顯著的行為包含：環境中明暗的選擇、顏色的偏好、顏色記憶實驗以及對於水深的偏好。中魚不論在光線充足或原本黑暗的環境都選擇陰暗處，大魚在原本明亮的環境會選擇陰暗處，在黑暗的環境中會選擇較光亮的地方移動。蓋斑鬥魚的大魚及中魚都會選擇黑色。偏好棲息在底部為主。在顏色記憶實驗中，不論有無磁場，蓋斑鬥魚選擇沒有干擾的顏色區塊。此外溫度偏好高溫環境，並且隨著水流速度增加，蓋斑鬥魚逆流的速度減慢。

## 壹、研究動機

蓋斑鬥魚是台灣原生種的魚類，以前在水塘或是水田中都可以隨處可見，後來因為環境的破壞，數量逐漸減少，本組的同學在實驗前就因為喜歡蓋斑鬥魚到水族館購買，牠的名稱為彩兔，其實是由飼養場人工繁殖的，基於此很想瞭解牠的行為表現。除此之外我們對於蓋斑鬥魚在磁場中的表現也很感興趣，地球的磁場會影響生物的遷徙以及活動，對於大多數具有遷徙行為的動物而言都扮演著重要的角色，然而對於沒有遷徙行為的動物而言具有何種意義？蓋斑鬥魚本身是屬於區域性的魚類並沒有遷徙的行為，我們也很想了解磁場是否會對牠造成行為的改變。

## 貳、研究目的

- 一、探討蓋斑鬥魚的覓食偏好
  - 二、探討蓋斑鬥魚對於環境的觀察
  - 三、探討蓋斑鬥魚對於光的反應
  - 四、探討蓋斑鬥魚對於顏色的偏好
  - 五、探討蓋斑鬥魚對於溫度的偏好
  - 六、觀察蓋斑鬥魚對於環境中水深偏好
  - 七、觀察蓋斑鬥魚在水中的位置分布
  - 八、研究蓋斑鬥魚的學習行為
  - 九、研究在磁場中的蓋斑鬥魚行為狀況
- 研究研究基本生理反應、對食物的偏好、對於環境的觀察、對於光的反應、對於顏色的偏好、對於水深的偏好、對於水中分布的偏好、對於記憶能力的影響
- 十、探討蓋斑鬥魚的跳躍能力
  - 十一、蓋斑鬥魚在不同水流速度下的反應

## 參、研究設備及器材

飼養箱、一般飼料、吸管、剪刀、热熔膠、銅線、電流供應器、塑膠瓦楞板、塑膠湯匙、水草、萬年青、水中裝飾物、LED燈泡、玻璃紙、奇異筆、小石頭、溫度計、冰塊、保麗龍球、乒乓球、高斯計、游標尺等用具。

## 肆、研究方法

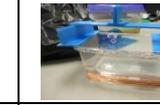
### 一、測量基本體型

測量時，先準備一個培養皿，並放入泡水的衛生紙，再把蓋斑鬥魚放入，分別測量蓋斑鬥魚的長、寬、重量、胸鰭、腹鰭、臀鰭、尾鰭等七種的地方，重量使用電子天平測量，長、寬以及四種鰭皆是使用塑膠尺測量。

		
前置作業	用尺測量蓋斑鬥魚	用尺測量蓋斑鬥魚

### 二、探討蓋斑鬥魚的覓食偏好

實驗前將蓋斑鬥魚禁食3天，實驗時，在實驗箱的四個角落分別丟入一般飼料、白吐司、白飯和營養片，並且計時，分別觀察鬥魚進食的時間和情況。每組蓋斑鬥魚實驗3次。實驗設備的製作過程如下：先將實驗箱架設我們做好的餵食台，餵食台有四個角落，並且在實驗過程同時將四種飼料放置在四個角落，並且同時丟下進行實驗。

		
將餵食台黏至實驗箱	實驗箱兩端固定好	製作完成的實驗箱

## 三、探討蓋斑鬥魚對於環境的觀察

### (一) 蓋斑鬥魚對浮體的反應

實驗中製造震動的方式為丟下乒乓球、保麗龍球、一般飼料，分別在蓋斑鬥魚的八個方位製造震動，距離為5公分進行震動，觀察蓋斑鬥魚是否受到吸引而往震動區域前進，並記錄鬥魚有無反應，以及實驗中的情況，以震動五次為限，每次震動間隔2秒，一分鐘後若沒有前往表示沒有反應。

### (二) 蓋斑鬥魚對沉體的反應

實驗前，先取一個小的塑膠罐，在塑膠管上開兩個小洞，用來固定鬥魚的，而開兩個洞是避免在抽取時製造氣泡，妨礙觀察。實驗中製造震動的方式為丟下石頭，與(一)的實驗方式相同，最後記錄鬥魚有無反應，以及實驗中的情況，以震動五次為限，每次震動間隔2秒，一分鐘後若沒有前往表示沒有反應。

## 四、探討蓋斑鬥魚對於光的反應

### (一) 對於一般光照下蓋斑鬥魚的反應

取一實驗箱一邊包覆黑色的塑膠袋，另一邊不包覆任何東西，將一隻鬥魚放入實驗箱中，10分鐘後觀察停留區塊並且紀錄。

### (二) 對於人造光下蓋斑鬥魚的反應

取一實驗箱一邊包覆黑色的塑膠袋，另一邊不包覆任何東西，並在上方架設一般飼養魚所使用的日光燈，將一隻鬥魚放入實驗箱中，10分鐘後觀察停留區塊並且紀錄。實驗時，我們會在兩種區域的分隔處(不包含水中)放置一塊保麗龍板，防止人造光的光線照射到黑色的區域中。

### (三) 對於閃光下蓋斑鬥魚的反應

實驗前，先製作一個旋轉器，然後取一實驗箱，並將實驗箱用黑色的塑膠袋完全包覆，左邊部分戳上三個洞並架上閃光器具。實驗時，將一隻鬥魚放入實驗箱中，啟動自製旋轉器，製造閃光閃爍，每秒閃兩次，共1200次，分別於10、20、30分鐘紀錄一次魚的位置，最後觀察鬥魚為在哪一邊。

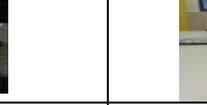
		
瓦楞板減成圓形	接上馬達，黏上日光燈	完成圖

## 五、探討蓋斑鬥魚對於顏色的偏好

將實驗箱包覆不同顏色的玻璃紙，分成無色、紅色、黃色、綠色、藍色以及黑色，兩兩為一組。實驗時，將蓋斑鬥魚放入實驗箱，中魚四隻為一單位，大魚一隻為一單位，經過10分鐘之後，觀察會停留在哪一個顏色區域，每一組魚實驗5次，並記錄顏色偏好，再將玻璃紙放上，其中，為了避免實驗所使用的黑色會透光，我們是用包覆的方式操作。

## 六、探討蓋斑鬥魚對於溫度的偏好

在我們進行第一次實驗時，我們先將實驗箱畫上5個刻度，再將恆溫棒和冰塊分別放在兩邊並預熱2分鐘，讓溫度傳遞於水中。將魚放在中間的位置共放置50分鐘，每10分鐘觀察魚的位置是靠近恆溫棒還是冰塊。然而就算恆溫棒和冰塊分的很開，按照熱對流原理，熱水一定會在上方，如果分上下又會被分層影響，所以我們就設計另一個實驗方式：將冷熱分開再做通道。後來我們把實驗裝置加以改善，準備兩個寶特瓶，切除寶特瓶上端，並再中間開一個長5公分、寬3公分的孔，並做一個8公分的通道，連接兩個寶特瓶。實驗時，將恆溫棒和冰塊分別放在兩個寶特瓶中，將魚放入50分鐘，每隔10分鐘觀察魚的位置是靠近恆溫棒還是冰塊。可是我們發現雖然改善了溫度擴散的情況，但是溫度上下分開的情況依然沒改善，所以我們又設計了一個也是分兩邊的實驗箱，可是有分上下。後來我們又改善實驗裝置，同樣準備兩個寶特瓶，切一半再開一個圓形半徑2公分的洞並且用通道連接(分上下)，在一邊放入冰塊，一邊放入恆溫棒，共放50分鐘，每隔10分鐘觀察魚的位置是靠近恆溫棒還是冰塊。這一次的實驗總算成功。實驗器材製作如下圖所示：

	
將兩個寶特瓶用热熔膠連接	連接完後的完成圖

## 七、觀察蓋斑鬥魚對於環境中水深的偏好

先取一個塑膠罐，並在上方用水性的奇異筆畫上公分數。實驗時，將蓋斑鬥魚放入塑膠罐中10分鐘後，記錄蓋斑鬥魚的頭、腹、尾三個部位位何處，並重複5次。大魚一隻為一單位，中魚兩隻為一單位。數字越小水越深，數字越大水越淺。從底部開始畫刻度。

		
在塑膠罐上標上公分	前置作業	最底部為一分

## 八、觀察蓋斑鬥魚在水中的位置分布

### (一) 觀察蓋斑鬥魚在無其他物體的環境下位置分布

在整理箱底部畫上16等份(4\*4)的格子。實驗時，將蓋斑鬥魚放入整理箱10分鐘，最後觀察蓋斑鬥魚停留在哪一個位置，並且畫出頭的方向，重複5次。成魚一隻為一單位，中魚兩隻為一單位。在格子上我們標記上座標，座標的標示方式如下圖所示：

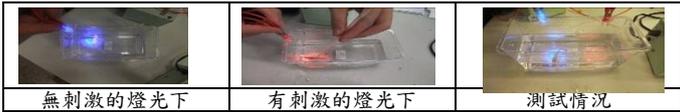
(4,1)	(3,1)	(2,1)	(1,1)
(4,2)	(3,2)	(2,2)	(1,2)
(4,3)	(3,3)	(2,3)	(1,3)
(4,4)	(3,4)	(2,4)	(1,4)

### (二) 觀察蓋斑鬥魚在有其他物體的環境下位置分布

與(一)所使用的器材相同，但是放置的物品數目我們分成兩種：第一種是只有放一種裝飾物品於(1,1)，而另一種是三種物品同時放入在(1,1)(1,4)(4,4)，物品則是水草、水中裝飾品、萬年青等物品，10分鐘後觀察鬥魚停留在哪一個位置，重複5次。成魚一隻為一單位，中魚兩隻為一單位。

## 九、測試蓋斑鬥魚的學習行為

製作實驗箱，使用不同顏色LED燈泡(紅、黃、藍)，進行實驗，處罰的方式為使用吸管在頭部附近進行干擾，進行不同程度的干擾，使鬥魚害怕，也將不同顏色的LED燈進行配對，配對成：紅黃、紅藍、黃藍等，共三組組別，並且分成處罰的LED和無處罰的LED燈，此動作作為一次訓練時間，訓練一次後，分別在經過1、5、10分鐘後同時照處罰及無處罰的LED燈，放置3分鐘，觀察鬥魚會在哪个顏色下。成魚一隻為一單位，中魚一隻為一單位。



## 十、觀察在磁場的蓋斑鬥魚

### (一) 實驗箱的製作

我們在實驗中想要了解磁場是否會影響蓋斑鬥魚的基本行為，因此我們在實驗箱的外側纏繞50圈的線圈，並且分別通電3V、6V以及9V的電壓，並使用高斯計測量不同電壓下磁場的強度，磁場強度分別為：3V為680mG、6V為1183mG。實驗器具的製作過程如下：



在實驗箱外繞五十圈的線圈，並用熱熔膠固定，之後再接電源供應器進行實驗

### (二) 研究蓋斑鬥魚在磁場中的生理變化

為了了解蓋斑鬥魚在磁場中的行為變化，我們觀察放入實驗箱後一分鐘、兩分鐘、三分鐘、四分鐘以及五分鐘的反應。觀察的部位為蓋斑鬥魚的胸鰭及尾鰭，並計算每分鐘前十秒這兩個部位擺動的次數(頻率)以及一分鐘當中記錄五次擺動的幅度(角度)並計算平均幅度。此外並在每分鐘當中計算蓋斑鬥魚上下移動的總距離(將總距離/時間，計算出垂直距離移動速度)，計算上下移動的次數(將移動次數/時間，算出垂直距離移動次數)，計算蓋斑鬥魚水平移動的總距離(將總距離/時間，計算出水平距離移動速度)，計算水平移動的次數(將移動次數/時間，算出水平距離移動次數)。實驗中由於蓋斑鬥魚的胸鰭及尾鰭擺動的次數較多，因此我們使用相機攝影，之後在撥放計算。

(三) 在磁場中研究對食物的偏好、對於環境的觀察、對於光的反應、對於顏色的偏好、對於水深度的偏好、對於水深度的偏好以及對於記憶能力的影響的實驗過程與實驗二、三、四、五、六、七、八及九相同。

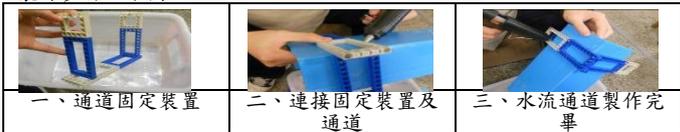
## 十一、測試蓋斑鬥魚的跳躍能力

製作一個彈跳平面，在平面的中間割出一個圓形，並在四周多預留一些寬度，以用來固定，並在板子上做出最大的正方形，並在邊上黏貼兩層吸管，使水不易流出，且在四周吸管的後方貼上一塊小板子，在小板子上寫上公分數，將整個跳躍平面放在一個整理箱中，裝滿水，且把水倒在平面上，使平面積水，從跳躍平面一角到圓形洞孔的直線距離有17公分長，實驗時，先把蓋斑鬥魚放置在整理箱中三分鐘，再將魚整理箱中取出並放在跳躍平面的其中一角後，首先，先訓練蓋斑鬥魚一次，也就是先用引導的方式使蓋斑鬥魚跳入洞孔，而我們使用針筒吸起水後，再往蓋斑鬥魚淋，讓鬥魚讓水沖到洞孔，並回水中，接下來再將魚從整理箱取出，放在一角，觀察蓋斑鬥魚跳躍洞孔所跳的距離、高度、次數以及時間。而跳躍高度的部分，我們用相機的連拍功能來判斷蓋斑鬥魚在每次跳躍時的最高點，為了取跳躍時的最高點，在四面都貼上了附有公分數的板子，並且留了空位以方便拍照，且能用相片觀察跳躍的高度。

## 十二、蓋斑鬥魚在不同水流速度下的反應

### (一) 實驗器具製作過程

我們在實驗前，先製作一個水車，使用塑膠瓦楞板做為扇葉，以筷子為主軸，再用支架固定，而水車半徑為7公分，高為10公分，並做出一個長35公分、寬15公分、高9公分的水道，並在水道前做出柵欄，間隔為1公分，共有4個開口。將自製水車以熱熔膠黏在整理箱中，為了要讓水能排掉，因此整理箱為傾斜30度，但自製水車還是固定成水平的方式。然後架設一桶水在75cm的高處，以虹吸管吸取水桶，使水流下拍打葉扇，使水車轉動，測量從實驗箱前端到尾端的移動所需時間，以及測量實驗箱前端到尾端的距離，將距離/時間，從中計算兩種不同的水流速度。器具製作步驟如下圖：



### (二) 實驗步驟

把魚放進實驗箱的尾端，再以兩種不同的葉扇，造成不同流速，觀察魚會順流或逆流移動，並且在十秒鐘計算蓋斑鬥魚移動的距離，將移動距離/十秒，從中可以得知每秒中的移動的速度為何。

## 伍、實驗結果：

### 一、測量基本體型

驗中我們將蓋斑鬥魚區分成中魚及大魚，區別的方式以體型長度作為主要的區分方式，實驗中的八隻大魚及十隻中魚其體型的平均值如下表：

### 表一、大魚及中魚體型平均值比較(重量單位:公克,其他數值單位:公分)

	長度	寬度	重量	胸鰭	腹鰭	背鰭	尾鰭
大魚	6.58	1.66	5.83g	1.18	1.4	3.64	1.75
中魚	4.68	1.34	3.17g	0.7	1	2.32	1.13

因此實驗中我們將5.5公分以上長度的蓋斑鬥魚歸類為大魚，5.5公分以下長度的蓋斑鬥魚歸類為中魚。

## 二、探討蓋斑鬥魚的覓食偏好

實驗中我們同時丟入一般飼料、白飯、白吐司以及營養片，結果顯示不論是大魚或是中魚對於以上四種食物的選擇次數及選擇的反應速度皆是：一般飼料>白吐司>白飯>營養片，其中不論大魚或中魚都沒有選擇營養片。進一步比較大魚及中魚的選擇差別，大魚選擇一般飼料以及白吐司的次數都高於中魚，此外大魚選擇一般飼料後進食的速度也比較快。

### 表二、蓋斑鬥魚選擇食物次數以及選擇食物反應時間

中魚編號	一般飼料		白飯		白吐司		營養片	
	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間
1	3.00	3.30	1.00	17.00	1.00	18.00	0.00	0.00
2	3.00	3.30	0.00	0.00	1.00	3.00	0.00	0.00
3	4.00	4.75	1.00	14.00	2.00	8.50	0.00	0.00
5	3.00	4.30	1.00	9.00	2.00	3.50	0.00	0.00
6	3.00	4.30	1.00	9.00	1.00	4.00	0.00	0.00
9	4.00	4.00	1.00	17.00	2.00	14.00	0.00	0.00
10	4.00	3.25	2.00	13.50	1.00	20.00	0.00	0.00
16	4.00	4.50	1.00	17.00	2.00	14.00	0.00	0.00
17	3.00	4.00	1.00	11.00	2.00	13.00	0.00	0.00
平均	3.44	3.97	1.00	13.43	1.56	10.89	0.00	0.00

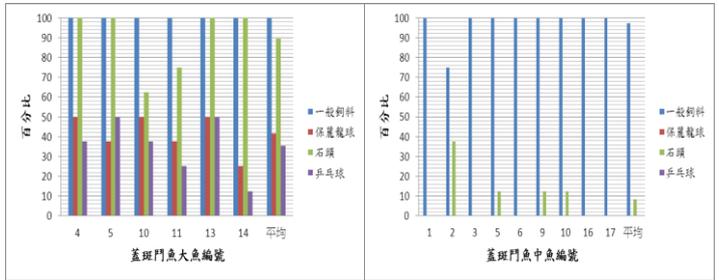
  

大魚	一般飼料		白飯		白吐司		營養片	
	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間	選擇次數	平均時間
4	5.00	2.80	0.00	0.00	3.00	9.67	0.00	0.00
5	5.00	3.40	1.00	13.00	2.00	10.50	0.00	0.00
10	5.00	2.40	1.00	14.00	3.00	14.33	0.00	0.00
11	5.00	2.80	1.00	13.00	3.00	12.67	0.00	0.00
13	5.00	2.80	1.00	19.00	5.00	12.80	0.00	0.00
14	5.00	4.00	1.00	7.00	2.00	16.00	0.00	0.00
平均	5.00	3.03	1.00	13.20	3.00	12.66	0.00	0.00

## 三、探討蓋斑鬥魚對於環境的觀察

### (一) 蓋斑鬥魚對於不同物體震動的反應

由實驗結果顯示，蓋斑鬥魚對於四種物質的反應為：一般飼料>石頭>保麗龍球>乒乓球；而蓋斑鬥魚的中魚則只對一般飼料和石頭有反應，一般飼料>石頭，從實驗結果發現不論大魚或中魚對於平常飼料的飼料皆沒有反應，而對於沉體石頭也有反應，但對於浮體的保麗龍球和乒乓球則反應較弱，尤其是中魚完全沒有反應，從此處也可以發現大魚對於細微水面變化反應比中魚敏感。



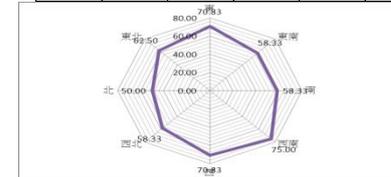
圖三、蓋斑鬥魚(大魚)對於刺激物體的反應百分比

圖四、蓋斑鬥魚(中魚)對於刺激物體的反應百分比

### (二) 蓋斑鬥魚對於不同方位震動的反應

從圖中可以發現蓋斑鬥魚大魚對於西南方的反應比例較高，而對於北方的反應比例較低，其他方位比例相差不大，其各方位反應的平均百分比如下，反應狀況：西南>東=西>東北>東南=南=西北>北。

方位	東	東南	南	西南	西	西北	北	東北
平均	70.83	58.33	58.33	75.00	70.83	58.33	50.00	62.50



圖六、蓋斑鬥魚(大魚)對於刺激物體的反應八個方位的百分比數據

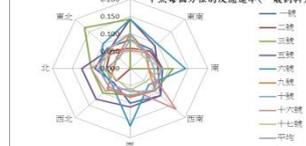
### (三) 蓋斑鬥魚對於刺激物體的反應速率

實驗中我們除了記錄不同物體的反應以及不同方向的反應狀況，我們還記錄了刺激後蓋斑鬥魚到達刺激位置的時間，我們紀錄的時間單位為秒，而時間的倒數即為速率，因此我們將1/時間，作為蓋斑鬥魚的速率，單位為：1/秒。我們比較大魚對於何種物質刺激的反應速率最快，結果顯示一般飼料以及石頭的反應速率最快，另外的保麗龍球及乒乓球的反應速率慢。反應速率為：石頭>一般飼料>保麗龍球>乒乓球。

### 表六、蓋斑鬥魚(大魚)對於各方位刺激物體的平均反應速率(單位：1/秒)

編號	4	5	10	11	13	14	平均
一般飼料	0.085	0.095	0.082	0.116	0.109	0.106	0.099
保麗龍球	0.037	0.032	0.037	0.034	0.033	0.024	0.033
石頭	0.070	0.186	0.041	0.077	0.149	0.130	0.109
乒乓球	0.013	0.015	0.024	0.017	0.029	0.005	0.017

蓋斑鬥魚的中魚對於一般飼料才有反應，因此我們將中魚對於一般飼料每個方位的反應速率加以計算，如下表及下圖顯示，其中東方的反應速率較快，東南方的反應速率較慢。



圖九、蓋斑鬥魚(中魚)對於一般飼料的刺激各方位的反應速率(單位：1/秒)

## 四、探討蓋斑鬥魚對於光的反應

在一般光線下，我們各選用七隻的大魚以及八隻中魚進行實驗，結果顯示，不論是大魚或是中魚都在沒有照光的區域，顯示在平常會至陰暗處活動。後來進一步我們使用人工光源，結果顯示，不論是大魚或是中魚都在沒有照光的區域，依舊會至陰暗處活動。

在我們進行完以上的實驗之後，我們進一步想要了解，如果原本的環境為黑暗的地方，也就是模擬晚上的狀況，晚上的時間雖然以黑暗的環境為主，不過仍會有月光等其他光線，因此實驗中我們製造閃光，想要了解在夜晚上，大魚及中魚對於黑暗中光線的反應，結果顯示，大魚在黑暗的環境中會朝有閃光的區域移動，中魚在黑暗的環境中依舊待在暗處，不會朝向有閃光的地方移動。

綜合以上三種蓋斑鬥魚的光線實驗顯示，對於大魚而言在白天較亮的環境下會向陰暗的地方活動，然而在黑暗的環境中則朝向有光源的區域移動；然而對於中魚而言，不論是白天或夜晚的環境，皆在相對黑暗的環境活動。

### 五、探討蓋斑鬥魚對於顏色的偏好

我們整理了大魚及中魚對於顏色區塊的選擇，不論中魚或大魚對於紅色、綠色、藍色、黃色並沒有顯著的選擇，然而不論大魚或小魚都不偏好選擇無色的環境，當顏色有黑色出現時，都會選擇黑色的環境，顯示大魚及中魚都偏好陰暗的顏色環境。

表八、蓋斑鬥魚(大魚)對顏色偏好

顏色	黑色	紅色	黃色	綠色	藍色	紫色
黑色	—	—	—	—	—	—
紅色	紅	—	—	—	—	—
黃色	黃	—	—	—	—	—
綠色	綠	綠	黃	—	—	—
藍色	藍	紅	藍	—	—	—
紫色	紫	紫	紫	—	—	—

表九、蓋斑鬥魚(中魚)對顏色偏好

顏色	黑色	紅色	黃色	綠色	藍色	紫色
黑色	—	—	—	—	—	—
紅色	紅	—	—	—	—	—
黃色	黃	—	—	—	—	—
綠色	綠	綠	綠	—	—	—
藍色	藍	紅	藍	—	—	—
紫色	紫	紫	紫	—	—	—

### 六、探討蓋斑鬥魚對於溫度的偏好

實驗中我們對於四隻大魚及七隻中魚進行實驗，實驗結果發現不論是中魚或是大魚都是待在恆溫棒的地方，顯示蓋斑鬥魚比較偏愛較高溫的環境。

	編號	水池	通道	恆溫棒
大魚	4	0	0	5
	5	0	1	4
	14	0	0	5
	10	0	1	4
中魚	1	0	1	4
	2	0	0	5
	3	0	1	4
	5	0	0	5
	6	0	1	4
	10	0	1	4
	17	0	1	4

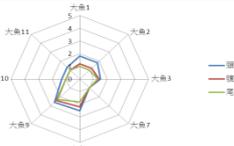
表十、蓋斑鬥魚(大魚及中魚)對於溫度偏好(表格中為觀察五次中所停留的位置)

### 七、觀察蓋斑鬥魚對於環境中水深的偏好

結果發現蓋斑鬥魚大魚平時活動也分布在底部，除此之外頭部的位會比腹部及尾部的高，也就是頭向上的方式棲息在底部，或在底部游動。

表十二、蓋斑鬥魚(大魚)頭腹尾的水深位置分布(單位:公分)

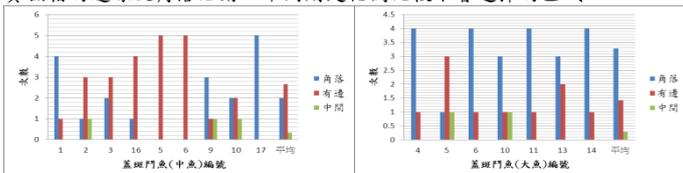
	大魚1	大魚2	大魚3	大魚7	大魚9	大魚10	大魚11	平均
頭	1.8	1.2	1.4	1	2.2	2.4	1	1.425
腹	1.2	1.2	1.4	1	2.2	2.4	1	1.425
尾	1	1	1.3	1	1.8	2.3	1	1.3



圖十八、蓋斑鬥魚(大魚)頭腹尾的水深位置分布(單位:公分)

### 八、觀察蓋斑鬥魚在水中的位置分布

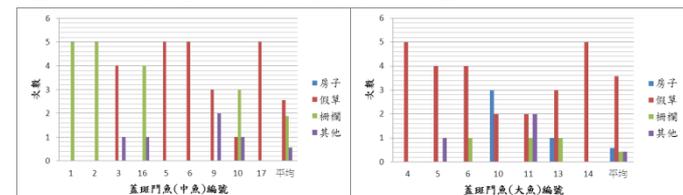
(一) 觀察蓋斑鬥魚在無其他物體環境下的位置分布  
我們將十六個格子區分成三種類型，角落、有邊以及中間，發現蓋斑鬥魚的中魚偏好的位置分布為：有邊>角落>中間；蓋斑鬥魚的大魚偏好的位置分布為：角落>有邊>中間，顯示在我們實驗的環境下，蓋斑鬥魚偏好在實驗箱的邊緣及角落活動，中間則是牠們比較不會選擇的區域。



圖二十、蓋斑鬥魚(中魚)在沒有任何物體環境下的分布位置

圖二十一、蓋斑鬥魚(大魚)在沒有任何物體環境下的分布位置

(二) 觀察蓋斑鬥魚在有其他物體環境下的位置分布  
蓋斑鬥魚的中魚來看，對於水中裝飾品的偏好：假草>柵欄，而房子則完全沒有中魚偏好；以蓋斑鬥魚的大魚來看，對於水中裝飾品的偏好：假草>房子>柵欄，不過假草跟其他位置的數據相差極大，顯示水中的裝飾品皆以接近天然水草效果的假草位置魚偏好。綜合以上實驗，在實驗箱中蓋斑鬥魚偏好棲息在具有良好遮蔽效果的位置。



圖二十二、蓋斑鬥魚(中魚) 在水中裝飾品環境下的分布位置

圖二十三、蓋斑鬥魚(大魚) 在水中裝飾品環境下的分布位置

### 九、測試蓋斑鬥魚的學習行為

在實驗中我們將紅藍、黃藍以及紅黃三組進行干擾以及沒有干擾的顏色區分，結果顯示不論是哪一組大魚或是中魚在我們所觀察的十分鐘之內大多待在沒有處罰的 led 燈顏色區塊，即使進行互換實驗蓋斑鬥魚也會高比例的待在安全的環境，顯示蓋斑鬥魚具有辨別紅、藍以及黃色的能力，並且會躲避危險的區域。

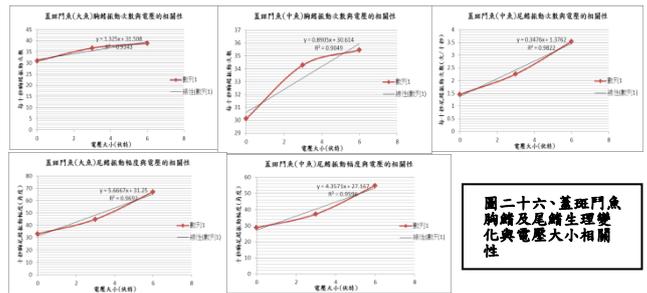
表二十一、蓋斑鬥魚(大魚)在不同顏色配對所選擇顏色區塊的百分比

訓練時間	干擾條件	顏色配對	第一分鐘	第二分鐘	第三分鐘	第四分鐘	第五分鐘	第六分鐘	第七分鐘	第八分鐘	第九分鐘	第十分鐘	平均	
一分鐘	紅不紅	紅	33.33	22.22	11.11	55.56	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	33.33	16.67	
		藍	66.67	77.78	88.89	44.44	100.00	100.00	100.00	88.89	88.89	66.67	83.33	
		黃	57.14	71.43	100.00	85.71	71.43	71.43	85.71	85.71	71.43	14.29	71.43	
		青	42.86	28.57	0.00	14.29	28.57	28.57	14.29	14.29	28.57	85.71	28.57	
		紫	11.11	55.56	11.11	11.11	44.44	0.00	11.11	22.22	11.11	0.00	17.78	
		黑	88.89	44.44	88.89	88.89	55.56	100.00	88.89	77.78	88.89	100.00	82.22	
	藍不藍	藍	85.71	42.86	85.71	100.00	100.00	100.00	100.00	85.71	85.71	100.00	88.57	
		紅	14.29	57.14	14.29	0.00	0.00	0.00	14.29	14.29	0.00	11.43	11.43	
		黃	88.89	88.89	77.78	88.89	11.11	88.89	88.89	88.89	88.89	55.56	77.78	
		青	11.11	11.11	22.22	11.11	77.78	11.11	0.00	11.11	11.11	44.44	21.11	
		紫	16.67	0.00	33.33	33.33	0.00	0.00	50.00	33.33	33.33	0.00	20.00	
		黑	83.33	100.00	66.67	66.67	66.67	100.00	100.00	50.00	66.67	66.67	100.00	83.33
五分鐘	紅不紅	紅	100.00	83.33	100.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	100.00	86.67	
		藍	0.00	16.67	0.00	33.33	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	0.00	13.33	
		黃	16.67	16.67	16.67	33.33	50.00	16.67	0.00	16.67	16.67	16.67	20.00	
		青	83.33	83.33	83.33	66.67	50.00	83.33	100.00	83.33	83.33	83.33	100.00	86.67
		紫	83.33	83.33	83.33	66.67	100.00	83.33	66.67	100.00	100.00	100.00	86.67	
		黑	16.67	16.67	16.67	33.33	0.00	16.67	33.33	0.00	0.00	0.00	13.33	
	藍不藍	藍	83.33	66.67	100.00	83.33	66.67	66.67	83.33	83.33	66.67	100.00	80.00	
		紅	16.67	33.33	0.00	16.67	33.33	33.33	16.67	16.67	33.33	0.00	20.00	
		黃	16.67	33.33	0.00	16.67	33.33	0.00	16.67	33.33	33.33	0.00	18.33	
		青	83.33	66.67	100.00	83.33	66.67	100.00	83.33	66.67	66.67	100.00	81.67	
		紫	0.00	33.33	33.33	16.67	16.67	16.67	0.00	16.67	0.00	16.67	15.00	
		黑	16.67	16.67	16.67	16.67	0.00	33.33	16.67	0.00	16.67	16.67	15.00	
十分鐘	紅不紅	紅	83.33	83.33	83.33	83.33	100.00	66.67	83.33	100.00	83.33	83.33	86.67	
		藍	100.00	66.67	66.67	83.33	83.33	83.33	100.00	83.33	100.00	83.33	85.00	
		黃	16.67	16.67	16.67	16.67	0.00	33.33	16.67	0.00	16.67	16.67	15.00	
		青	83.33	83.33	83.33	83.33	100.00	66.67	83.33	100.00	83.33	83.33	86.67	
		紫	100.00	66.67	83.33	66.67	100.00	100.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	
		黑	0.00	33.33	16.67	33.33	0.00	0.00	33.33	16.67	16.67	16.67	16.67	
	藍不藍	藍	100.00	66.67	66.67	83.33	83.33	83.33	100.00	83.33	100.00	83.33	85.00	
		紅	16.67	16.67	16.67	16.67	0.00	33.33	16.67	0.00	16.67	16.67	15.00	
		黃	16.67	16.67	16.67	16.67	0.00	33.33	16.67	0.00	16.67	16.67	15.00	
		青	83.33	83.33	83.33	83.33	100.00	66.67	83.33	100.00	83.33	83.33	86.67	
		紫	100.00	66.67	83.33	66.67	100.00	100.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	
		黑	0.00	33.33	16.67	33.33	0.00	0.00	33.33	16.67	16.67	16.67	16.67	

### 十、觀察在磁場的蓋斑鬥魚

#### (一) 蓋斑鬥魚在磁場中的生理變化

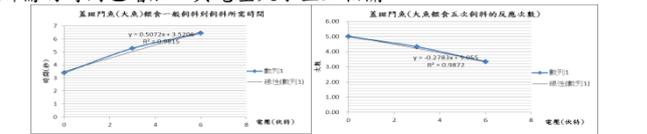
不論是大魚或是中魚，在電壓增加的情形，每十秒中胸鰭振動的次數都顯著的增加，並且與電壓大小呈正相關。而胸鰭振動幅度大魚及中魚的振動的幅度與電壓大小相關性不大。此外，大魚尾鰭振動次數與電壓大小沒有顯著的相關，而中魚的尾鰭振動次數與電壓呈正相關。然而不論是大魚或中魚的尾鰭振動的幅度與電壓都呈正相關。不論是中魚或是大魚在實驗箱中上下移動的次數以及距離都比左右移動的次數及距離來的少，並且與外加的電壓大小相關性不大。



圖二十六、蓋斑鬥魚胸鰭及尾鰭生理變化與電壓大小相關性

#### (二) 在磁場中對於食物的偏好

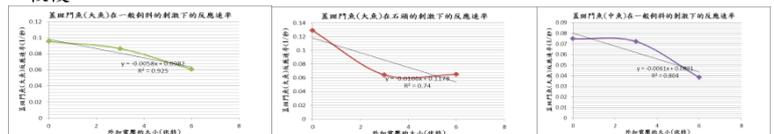
蓋斑鬥魚的大魚及中魚在磁場中偏好的食物依舊以一般飼料及白吐司為主，尤其是一般飼料，然而在磁場中對於飼料的偏好程度似乎較差，此外到達飼料所需的時間也增加，與電壓大小呈正相關。



圖二十八、蓋斑鬥魚選擇一般飼料次數以及選擇反應時間與電壓的相關性

#### (三) 在磁場中對於環境的觀察

實驗中我們觀察到在外加磁場的情形下，不論是3V或是6V的情形下，蓋斑鬥魚會與原本物體丟下去的方向產生相反的移動方向，也就是外加磁場會使蓋斑鬥魚產生方向的混淆，而轉錯方向後，蓋斑鬥魚會再重新尋找物體的位置，最後依舊會抵達原本丟下物體的位置。而每個方向轉錯的次數的差不大。蓋斑鬥魚在不同磁場強度下反應速率是否有影響不論是中魚或是大魚在較強的電壓下，反應速率都呈現比較慢的狀況，顯示在外加磁場的情形下蓋斑鬥魚因為無法正確判斷方向，而導致到震動物體處的時間受到延遲，反應速率也比較慢。



圖三十、蓋斑鬥魚在外加磁場下對物質刺激的反應速率及電壓大小相關性

#### (四) 在磁場中對於光的反應

我們觀察了在3V外加電壓活動的大魚七隻及中魚八隻，其結果與沒有外加電壓的狀況相似。在磁場中對於顏色的偏好  
實驗後發現不論是在3V或6V的電壓，磁場大小並沒有影響蓋斑鬥魚對於顏色的選擇，不論大魚或中魚依舊偏好黑色的顏色，不偏好無色的顏色。

#### (五) 在磁場中對於水深的偏好

即使在外加磁場的情況下，蓋斑鬥魚的大魚皆在實驗箱底部，並沒有因為外加的電壓而改變偏好棲息在底部的行為，此外也沒有因為外加磁場而改變頭朝上的棲息行為

#### (六) 在磁場中對於水中分布的偏好

在外加電壓的情形下，大魚每分鐘觀察都變換位置，顯示電壓的變換對於大魚的影響。



圖三十四、蓋斑鬥魚在外加電壓下停留的位置數目

#### (八) 在磁場中對於記憶能力的影響

不論是蓋斑鬥魚的中魚或是大魚，在有無外加電壓的狀況下，實驗中都會選擇沒有受到干擾的顏色區塊，顯示實驗中的磁場強度並不影響蓋斑鬥魚的記憶能力。

#### 十一、測試蓋斑鬥魚的跳躍能力

在我們所設計的彈跳實驗裝置，蓋斑鬥魚在裝置中學習後並沒有彈跳的反應，反而在原來位置靜止，需要再改善實驗裝置。

#### 十二、蓋斑鬥魚在不同水流速度下的反應

我們測試了兩種不同的水流速度，發現不論是大魚或是中魚都會逆流而上，而避免被水流沖走，流速較快的水流蓋斑鬥魚逆流的流速較慢，只有中魚有少部分會隨水流沖走的現象。

#### 陸、討論

##### 一、在磁場中蓋斑鬥魚的基本生理反應

在磁場改變的情形下，我們觀察到蓋斑鬥魚較為緊張，活動不似平常以靜置在某一個的狀態，而胸鰭及尾鰭的震動次數增加可以使蓋斑鬥魚較能變態緊急狀況，在環境中型體較小的魚比較容易遇到危機，也因此實驗中較小的中魚反應較大魚更為顯著。

##### 二、蓋斑鬥魚覓食偏好與磁場之間的關係

隨著磁場強度增加，對大魚投食的食物後取食的反應次數減少，此外從投一般飼料到大魚吃東西的時間而隨著磁場強度增加而增加，顯示磁場對於蓋斑鬥魚覓食行為造成影響。我們推測原因在於丟下食物後，蓋斑鬥魚必須充分辨別飼料的方向，以及水面上震動的反應，磁場的強弱會影響生物方向的辨別，蓋斑鬥魚在我們所製造的磁場中不容易辨別正確的方向，也因此使得進食速度減慢以及反應次數減少。

##### 三、蓋斑鬥魚對於環境觀察與磁場之間的關係

外加磁場之後，蓋斑鬥魚出現方向轉錯的情形，轉錯的方向與原本丟下物體的方向剛好相反，並且會延遲抵達物體的時間，反應速率也與電壓大小成反比。顯示磁場的變化會影響蓋斑鬥魚方向的判斷。

##### 四、蓋斑鬥魚對於水中位置分布與磁場之間的關係

在沒有磁場的情形下，蓋斑鬥魚的大魚及中魚都會選在實驗箱邊緣或角落棲息或是有遮蔽物的區域，然而外加磁場後，蓋斑鬥魚每一分鐘都會變換位置。

##### 五、與磁場之間關係不顯著的行為(環境明暗選擇、顏色偏好、記憶實驗以及水深偏好)

在磁場改變的情形下，我們觀察到蓋斑鬥魚較為緊張，活動不似平常以靜置在某一個的狀態，而胸鰭及尾鰭的震動次數增加可以使蓋斑鬥魚較能變態緊急狀況，在環境中型體較小的魚比較容易遇到危機，也因此實驗中較小的中魚反應較大魚更為顯著。

#### 柒、參考文獻

(一) 國中自然與生活科技課本第二冊，南一出版社