

# 教育部109學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱： (49) 原住民族文化之科學智慧探討—Let's go mu'qulih

主持人： 劉亞汶 共同主持人：吳宗憲、張琇儀

電子信箱： yeawenn@gmail.com

執行單位： 新北市立烏來國民中小學

## 一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：無

4. 辦理活動或研習會對象：無

5. 參加活動或研習會人數：無

6. 參加執行計畫人數：5人

7. 辦理/執行成效：

- (1) 學生學會傳統魚叉製作方式，傳承泰雅族狩獵工藝。
- (2) 學生學會以科學的角度來詮釋泰雅祖先的傳統智慧，應用資訊軟體來分析魚叉飛行的軌跡，以科學的角度找出製作魚叉的最佳化條件。
- (3) 學生實際參與泰雅族原住民部落在夏季的漁獵活動，並了解魚叉的工作原理。
- (4) 讓學生從本計畫中系統化學習魚叉工作原理及運動軌跡分析，參加原住民族文化科教獎榮獲銀熊獎，分享學習心得以提升科學學習效能及自信心。

## 二、計畫目的

泰雅人在溪流捕獲的主要有石賓魚、香魚、馬口魚、苦花魚等，這些也是他們飲食中主要的蛋白質來源。捕魚(泰雅語 mu' qulih)的方法有射魚法、叉魚法、筌魚法三種，本計畫主要探討潛水射魚法。

泰雅族人潛入水中以魚叉為工具捕魚的方式稱為潛水射魚法。使用的工具是以箭竹製成的魚叉桿，魚叉頭的前端為以五或六條不銹鋼條製成的倒刺，魚叉後端則綁有橡皮。射魚時將橡皮拉在手中，看見目標時利用橡皮的彈力將魚叉射出，射中後可將魚獲及魚叉一同回收，是非常環保的捕魚方式。

採用此種方法捕魚的泰雅族人，須具備相當的體力、耐力與技術，對溪流環境及魚類的習性十分熟悉，才能捕獲獵物。在夏季射魚時，要穿上潛水衣，戴上蛙鏡，夜晚則會加上頭燈或者是手持手電筒。在過去蛙鏡還沒有出現之前，泰雅族人會利用夜晚魚群在岸邊休息時，用火把照明，吸引魚群來進行漁獵活動。

本計畫希望可以達到以下目的：

- (一)工欲善其事，必先利其器。學習傳統魚叉製作方式，傳承泰雅族狩獵工藝。
- (二)以科學的角度來詮釋泰雅祖先的傳統智慧，應用資訊軟體來分析魚叉飛行的軌跡，以科學的角度找出製作魚叉的最佳化條件
- (三)射魚是傳統泰雅族原住民部落在夏季所進行的漁獵活動，並了解魚叉的工作原理。

### 三、研究方法

(一)到馬里光部落訪談耆老尤命哈用，學習魚叉製作方式。

魚叉製作步驟	照 片
<p>(一)製作魚叉桿</p> <p>採集三年生的箭竹(直徑約12公釐)，除去枝葉，生火燒烤箭竹進行調整使竹桿變直，再以山刀削去竹節，接著日曬至乾燥後方能作為魚叉桿。</p>	
<p>(二)製作魚叉頭</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取一支12公分長，直徑3公釐的不鏽鋼條，用鐵鎚將其中一端敲成扁平狀。</li> <li>2. 用銼刀在敲扁的不鏽鋼條上刻出倒刺的痕跡，再以菜刀切出成行的倒刺，最後用銼刀將倒刺磨利。</li> <li>3. 用砂輪機將魚叉頭磨尖、磨利。</li> <li>4. 將魚叉頭的另一端鋼條也用砂輪機磨成錐狀。</li> <li>5. 一隻魚叉需要6支魚叉頭。</li> </ol>	 
	

### (三) 連接魚叉桿與魚叉頭

1. 拿一根直徑12.5公釐，3公分長的不鏽鋼管，套在箭竹材質的魚叉桿上，若箭竹太粗可以用山刀削去部分以符合不鏽鋼管的大小。
2. 在鋼管中放入6支魚叉頭，先以尼龍繩暫時綑綁固定，以山刀將魚叉頭敲入鋼管中固定。
3. 用老虎鉗將魚叉頭倒刺轉向內側，讓倒刺面向圓心。
4. 用老虎鉗將魚叉頭基座處彎曲，使魚叉頭略向外散開，再以鐵絲纏繞綁緊以固定魚叉頭。



### (四) 綁上橡皮

1. 在魚叉桿末端，以黑色膠帶纏繞數圈，增加魚叉桿強度。
2. 以瓦斯噴槍加熱錐子後，於

魚叉桿末端兩段黑色膠帶間  
鑽一個孔，將水線穿過孔洞  
後打結。

3. 將橡皮管以雙套結綁在尼龍  
繩上，完成魚叉製作。



(二)自行製作魚叉




感謝馬里光部落尤命哈用耆老指導

(三) 向耆老學習射魚




感謝家長會副會長張仁傑先生指導

(四)製作魚靶--高密度泡棉魚

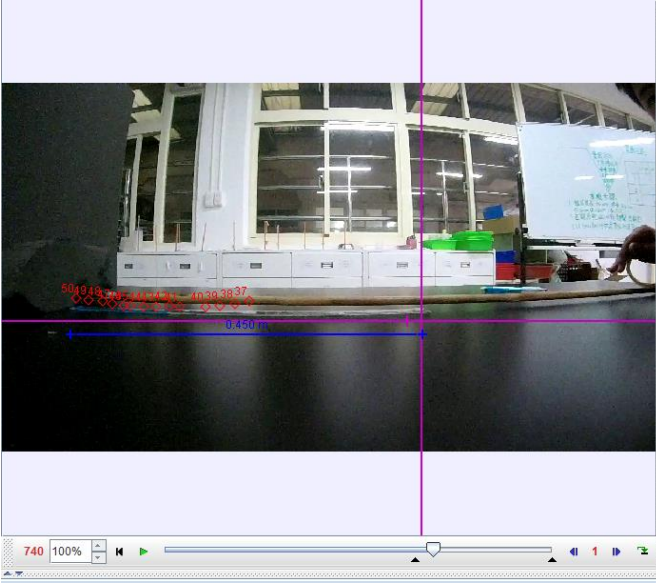
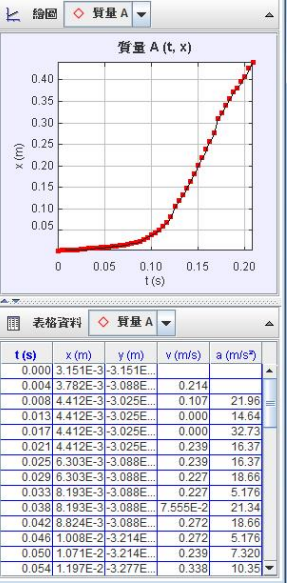
名稱	高密度泡棉魚
照片	
說明	依據溪流中的魚類大小及形狀，於高密度泡棉上繪製並剪下，作為魚靶。

(五)在實驗室以運動攝影機錄製模擬射魚影片

名稱	錄製影片
照片	
說明	以 SJ8 PRO 運動攝影機拍攝射魚影片並存檔，作為 Tracker 分析之用。



(六)以 Tracker 軟體進行魚叉飛行的軌跡分析

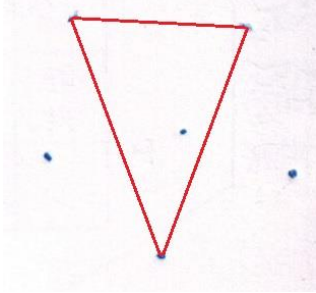
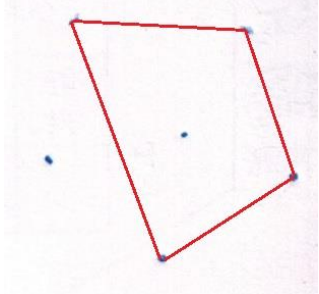
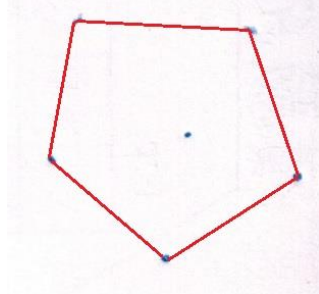
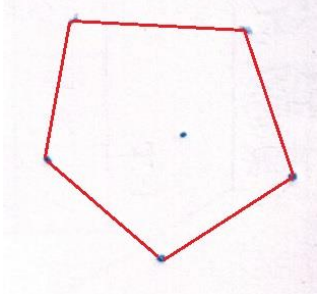
名稱	魚叉飛行軌跡分析																																																																												
照片		 <table border="1" data-bbox="1098 696 1385 965"> <thead> <tr> <th>t (s)</th> <th>x (m)</th> <th>y (m)</th> <th>v (m/s)</th> <th>a (m/s<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.000</td><td>3.151E-3</td><td>-3.151E...</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.004</td><td>3.782E-3</td><td>-3.088E...</td><td>0.214</td><td></td></tr> <tr><td>0.008</td><td>4.412E-3</td><td>-3.025E...</td><td>0.107</td><td>21.96</td></tr> <tr><td>0.013</td><td>4.412E-3</td><td>-3.025E...</td><td>0.000</td><td>14.64</td></tr> <tr><td>0.017</td><td>4.412E-3</td><td>-3.025E...</td><td>0.000</td><td>32.73</td></tr> <tr><td>0.021</td><td>4.412E-3</td><td>-3.025E...</td><td>0.239</td><td>16.37</td></tr> <tr><td>0.025</td><td>6.303E-3</td><td>-3.088E...</td><td>0.239</td><td>16.37</td></tr> <tr><td>0.029</td><td>6.303E-3</td><td>-3.088E...</td><td>0.227</td><td>18.66</td></tr> <tr><td>0.033</td><td>8.193E-3</td><td>-3.088E...</td><td>0.227</td><td>5.176</td></tr> <tr><td>0.038</td><td>8.193E-3</td><td>-3.088E...</td><td>7.565E-2</td><td>21.34</td></tr> <tr><td>0.042</td><td>8.824E-3</td><td>-3.088E...</td><td>0.272</td><td>18.66</td></tr> <tr><td>0.046</td><td>1.008E-2</td><td>-3.214E...</td><td>0.272</td><td>5.176</td></tr> <tr><td>0.050</td><td>1.071E-2</td><td>-3.214E...</td><td>0.239</td><td>7.320</td></tr> <tr><td>0.054</td><td>1.197E-2</td><td>-3.277E...</td><td>0.338</td><td>10.35</td></tr> </tbody> </table>	t (s)	x (m)	y (m)	v (m/s)	a (m/s <sup>2</sup> )	0.000	3.151E-3	-3.151E...			0.004	3.782E-3	-3.088E...	0.214		0.008	4.412E-3	-3.025E...	0.107	21.96	0.013	4.412E-3	-3.025E...	0.000	14.64	0.017	4.412E-3	-3.025E...	0.000	32.73	0.021	4.412E-3	-3.025E...	0.239	16.37	0.025	6.303E-3	-3.088E...	0.239	16.37	0.029	6.303E-3	-3.088E...	0.227	18.66	0.033	8.193E-3	-3.088E...	0.227	5.176	0.038	8.193E-3	-3.088E...	7.565E-2	21.34	0.042	8.824E-3	-3.088E...	0.272	18.66	0.046	1.008E-2	-3.214E...	0.272	5.176	0.050	1.071E-2	-3.214E...	0.239	7.320	0.054	1.197E-2	-3.277E...	0.338	10.35
t (s)	x (m)	y (m)	v (m/s)	a (m/s <sup>2</sup> )																																																																									
0.000	3.151E-3	-3.151E...																																																																											
0.004	3.782E-3	-3.088E...	0.214																																																																										
0.008	4.412E-3	-3.025E...	0.107	21.96																																																																									
0.013	4.412E-3	-3.025E...	0.000	14.64																																																																									
0.017	4.412E-3	-3.025E...	0.000	32.73																																																																									
0.021	4.412E-3	-3.025E...	0.239	16.37																																																																									
0.025	6.303E-3	-3.088E...	0.239	16.37																																																																									
0.029	6.303E-3	-3.088E...	0.227	18.66																																																																									
0.033	8.193E-3	-3.088E...	0.227	5.176																																																																									
0.038	8.193E-3	-3.088E...	7.565E-2	21.34																																																																									
0.042	8.824E-3	-3.088E...	0.272	18.66																																																																									
0.046	1.008E-2	-3.214E...	0.272	5.176																																																																									
0.050	1.071E-2	-3.214E...	0.239	7.320																																																																									
0.054	1.197E-2	-3.277E...	0.338	10.35																																																																									
說明	<p>以 Tracker 軟體進行魚叉飛行的軌跡分析，並取得速度、加速度等物理量。</p>																																																																												

#### 四、研究成果

(一)魚叉頭數量與接觸面積的關係：當魚叉頭數量越多時，魚叉頭圍起來的面積越

大，代表魚叉可和魚接觸的面積越大，射出後命中機率也越高；而五叉和六叉雖


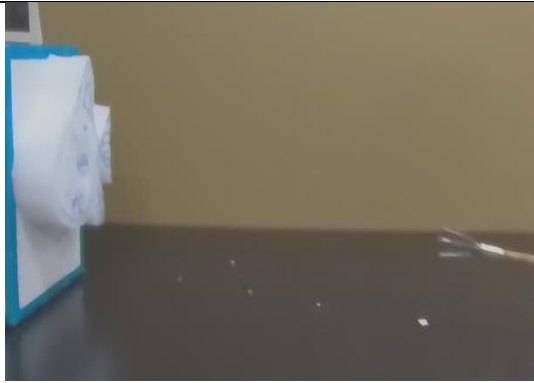


接觸面積相同，使用六叉較五叉更有機會捕獲體型較小的魚類。

1	2	3
		
4	5	6
		

(二)魚叉頭形狀的刺入深度的關係


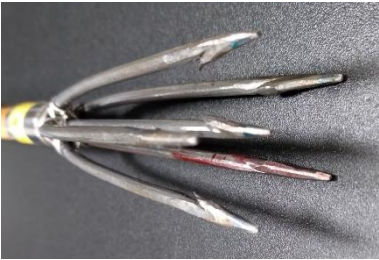
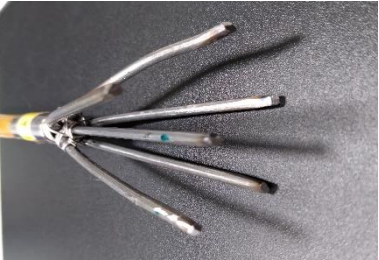
魚叉距離魚靶60公分，魚叉橡皮拉長50公分，射向魚靶重複三次，測量魚叉頭次入魚靶深度，取平均值。

依據實驗結果發現錐狀魚叉頭與魚身接觸點的面積 < 圓形魚叉頭與魚身接觸點的面積，若魚叉以相同的力量刺中魚的身體，可產生較大壓力而刺入較深。

	錐狀	圓形
照片		
接觸點面積比較		
刺入深度	1.8 公分	無法刺入

### (三)魚叉頭有無倒刺與魚叉可承受魚重的關係

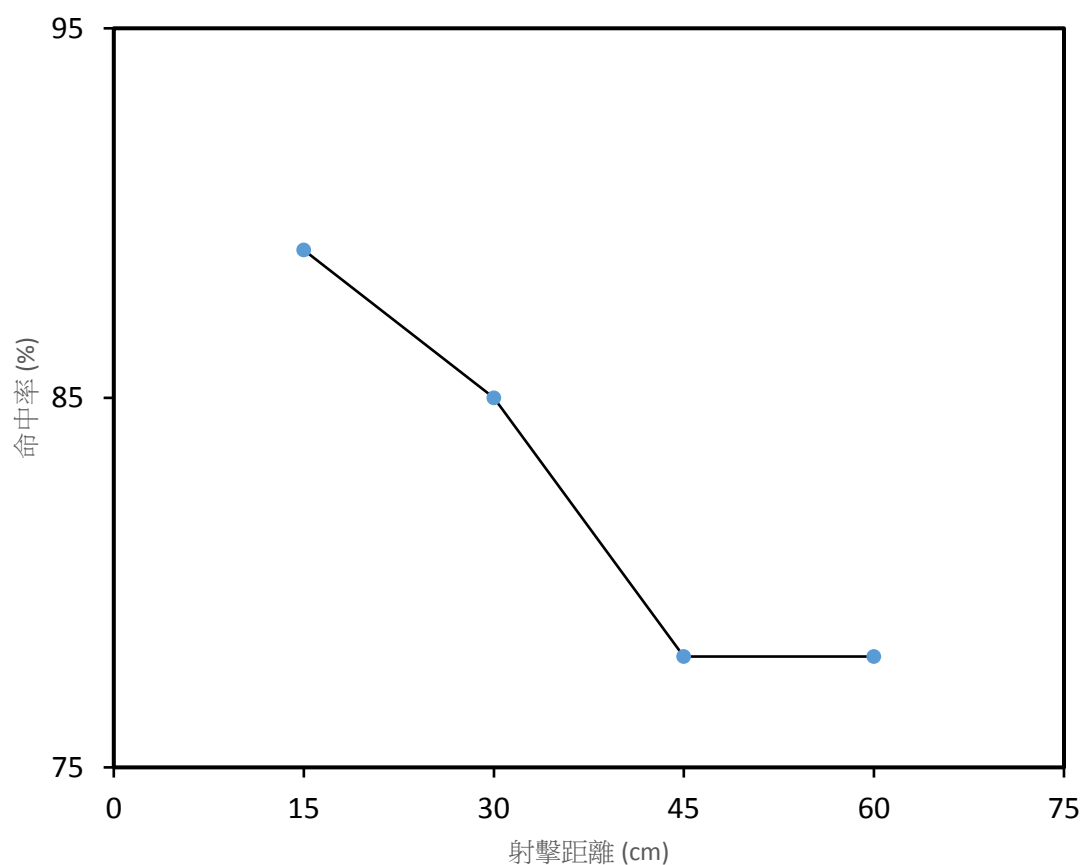
魚叉刺入魚靶深度2公分，改變魚靶重量，測量魚叉可承受魚靶的重量的極限，測量三次取平均值。實驗結果發現倒刺的設計可降低被射中魚的逃脫機率，也能承受較重的重量。

照片	有倒刺	無倒刺
		
承受最大魚重 (kgw)	3.5 kgw	0.6 kgw

#### (四)射擊距離與命中率的關係

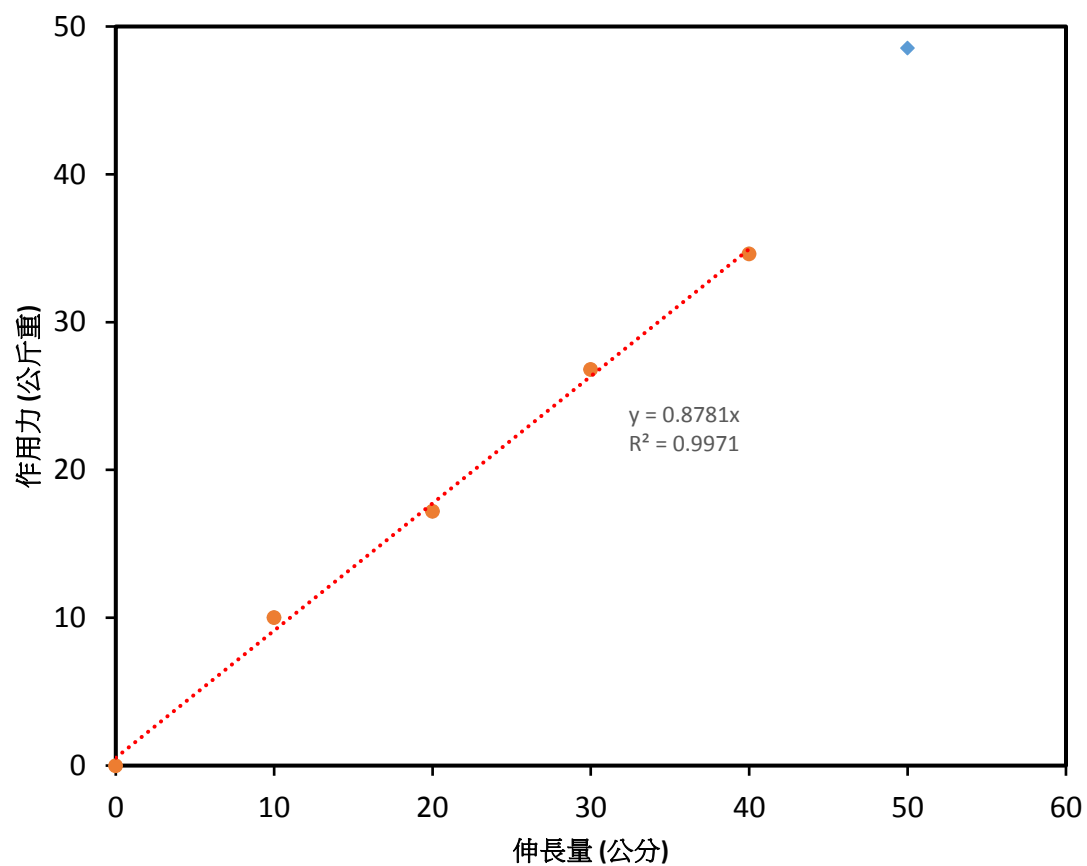
魚叉橡皮拉長50公分後，於不同射擊距離將魚叉射向魚靶，每個距離各射擊20次後計算命中率。依據實驗結果發現，命中率隨著射擊距離拉長而降低，但由於實際射魚時不能因瞄準而驚擾到魚群。因此，本實驗將射擊距離設定於60公分。

射擊距離	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm
命中率	89%	85%	78%	78%



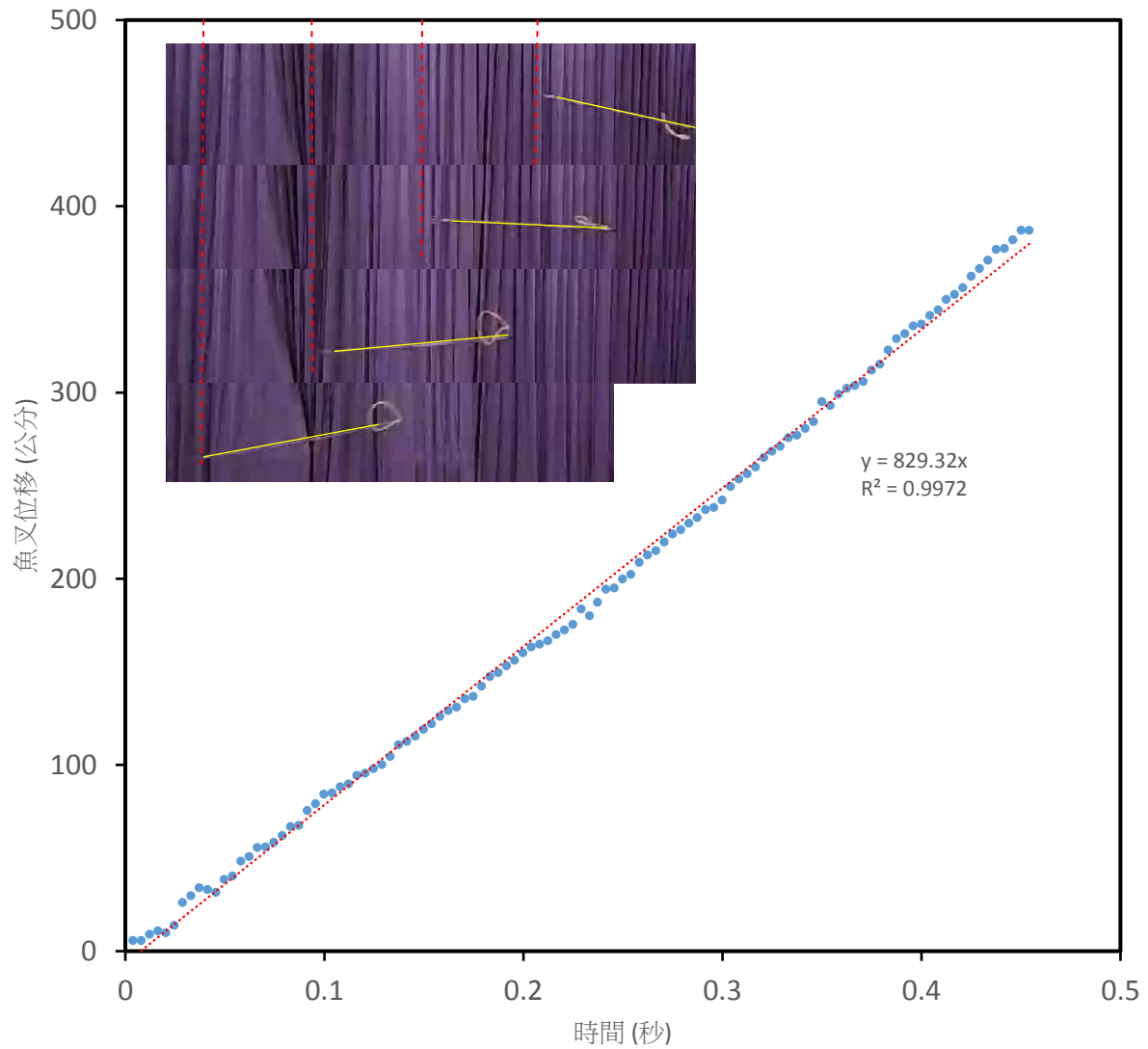
(五)橡皮伸長量與拉力間的關係：橡皮伸長量越大，產生的作用力就越大；但當作用力超過48.54公斤重時，魚叉橡皮將無法恢復原長。

橡皮伸長量 (cm)	10	20	30	40	50
拉力(kgw)	10.03	17.22	26.82	34.63	48.54



(六)魚叉飛行軌跡分析：將橡皮拉撐至極限後射出魚叉，發現魚叉飛行軌跡為拋物線。

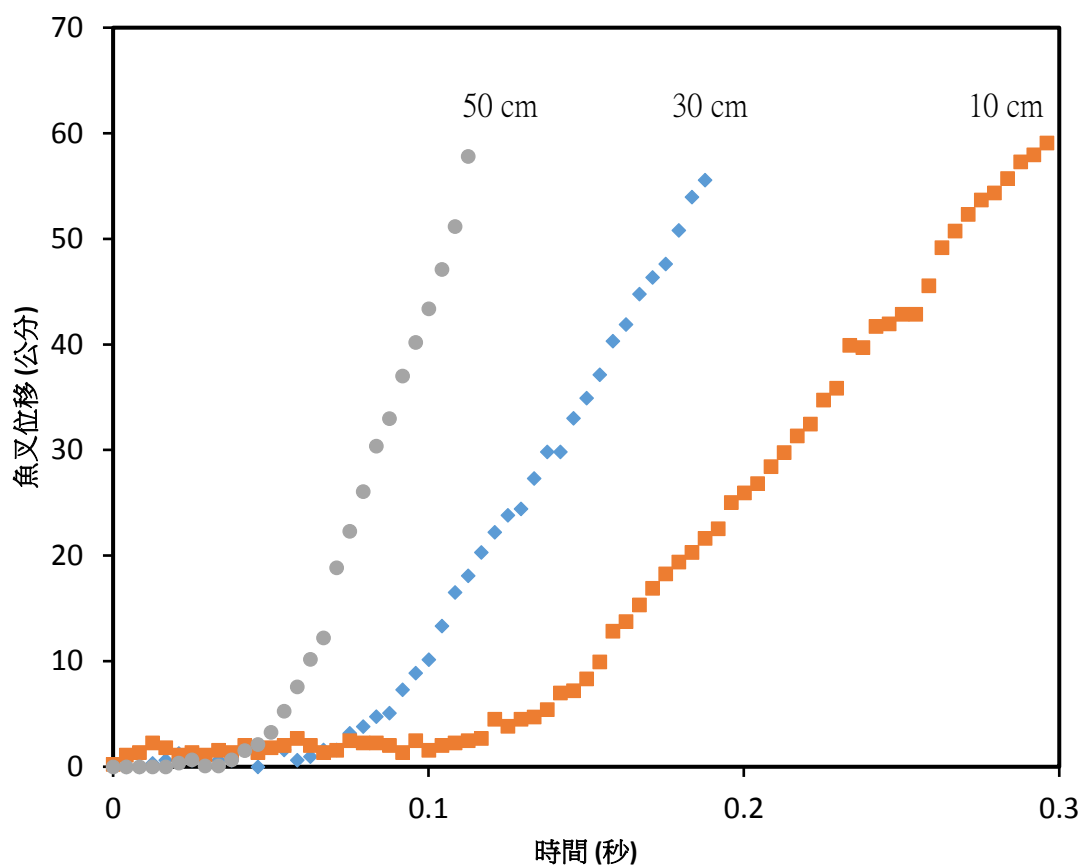
記錄其在水平方向上的軌跡，則以等速率向前飛行。



(七)橡皮伸長量與魚叉飛行速度的關係 (固定射程為60 cm)

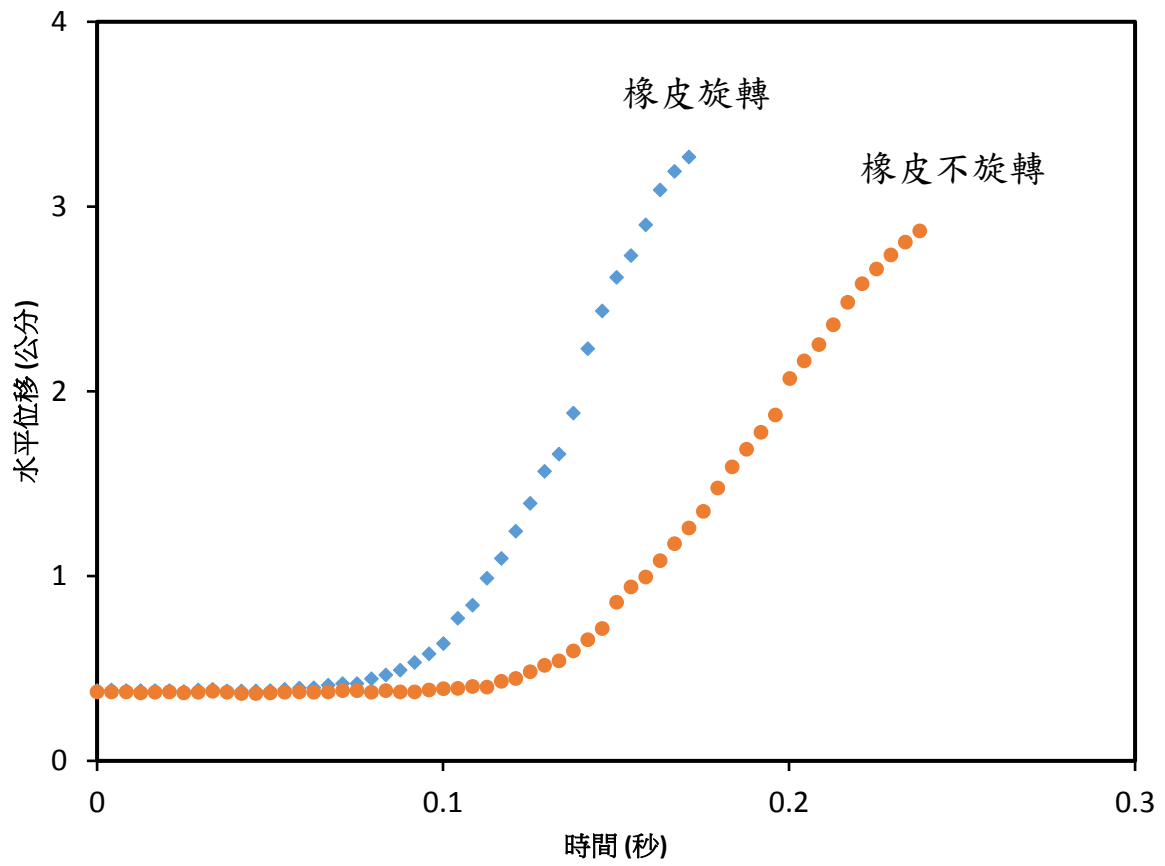
橡皮伸長量越大，魚叉水平方向位移的速度越快，命中魚靶的時間也越短。

橡皮伸長量 (cm)	10	20	30	40	50
平均速度 (cm/s)	283	328	341	435	541

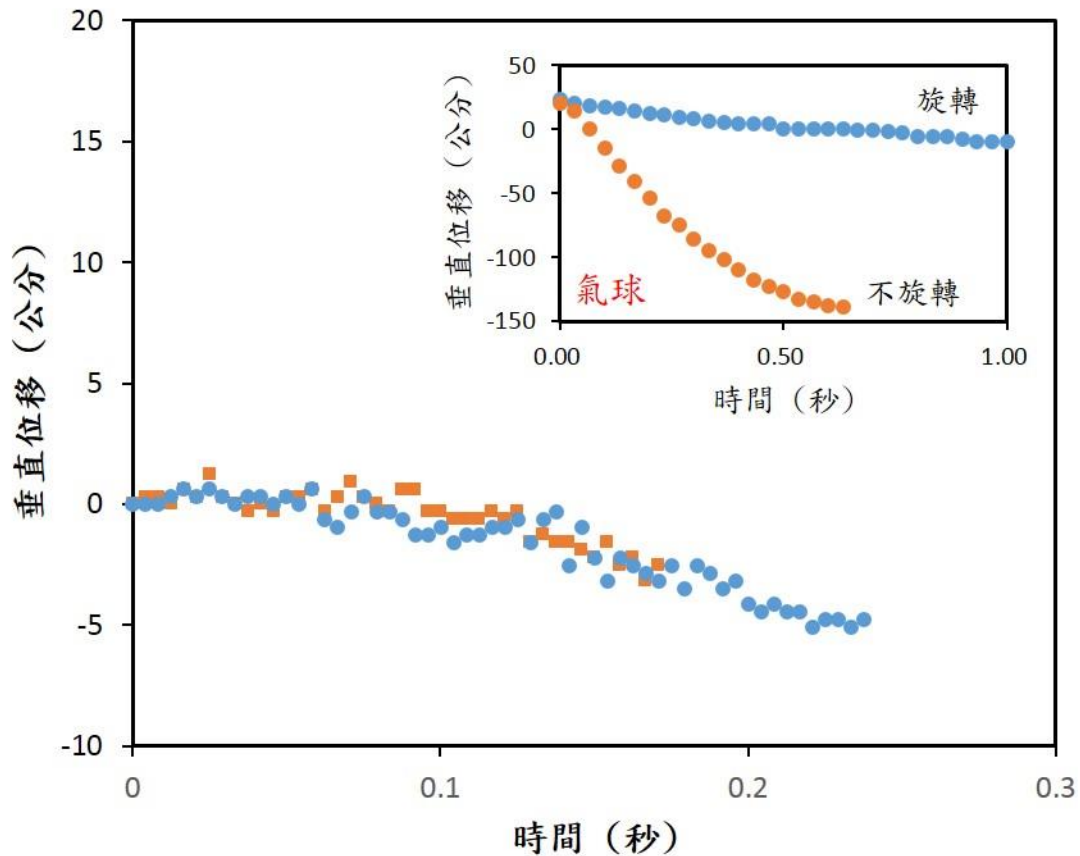




(八)旋轉魚叉橡皮對於叉水平飛行軌跡的影響：魚叉橡皮旋轉後射出魚叉，可使魚叉水平飛行速度快。



(九) 旋轉魚叉橡皮對於叉垂直飛行軌跡的影響：魚叉橡皮旋轉與否對魚叉在空氣中飛行時無顯著影響；但若改為長型氣球在空氣中射出，則氣球旋轉與否對氣球維持水平飛行有顯著影響。



## 五、討論及建議 (含遭遇之困難與解決方法)

射魚是夏季的漁獵活動，本計畫主要進行時間為第一學期已是冬季，魚叉飛行軌跡相關科學探討部分僅能在實驗室中進行，原本期望於第二學期可於溪流中進行實際射魚場域的記錄及比較，但由於 covid-19 疫情進入三級警戒停課而無法實施，較為可惜，待疫情警戒解除後，希望能有機會完成。