

2016 第七屆原住民華碩科教獎

作品說明書

科 別：部落中的科學智慧與創意

組 別：國中學生組

作品名稱：Tafukor 魚我-阿美族八卦網所蘊含的科學原理

關鍵詞：八卦網、鉛錘、撒網軌跡

Tafukor 魚我-阿美族八卦網所蘊含的科學原理

摘要

本研究從 2015 年 12 月底報名至 2016 年 3 月底，歷時 3 個月，透過訪問及文獻探討了解目前阿美族人使用八卦網的現況及八卦網的使用方法，研究方法有訪問、記錄、野外實驗、室內實驗，並且利用科學工具，幫助我們更了解八卦網的科學原理。

本研究分成三個部分，第一部分，透過文獻探討及訪問，了解八卦網的使用及設計特性。第二部分，利用科學工具，了解八卦網的科學原理。第三部分，探討八卦網對於阿美族捕魚的影響，及未來展望。

壹、研究動機

六月，開車經過花蓮溪口，望見出海口有一大群人，上前查看，原來是阿美族人正在舉行「捕魚祭」。有個動作吸引了我的目光，只見一個人扭腰鬆手，一張網子成圓狀的落入水面，網子拉起來，裡面裝滿了魚。向人詢問之後，才知這個魚網有個特別的名稱，叫做「八卦網」，阿美族語為「Tafukor」。撒網的動作深深吸引我們，讓我們想知道怎樣撒網才能撒出又大又圓的網形，及如何抓到魚。

時代進步，現代科技已發展出更有效率的捕魚方式，使得傳統八卦網成為即將式微的捕魚技法，再加上現代汙染嚴重，資源耗竭，使得海洋、河川魚群數量減少，傳統形式的捕魚祭文化受到衝擊。我們希望能透過研究八卦網，了解阿美族捕魚祭文化，讓新一代的年輕人能記得先民的智慧，及探討海洋河川資源利用過度問題及其解決方法，讓捕魚文化持續流傳，不被遺忘。

貳、研究目的

- 一、探討八卦網使用方法及設計原理。
- 二、探討八卦網使用及設計的科學原理。
- 三、探討八卦網對於阿美族捕魚的影響，及未來展望。

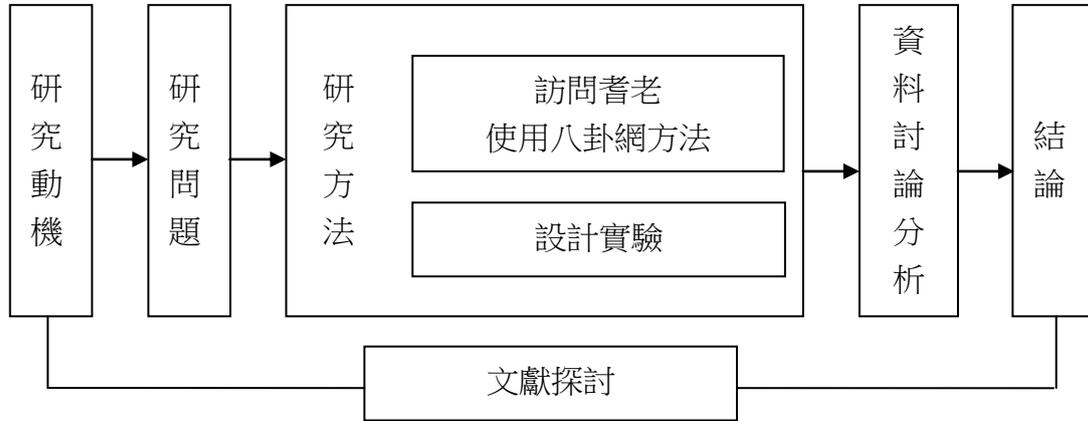
參、研究問題

為達成上述研究目的，我們設計以下七項欲探討的研究問題。

- 一、探討八卦網使用方法及設計原理。
- 二、八卦網撒網的軌跡分析。
- 三、鉛錘沉水軌跡分析。
- 四、不同數目網墜對於八卦網形狀的影響。
- 五、捕魚祭對阿美族的意義。
- 六、阿美族捕魚傳統與八卦網相關性。
- 七、阿美捕魚祭及八卦網捕魚現在面臨到的問題及其解決方法。

肆、研究方法與架構

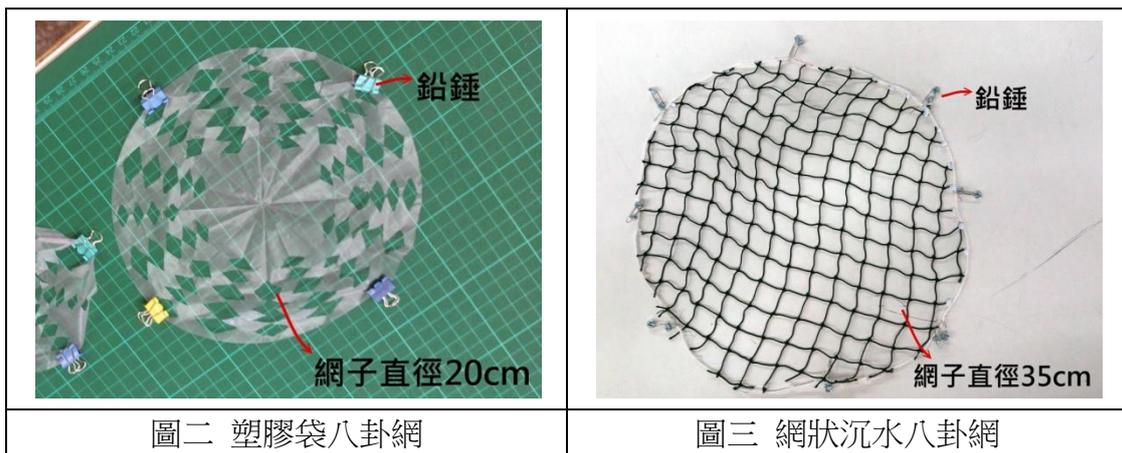
我們將以訪問耆老、設計八卦網相關實驗、文獻探討，三個方向進行，最後彙整。(圖一)



圖一 研究方法與架構圖

伍、研究設備及器材

- (一) 設備及器材：電腦、相機、三角架、方格紙、透明桶、八卦網、熱熔槍及膠條、桌球網、塑膠袋、圓規、尺、剪刀、長尾夾、塑膠袋、各式螺帽、迴紋針
- (二) 電腦軟體：Tracker、Excel 試算、Word 文書
- (三) 自製器材：塑膠袋八卦網、網狀沉水八卦網



陸、研究過程及結果

一、研究問題一：探討八卦網使用方法及設計原理

- (一) 研究方法：文獻探討及訪問
- (二) 訪問對象：

1. 耆老陳憲章阿公是花蓮縣壽豐鄉阿美族原住民，今年 78 歲，使用八

卦網有 50 年的時間。

2.周阿菊阿媽是花蓮縣光復鄉太巴塢阿美族原住民，是太巴塢望族，今年 73 歲。

(三) 研究結果：

八卦網傳統式的漁撈工具，網子由繩子、雙層網袋及鉛塊所組成。(圖四)又可稱為「手拋網」、「拋手網」等，英文稱作「cast net」，阿美族則稱「tafukor」，意義為一網打盡。

八卦網尺寸有分大小，市面上有 10 呎、12 呎、15 呎，這是相當於撒出去後網子的半徑，也可因身高或力氣量身訂做；而網目、繩子粗細也有分大小，在訪問中，耆老提到，因應要抓的魚的大小，判斷要使用網目大小及網子的粗細。



圖四 八卦網



圖五 不同尺寸的補魚網工具



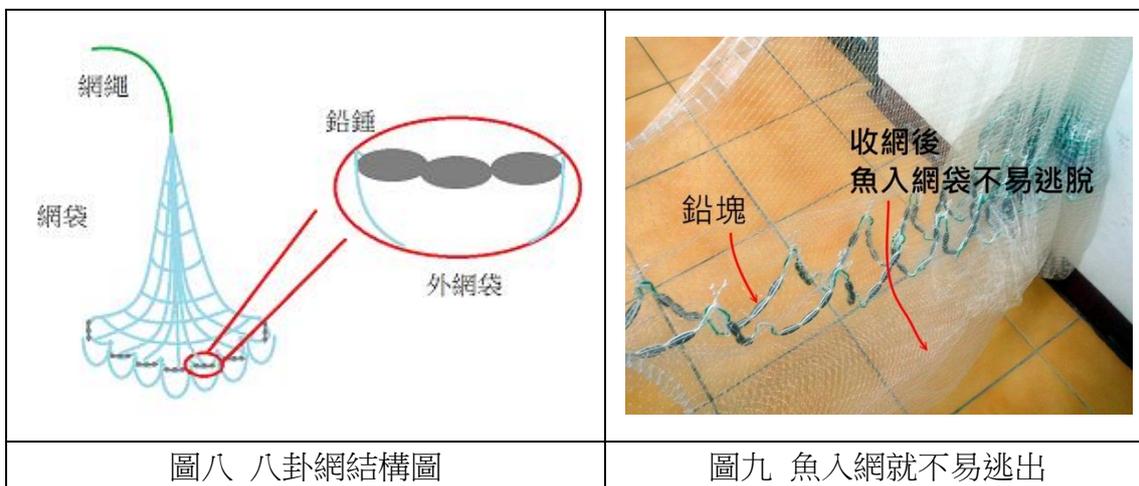
圖六 解說網目大小、繩子粗細



圖七 訪問耆老

(耆老阿公：根據要抓的魚的大小，使用不同的網。捕小魚，要用細線網目小；捕大魚，要用粗線網目大的。如果抓小魚用粗線網目大的網子，小魚會鑽洞游出去；如果抓大魚用細線網目小的網子，大魚會把網子給扯破。假如網子破了，要補網子的工具也有大有小。)(圖七)

另外阿公提到八卦網網緣圍繞著鉛塊和網袋，鉛塊能將撒出的魚網快速下沉，鉛塊越多越密，撒出去的網容易張開成圓形，網袋朝內有開口，當網子落入水中，會張開形成一個立體空間，魚群向外逃竄而進入網袋時，加上鉛塊的重力，網子快速沉到水底，魚一旦入網就不易逃出。收網時，在網目、網袋都可抓住漁獲。(圖八)



原來八卦網的構造設計和使用方式蘊含著科學原理、技巧，我們整理出兩點：

1. 為何八卦網製作成圓的

八卦網設計成圓形的，這有關數學中的「等周定理」。「等周」意思是周界的長度相等。說明在周界長度相等的封閉幾何形狀之中，以圓形的面積最大；則反面說法是面積相等的幾何形狀之中，以圓形的周界長度最小。這個說明為何八卦網設計成圓形的。所以當網子撒出去成圓狀時，網子張開的面積會達到最大，最大面積就可以捕獲最大面積的魚群。

2. 鉛錘在八卦網上的作用

在訪問中，耆老所展示的十二呎八卦網，重量約有八台斤，而鉛錘重量佔了很大比例，這是我們非常好奇，鉛塊在八卦網中除了讓魚網快速下沉之外，是否還有其他功用。

於是我們設計了實驗問題二至實驗問題四，根據八卦網不同的結構及使用的方法分別分析，期望更加了解八卦網的科學原理。

二、研究問題二：八卦網撒網的軌跡分析

(一) 研究方法：實驗測量法

(二) 研究步驟：

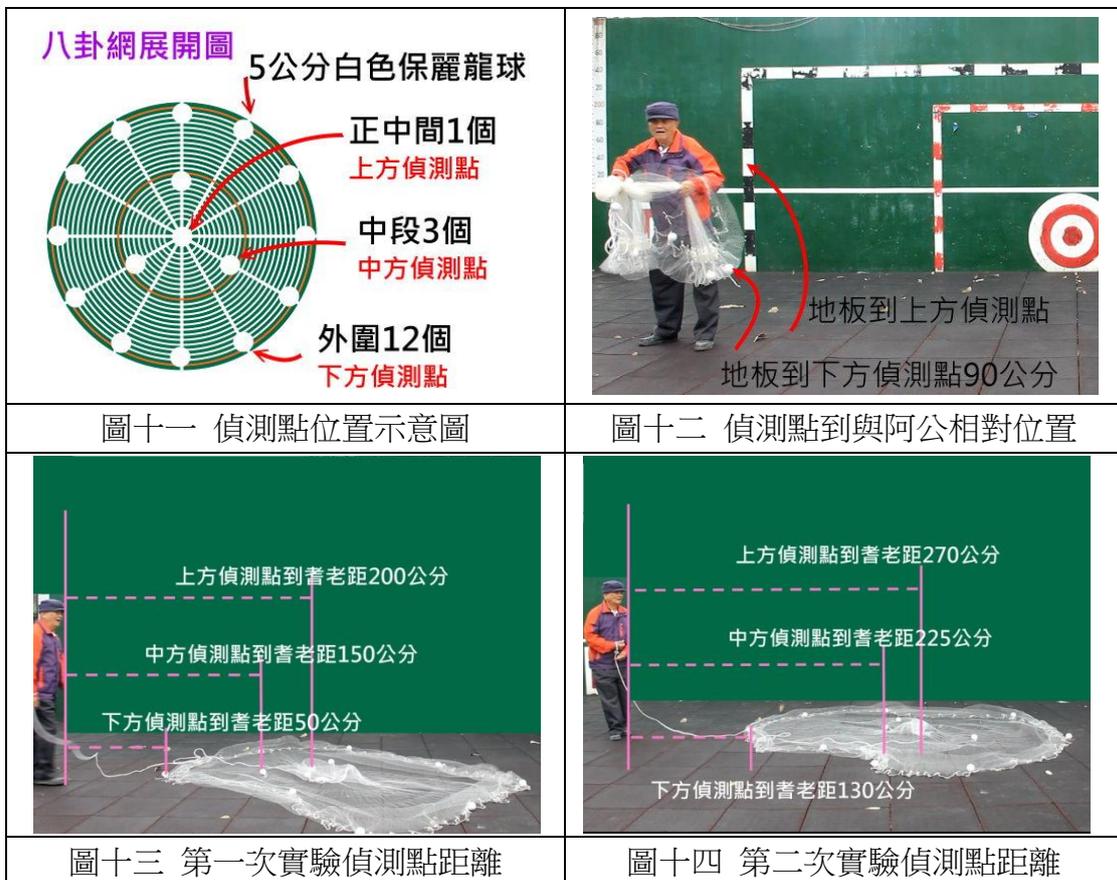
1. 在八卦網上綁上較大的偵測點，偵測點利用直徑 5 公分白色保麗龍球做成，



圖十 綁偵測點

分為上方偵測點，中方偵測點及下方偵測點，共綁了 16 個，如圖十一。上、中、下方偵測點的區分，是以人提著八卦網準備撒網的姿式來定義。

- 2.請阿公撒網，現場攝影，此次實驗的八卦網尺寸為 12 呎。
- 3.取兩次較成功的實驗，並實驗現場測量各個偵測點與撒網者的距離，用於輸入電腦計算軌跡，更具正確性。(圖十三、圖十四、表一) 為了更清楚顯示，將照片的背景去除，讓文字更凸顯出來。
- 4.將兩次較成功的影像及測量出來的數值輸入 Tracker 軟體，分析八卦網的軌跡。
- 5.將在 Tracker 軟體所得到的各項數字，整理成表一，並繪製成各種適合的統計圖。



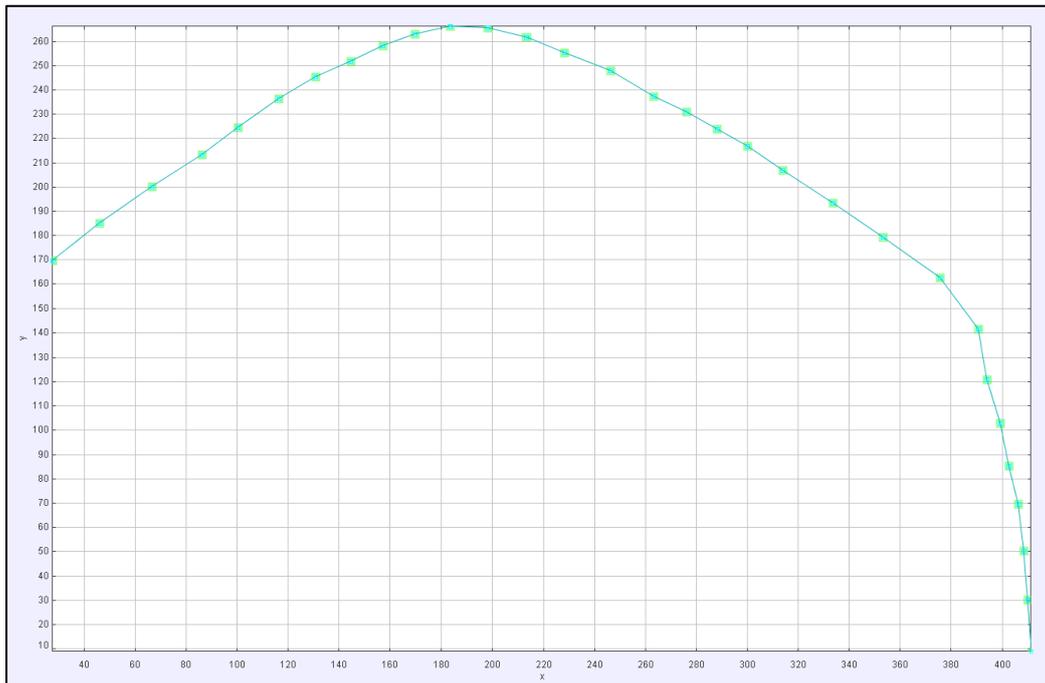
表一 各個偵測點與撒網者的距離

項目	第一次實驗	第二次實驗
地板到肩膀高度	140 公分	
地板到上方偵測點	140 公分	
地板到中方偵測點	140 公分	
地板到下方偵測點	90 公分	
撒網後網子中心到耆老距離	190 公分	270 公分

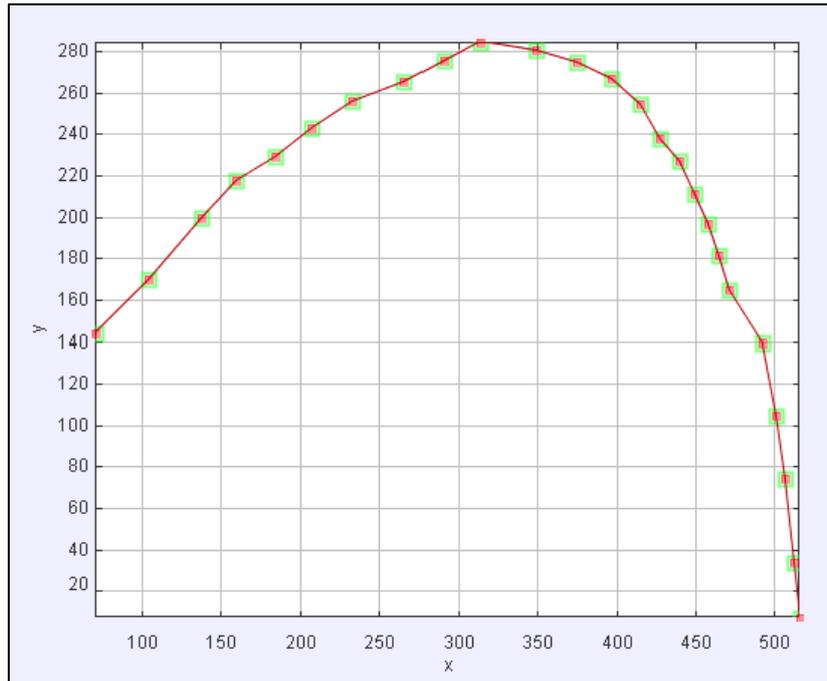
撒網後上中下偵測點 到耆老距離	上方偵測點 200 公分 中方偵測點 150 公分 下方偵測點 50 公分	上方偵測點 270 公分 中方偵測點 225 公分 下方偵測點 130 公分
--------------------	---	--

(三) 研究結果：

1.根據軌跡圖（圖十五、圖十六），可看出撒出的八卦網軌跡，不是典型的拋物線，整個過程可分為三個階段，第一階段的角度較平，網子到達最高點後，開始下降為第二階段，第三階段下降角度變大，快速下降。



圖十五 第一次實驗 X、Y 軸的變化



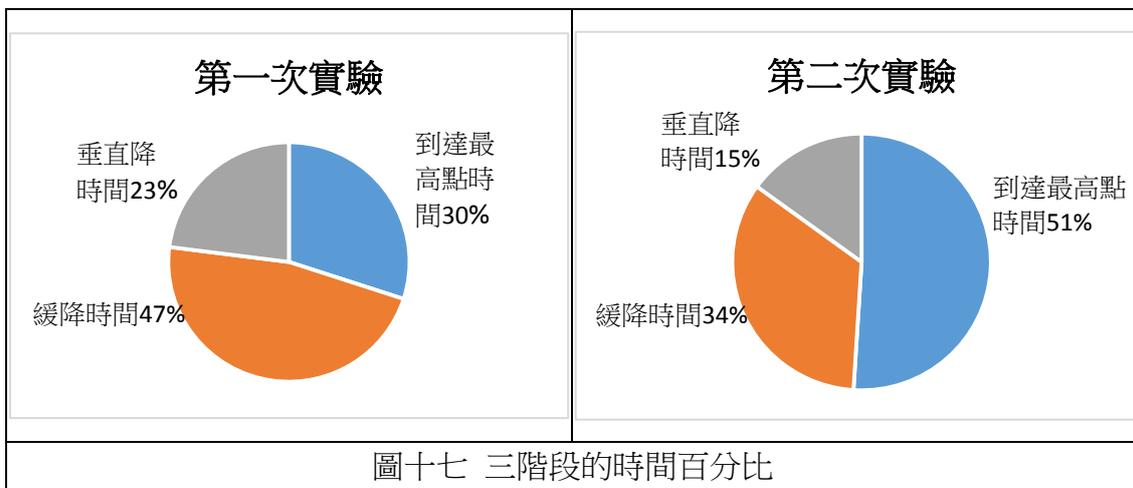
圖十六 第二次實驗 X、Y 軸的變化

- 2.第一次撒網角度為 33.3 度，飛行距離 414.05 公分，飛行最高點為 266.5 公分，第二次撒網角度為 35.6 度，飛行距離 445.8 公分，飛行最高點為 284.68 公分。由表二及圖十七，可看出撒網角度影響網子的飛行距離及所達到的最高點，即拋網角度越大，飛行距離越遠，撒網角度越大，飛行的最高點也越高。
- 3.同樣的，撒網角度會影響飛行時間，飛行至最高點的時間也有差異。第一次實驗飛行時間只有 1 秒，而第二次實驗飛行時間有 1.17 秒。第一次實驗到達最高點的時間是整個飛行時間的 1/3，第二次實驗到達最高點的時間是整個飛行時間的 1/2。

表二 撒網角度與飛行時間比較表

項目	第一次實驗	第二次實驗
撒網角度	33.3 度	35.6 度
飛行距離	414.05 公分	445.8 公分
飛行最高點	266.5 公分	284.68 公分
A：飛行時間	1	1.17
B：到達最高點時間	0.3	0.6
C：緩降時間	0.47	0.4
D：垂直降時間	0.23	0.17
B/A	0.3	0.51
C/A	0.47	0.34

D/A	0.23	0.15
拋出網的總面積	約 61544cm ²	約 61544 cm ²



- 兩次撒網角度及飛行時間都不一樣，但是經過 Tracker 軟體算出兩次所拋出的面積，都約為 61544 平方公分。
- 本次實驗用八卦網為 12 呎，網子完全張開面積為 101736 平方公分，兩次都只張開 60%，討論之後認為原因有二：
 - ① 實驗當天鋒面經過，風非常強勁。
 - ② 因為我們實驗的地點為陸地，當鉛錘碰撞地面後會再往上反彈，彈跳一下，八卦網就往內縮。

三、研究問題三：鉛錘沉水軌跡分析

(一) 研究方法：實驗測量法

(二) 研究步驟：

1. 製作八卦網，利用桌球網做一個直徑 35 公分的圓形網，外圍用熱融膠黏上一圈棉線，固定成圓形，在外圍等分成八等分，綁上八個螺帽，模擬鉛錘。(圖三)
2. 在 65 公升透明箱子裝約 7 分滿的水，在箱子前架設相機，拍攝網子下沉的影片。(圖十八)
3. 第一次實驗是直接平行於水面上放開，第二次實驗是旋轉入水，模擬撒網的方式。
4. 取兩次較清楚成功的影像及數值輸入 Tracker 軟體，透過網子邊緣的鉛錘去偵測，分析網子下沉的軌跡，
5. 將在 Tracker 軟體所得到的各項數字，整理成表三，製成各種適合的統計圖。



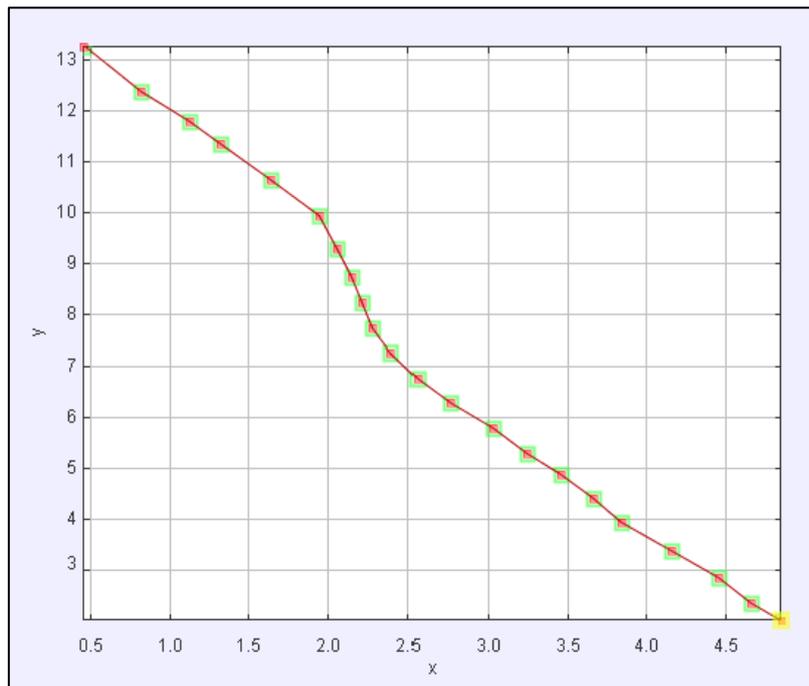
圖十八 鉛錘沉水實驗設備



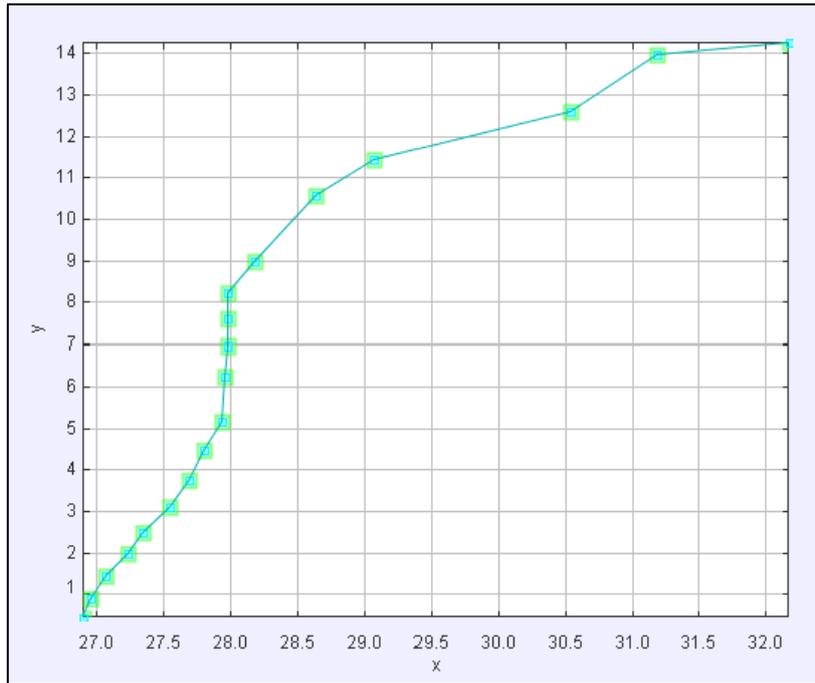
圖十九 拍攝實驗影片

(三) 研究結果：

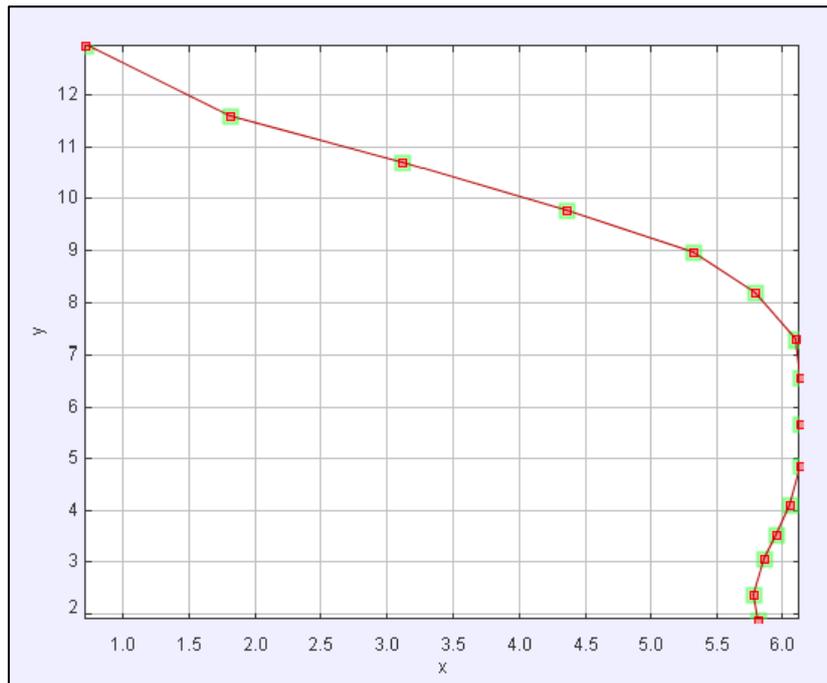
1. 根據兩次實驗鉛錘軌跡圖（圖二十-圖二十三），可看出拋出的網子下墜軌跡，落水後整個過程可分為三個階段，第一階段的網子先向內縮減，接著轉為近垂直落下，為第二階段，第三階段為緩緩向內縮減，最後落入水底。



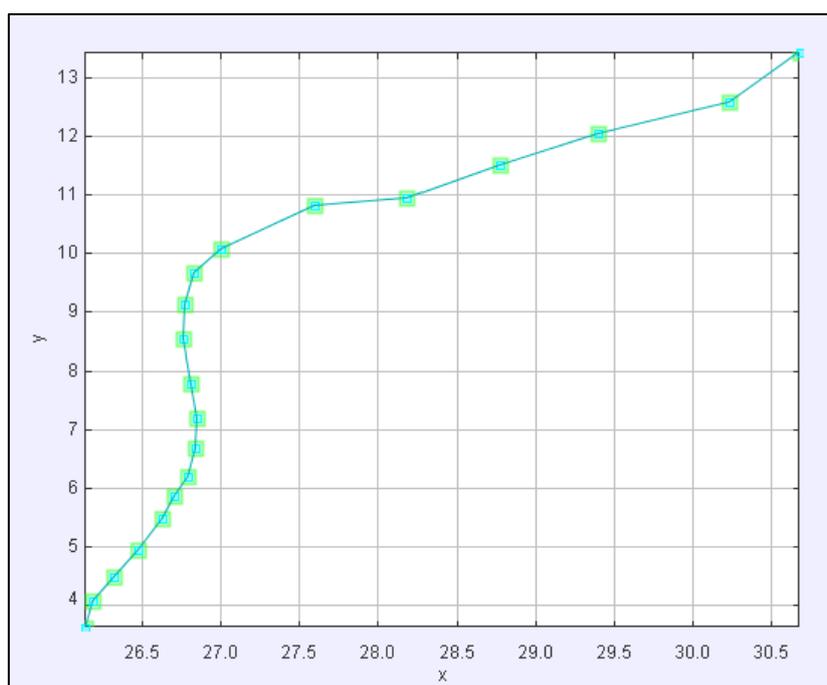
圖二十 第一次實驗左邊鉛錘 X、Y 軸的變化



圖二十一 第一次實驗右邊鉛錘 X、Y 軸的變化



圖二十二 第二次實驗左邊鉛錘 X、Y 軸的變化



圖二十三 第二次實驗右邊鉛錘 X、Y 軸的變化

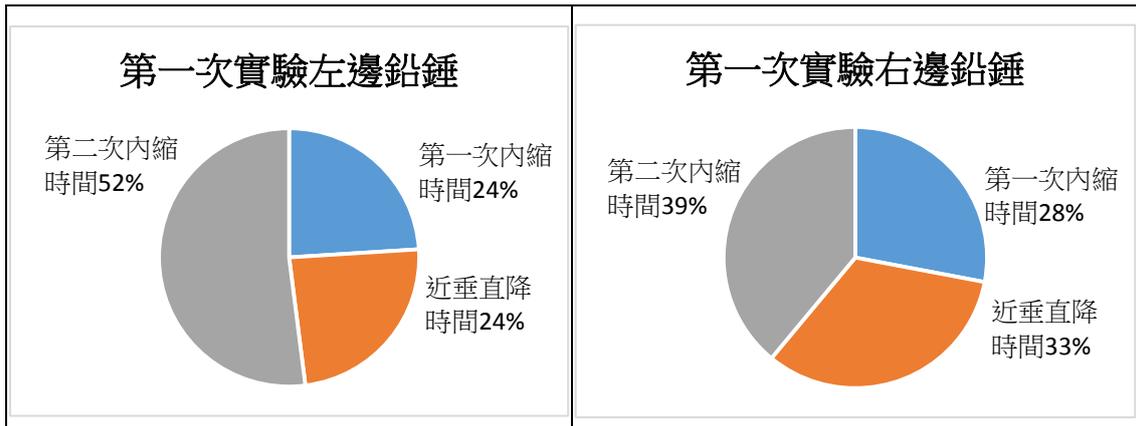
根據表三及圖二十四、二十五我們得出的結論：

2. 第一次實驗左右鉛錘的第一次內縮時間占落水時間的 24% 及 28%，而第二次實驗左右鉛錘的第一次內縮時間占落水時間的 35% 及 26%，第二次實驗的所佔時間比例明顯較高。
3. 第一次實驗左右鉛錘的近垂直下降時間占落水時間的 24% 及 33%，而第二次實驗左右鉛錘的近垂直下降時間占落水時間的 35% 及 40%，第二次實驗的所佔時間比例明顯較高。
4. 第一次實驗左右鉛錘的第二次內縮時間占落水時間的 52% 及 39%，而第二次實驗左右鉛錘的第二次內縮時間占落水時間的 29% 及 33%，第一次實驗的所佔時間比例明顯較高。
5. 將第二次實驗左右兩邊的合在一起，所呈現出來的是接近鐘形，第一階段先大面積的展開，第二階段垂直下降將魚兒全包在裡面，第三階段再一次內縮，完美將魚兒網在裡面。

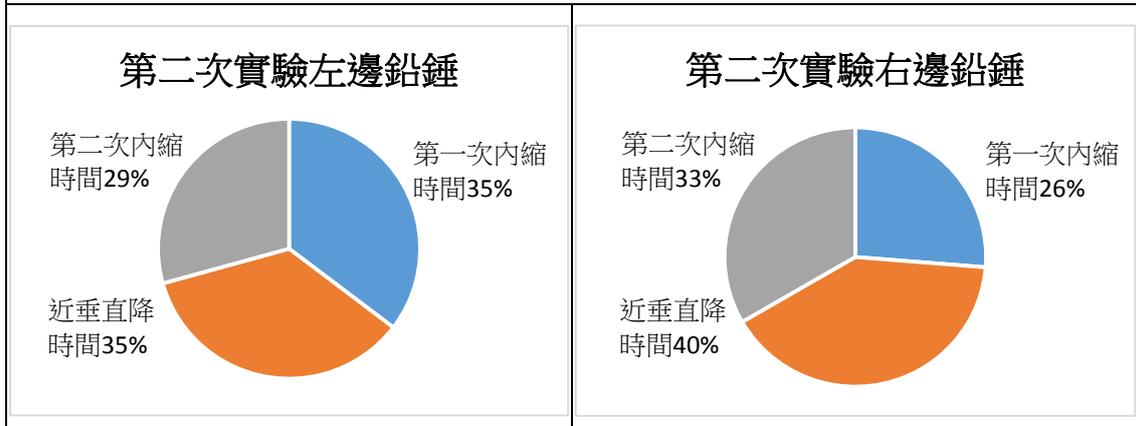
表三 網子左右鉛錘落水階段時間比較表

項目	第一次 實驗左邊	第一次 實驗右邊	第二次 實驗左邊	第二次 實驗右邊
A：落水時間	0.42	0.36	0.31	0.42
B：第一次內縮 時間	0.1	0.1	0.11	0.11

C: 近垂直下降時間	0.1	0.12	0.11	0.17
D: 第二次內縮時間	0.22	0.14	0.09	0.14
B/A	0.24	0.28	0.35	0.26
C/A	0.24	0.33	0.35	0.40
D/A	0.52	0.39	0.29	0.33



圖二十四 第一次實驗鉛錘落水三階段的时间百分比



圖二十五 第二次實驗鉛錘落水三階段的时间百分比

四、研究問題四：不同數目網墜對於八卦網形狀影響

(一) 研究方法：實驗測量法

(二) 研究步驟：

1. 利用塑膠袋剪成在圓形，半徑 10cm，中間剪出許多小洞，模擬八卦網網子。(圖二)
2. 在圓周相對的地方夾上長尾夾，分別使用 2、4、8、16、32 個夾子模擬鉛塊。(圖二十六、圖二十七)
3. 將每小格為 3mm、一大格 15mm 的方格紙放在桌上。
4. 距離桌上 1 公尺的地方，模擬的八卦網的撒網法，將它撒向桌子上

的方格紙上。(圖二十八)

5.用鉛筆將網子形狀畫下來，再算格子，不足一格的全部加起除以 2，算出面積。(圖二十九)

6.每個實驗記錄三次，將實驗結果做成下表，並繪製成折線圖。(表一、圖○)



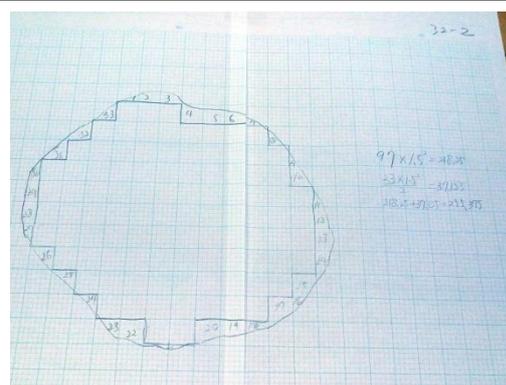
圖二十六 16 個長尾夾



圖二十七 32 個長尾夾



圖二十八 鉛錘實驗

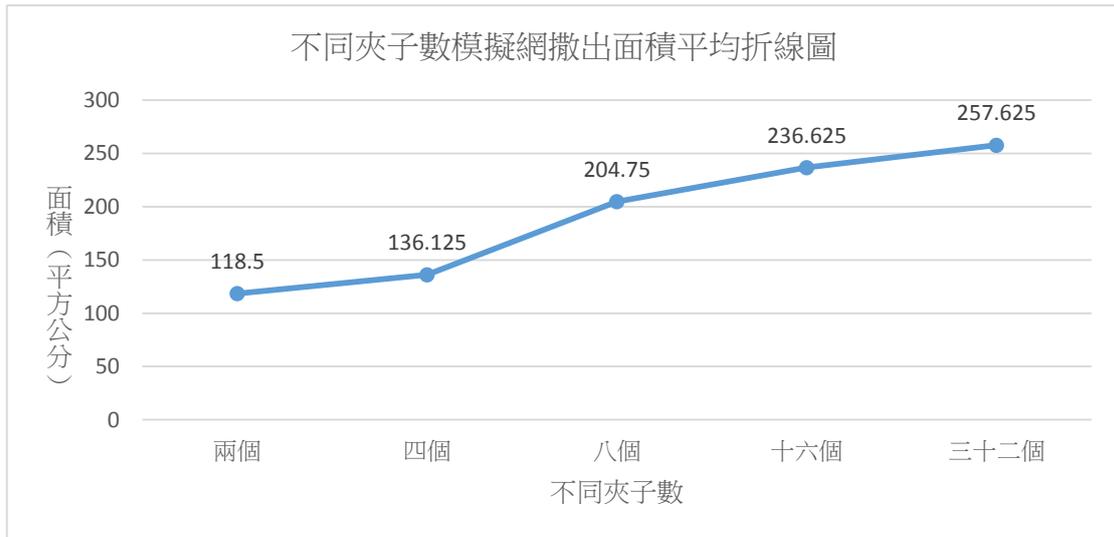


圖二十九 方格紙計算面積

(三) 研究結果：

表四 不同夾子數的模擬網撒出面積表 (單位：平方公分)

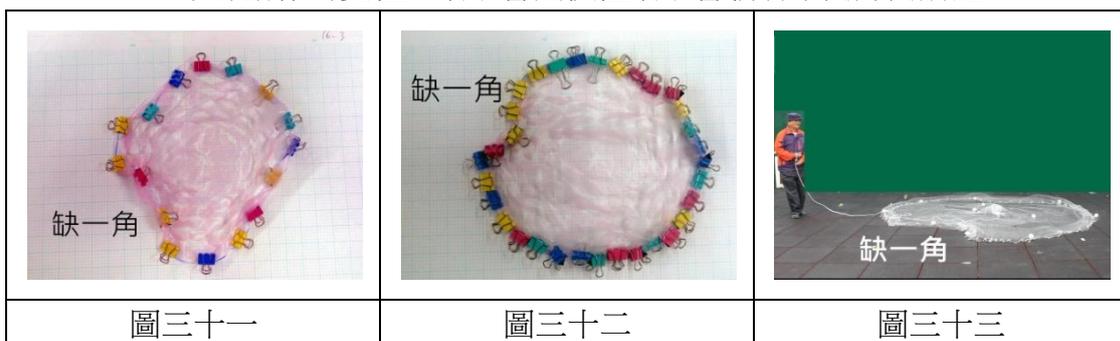
夾子數 \ 測驗	第一次測量	第二次測量	第三次測量	平均	與完整張開模擬網比例
2 個	69.750	163.125	122.625	117.833	0.36
4 個	115.875	115.875	176.625	136.125	0.41
8 個	167.625	202.500	244.125	204.750	0.62
16 個	235.125	238.500	236.250	236.625	0.72
32 個	258.750	255.375	258.750	257.625	0.78

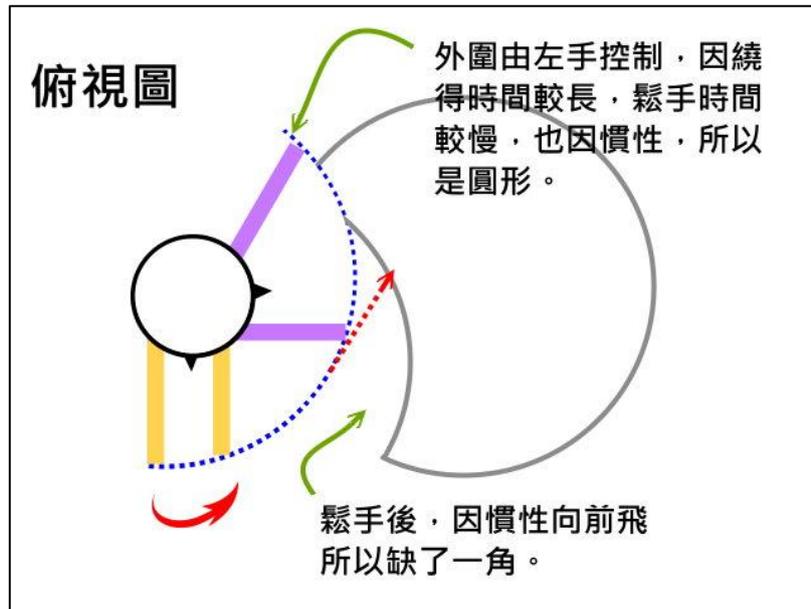


圖三十 不同夾子數模擬網撒出面積平均折線圖

根據表四及圖三十我們得出的結論：

- 1.當夾子在 2、4、8 個時，撒出的網子面積較不穩定，三次測量的面積數字相差很大，忽大忽小。
- 2.當到夾子是 16、32 個時，網子張開的面積較穩定，三次測量的面積數字相差不大，三次相差的比率只有約 1%。
- 3.模擬網完全張開的面積為 314 平方公分。夾子數為 2 個時的平均面積，與網子完全張開面積的比率為 0.36，夾子數為 4 個時的比率為 0.41，夾子數為 8 個時的比率為 0.62，夾子數為 16 個時的比率為 0.72，夾子數為 32 個時的比率為 0.78，呈現出鉛塊越多越可以讓魚網呈現出較圓的形狀，捕魚的面積較大。
- 4.夾子數量越多，模擬網子撒出的面積越大，回答了研究問題一，八卦網的構造設計所蘊含著科學原理，鉛塊的多少與網子撒出形狀的關係。
- 5.在研究問題二及研究問題四，我們發現，撒出去的網都缺了一角，如圖三十一-圖三十三，根據圖三十四，我們用圖三十四說明，網時，手部動作的變化，網子會因慣性網子會朝著不同方向前進。





圖三十四 灑網示意圖

五、研究問題五：捕魚祭對阿美族的意義

(一) 研究方法：文獻探討及訪問

(二) 研究步驟：

1. 找資料閱讀
2. 設計訪問主題

(三) 研究結果：

阿美族「捕魚祭」又稱「海祭」，是僅次於豐年祭的年度盛典。在每年的五、六月舉辦，是感謝上蒼賜予，並祈求平安與豐收，海祭是阿美族典型具代表性的祭儀模式，本身具有齋戒與禁忌的意味，祭拜儀式的對象，是他們賴以為生的海洋。

阿美族各個部落對捕魚祭有不同的名稱，在花蓮北邊的南勢阿美族群稱為「米拉帝斯」(Milaedis)；秀姑巒溪阿美族稱「古目力斯」(Kumuris)；海岸阿美族稱「沙滋捕」(Sacepo)；而台東成功的宜灣族群，稱「米瓦拉克」(Miwarak)。

海祭有許多傳說，例如巨人傳說-阿里嘎該：很久以前，阿美族聚居地遷入一支高大又精通法術的「阿里嘎該」族群，平常不耕種或畜牧，只用法術作怪壓榨阿美族人，在忍無可忍的情形下，阿美族人與阿里嘎該發生多次殘酷的戰役，最後在海神的幫助下，使用祭鬼神用的布絨 (Porong，一種蘆葦)，而使得阿里嘎該乖乖臣服。阿里嘎該族為報答阿美族人的寬大胸懷，與阿美族人約定，只要在祭拜海神時，也同時獻上檳榔、酒及都

侖（Turung）糯米糕給他們，阿里嘎該就會讓海裡、河川湧上大量魚蝦，供阿美族人捕撈。

阿美族的許多傳說多與海上神靈有恩於阿美族人有關。因此，成為後代阿美族人漸漸固定的祭拜儀式，衍生出了捕魚祭。

舉辦「捕魚祭」當天，會有一支預先的隊伍，先行出海捕魚去，然後再由部落長老帶領族人，到海邊或溪口等待船隻上岸，帶領族人們開始進行祭拜海神的儀式。在祭祀儀式中，主祭者會向大海禱告、奉上祭品，次日起就可開始夏季漁業及划筏出海捕魚。部落青年會為耆老們擺設海鮮午餐，敬老並預祝今年漁獲豐收。

捕魚祭對阿美族的意義，可分為下列三點：

1.阿美族的年齡階層

阿美族男性依年齡分成數個年齡階層，不同年齡階層各有不同的權力及義務。年齡階層的組織是過去到現在傳承部落知識極為重要的社會組織。阿美族男性年齡組織是海祭的主要執行組織者，是傳遞與持續海祭祭儀重要的社會機制。較傳統的捕魚祭，是只有男性才能參加，要是有女性進入的話，會詛咒整年抓不到魚。

捕魚祭中可以觀察到阿美族年齡階級長幼有序、敬老尊賢的美德。各級年齡階層彼此競爭，長老不但檢視各級男子的捕魚成果，表現優良者給予嘉許，表現不佳者更會嚴加訓示。海祭當天食物的分食，主要是依據長幼，將較好的魚獲優先分給長輩。上一級吃不完的魚食要拿給下一級，如此一直往下傳，不浪費食物。

2.阿美族對於魚獲的價值判斷

阿美族對於漁獲物的價值判斷，「物以稀為貴」取得稀有的魚獲，獲得到較好的評價，藉由人們在海裡取得魚獲的難易度，反映出自身的捕魚技術是否熟練，就例如使用八卦網的技巧，以及掌握水域變化，讓取得稀有魚獲的機會增加。

3.捕魚祭對於阿美族人生活影響

捕魚祭是由男人進行預備及執行工作、祭祀，部落壯年人主辦捕魚祭的過程中，實踐耆老所傳有關捕魚祭如何舉辦的記憶，並也將捕魚技藝，傳給部落年輕人，藉由年齡階層，將捕魚祭文化和阿美族的傳統捕魚技能，不斷傳承，也是阿美族人自我認同與珍惜文化的心靈。

六、研究問題六：阿美族捕魚傳統與八卦網相關性

(一) 研究方法：文獻探討及訪問

(二) 研究步驟：

- 1.找資料閱讀
- 2.設計訪問主題

(三) 研究結果：

阿美族人食物來源為採集野菜及漁撈，而八卦網的使用，更是重要且使用方便的生活技能。阿美族傳統漁撈活動，分為(一)海上漁撈：1、曳網法(Misalirai) 2、立網法(Mitevongai) 3、釣魚法(Mitsumotai) 4、拾貝、捕龜。(二)河川漁撈：1、圓網捕魚法 2、堰魚法 3、簾魚法 4、毒藤捕魚法 5、涸魚 6、釣魚法，7、捕蝦、捕蟹、捕蛙、網蝦。皆是較適合溪、河、湖或淺海的捕魚技術。

台灣考古遺址中常見的遺物，有一種石子刻槽而成的「兩縊型網墜」，主要為長形或橢圓形的石子，兩端各具有一圈刻槽，可綁縛於投網的下緣，即為八卦網中的鉛錘。兩縊型網墜主要出現在台灣新石器時代中期到晚期之間，即約在距今 4000 多年~2000 多年前。進入金屬器時代後，投網是否繼續存在，就不得而知了。

陳有貝(2007)中有提到，佐山融吉 1913 年的蕃族調查報告書中，提到了阿美族於河中乘木筏投網，或站在水中投網。投網技術在部份地區或許消逝，但部分地區可能仍延續了這技術。

(陳翊宇外公：我也無法確定，只是知道自己上一輩就有人用了。以前我們是用芋麻莖(imuwa)的纖維製成線，一針一線慢慢縫，大約一個星期縫好，還要將網子拉緊拉直，讓網子撐開，過一個星期就可以放上鉛塊(uten)了。以前自己做的網很容易破，也捨不得用，只會偶爾用。當要捕魚時，會非常小心觀察魚的方向，因為怕網子破，然後又捕不到魚。)(外公的爸爸為民前 3 年生)

依考古學證據顯示日本及琉球的網墜與大陸地區有較多的關連性，而東南亞與太平洋地區的投網技術是晚近才傳入的。

台灣投網技術可以發展顯然和所處環境有很大的關係，八卦網的投網技術漁法，被認為與溪、河、湖或淺海的捕魚有關，且對於阿美族簡單的社會型態，無須強調資源領域，個人自由操作，隨手可得，即可滿足生活所需，所以阿美族的捕魚祭是僅次於豐年祭的年度慶典，充分表現阿美族感謝海洋的賜予，也可以說八卦網是阿美族一種普遍且有特色的捕魚方

式。

七、研究問題七：阿美捕魚祭及八卦網捕魚現在面臨到的問題及其解決方法

(一) 研究方法：文獻探討及訪問

(二) 研究步驟：

1. 找資料閱讀
2. 設計訪問主題

(三) 研究結果：

1. 阿美捕魚祭及八卦網捕魚遇到的問題

(訪問耆老阿公、阿媽

宇：阿媽你們都到哪裡撒網捕魚？

阿媽：秀姑巒溪上游。

宇：為什麼到那麼遠的地方呢？花蓮溪出海口不是比較近嗎？

阿媽：這裡的魚有怪味，不能吃，我們到秀姑巒溪撒網捕魚已經有二十幾年了。)

以上是訪問吉安鄉原住民阿公、阿媽，阿公年紀已經 78 歲了，還大老遠開車到玉里鎮長良里，秀姑巒溪上游捕魚。另外現在阿美族捕魚祭都需要鄉、鎮、市公所買魚放河裡，象徵性的讓大家撒撒網，捕些養殖場的吳郭魚，在野外升火煮些魚湯。

工業廢水、畜牧業與家庭廢水污染了河川的污染，導致魚產資源的枯竭，以及外來種入侵，破壞原有的生物平衡，無法實踐族人記憶中的捕魚祭，只能舉辦行式上的捕魚祭。

花蓮溪的總涵容能力每日 2.26 公噸，目前排入溪中的污染物每日高達 8.69 公噸，已經是這條溪流涵容能力的 4 倍，且主流下游近年之污染程度較為明顯。而秀姑巒溪原生物種則是面臨外來物種的競爭問題，導致許多魚類物種消失。不知阿公阿媽們的魚場，還能維持多久。

在我們找到的資料中，發現了阿美族捕魚文化-八卦網將要面臨消失的原因，除了以上的敘述之外，還可以歸納出以下兩點：

①阿美族捕魚方式無法滿足現代對於漁業產量的需求

由於阿美族捕魚屬於傳統漁法，傳統阿美族人捕魚只會抓足夠為止，不會多捕，無法滿足現代對於魚隻數量的商業需求，無法提供就業、生計，

滿足生活所需，漸漸淘汰掉這種捕魚方式。

②年輕人移向外地，阿美族年齡階層出現嚴重斷層。

在傳統阿美族部落，工作機會少，傳統文化傳承不易。在加上捕魚文化無法賺錢，使得年輕人學習的意願減少。工作機會少，導致部落青壯年人口外流，離鄉背井前往大都會，是在原住民部落所可以產生的薪資不能比較的。部落只剩下老人小孩，中間青壯年人口消失，使得年齡階層出現斷層，無人學習八卦網或其他的捕魚技能。

2.保留阿美族傳統捕魚的河川經營以及永續魚法

為了保有阿美族的捕魚傳統，必須解決一些問題。關於河川汙染的問題，可以從自身減少汙水排放開始。在我們所查到的資料中，發現到政府極力正推動河川復育的工作，去回復或改善河川生態環境系統中的其中部分功能，例如：河水質改善、指標物種棲地復育、棲地多樣性提升、景觀營造等。還有花蓮地區污水下水道系統工程計畫。

原先花蓮縣尚無污水下水道系統，生活污水絕大部分未經處理，流入鄰近河川造成水質汙染，許多資料顯示，生活污水已成為河川汙染之最大汙染源，這種情況在都會區尤其嚴重。花蓮都會區使水汙染問題日益嚴重，汙染排入美崙溪及吉安溪，使河川水質劣化，更影響到東部海域生態。為改善此現象，於是政府已著手興建污水下水道系統，進行生活污水的處理。

現代捕撈海魚的方式愈來愈先進，加上企業使用工業化的捕魚方式，破壞海洋生態。如圍網漁船，以及具有破壞生態的人工集魚器。人工集魚器會製造一個小型的生態系統，用來吸引魚群，但同時也會引來其他珍貴品種的魚類，包括被過度捕撈的黃鰭鮪和大目鮪的幼魚，以及鯊魚及海龜等。還有他們能派出直升機監測，迅速、準確地發現魚群。有的更具備巨型冷凍庫與船上加工、包裝生產設施，讓工業化生產不斷地進行，加速破壞海洋。

阿美族人捕魚時，會先以足夠溫飽為主，並將較小隻的幼魚放生，這就如同現代一直宣導的「永續魚法」，考量對海洋生態整體的影響，幫助保護受威脅的海洋生物及棲息地；採用選擇性的捕魚方式，把的魚群數量維持水平；不破壞棲息地，維持與漁業相關的物種多樣性；透過節能操作、減少使用化學物和製造廢物，保護海洋環境。

除了以上改善河川污染外，阿美族八卦網捕魚傳統，也可以依照文創產業的模式，將它精緻化，發展成觀光產業，成為阿美族下一個觀光亮點。

柒、結論

- 一、八卦網網緣圍繞著鉛塊和網袋，鉛塊越多越密，撒出去的網容易張開成圓形，當網子落入水中，會張開形成一個立體空間，鉛塊的重力使網子快速沉到水底，魚一旦入網就不易逃出。八卦網設計成圓形的，這有關數學中的「等周定理」，網子張開的面積會達到最大，就可以捕獲最大面積的魚群。
- 二、撒出的八卦網軌跡，不是典型的拋物線，整個過程可分為三個階段，第一階段的角度較平，網子到達最高點後，開始下降為第二階段，第三階段下降角度變大，快速下降。
- 三、根據研究問題二，可看出撒網角度影響網子的飛行距離及所達到的最高點，即撒網角度越大，飛行距離越遠，拋網角度越大，飛行的最高點也越高。同樣的，拋網角度會影響飛行時間，飛行至最高點的時間也有差異。
- 四、根據研究問題二，經過 Tracker 軟體算出兩次所撒出的面積，都約為 61544 平方公分。兩次都只張開 60%，討論之後認為原因有二，實驗當天鋒面經過，風非常強勁，因為我們實驗的地點為陸地，當鉛錘碰撞地面後會再往上反彈，彈跳一下，八卦網就往內縮。
- 五、根據研究問題三，第一次實驗是直接放入水中，第二次實驗是旋轉撒入水中，模擬八卦網入水方式。第二次實驗的第一次內縮時間占落水時間及近垂直下降時間占落水時間比例明顯比第一次實驗高。第一次實驗的第二次內縮時間占落水時間比例明顯比第二次實驗高。
- 六、根據研究問題四，用網子模擬鉛錘，當夾子在 2、4、8 個時，撒出的網子面積較不穩定，三次測量的面積數字相差很大，忽大忽小。當到夾子是 16、32 個時。夾子數量越多，模擬網子撒出的面積越大。網子張開的面積較穩定，出鉛塊越多越可以讓魚網呈現出較圓的形狀，捕魚的面積較大。
- 七、在研究問題二及研究問題四，我們發現，撒出去的網都缺了一角。在撒網時，手部動作的變化，網子會因慣性網子會朝著不同方向前進。
- 八、八卦網的構造設計和使用方式蘊含著科學原理、技巧，需要不斷練習才能撒得好，所以可以顯示出自己的捕魚技巧，以及八卦網很早就傳入阿美族，八卦網也成了阿美族捕魚文化的一環。而捕魚祭正是展現出阿美族捕魚文化、年齡階層等特殊文化。
- 九、阿美族捕魚文化，將會因為河川、海洋汙染嚴重，商業、工業化的漁業而消失。關於河川汙染，希望大家可以重視水汙染等問題，並從自身減少汙水排放開始，配合花蓮縣政府設置污水下水道，將汙水可以有效的經過

處理才排放，減少對於河川、海洋的汙染，以及政府所推動的河川復育計畫等。

十、關於魚群生存浩劫，希望大家減少使用破壞性漁業所抓的魚獲，也希望政府制定法規，朝向「永續漁法」的概念。

十一、另外可以將八卦網與阿美族的捕魚方式可以轉型成觀光產業，成為阿美族下一個觀光亮點，也可以使年輕人留下，將捕魚祭文化和阿美族的傳統捕魚文化，不斷傳承。也可以在不影響捕魚祭祭祀為前提的情況下，讓民眾參與了解，捕魚祭讓更多人知道，推廣阿美族的捕魚文化。

捌、參考資料

行人文化實驗室企畫(2015)。討海魂：13種即將消失的捕魚技法，找尋人海共存之道。台北：行人出版。

邱志豪。花蓮阿美族海祭。源-原鄉原情。頁56~61。

李宜靜(2008)。阿美族海祭神話與祭儀之流變。康寧學報10：233~260。

馬耀.基朗(2002)。阿里嘎該。台北：新自然主義股份有限公司。

呂憶君(2007)。記憶、海祭、身體實踐：花蓮港口阿美的海岸空間。國立清華大學人類學研究所論文。

陳有貝(2007)。史前臺灣的兩縊型網墜與投網技術。考古人類學刊，第67期，頁117~155。

秀姑巒溪河系情勢調查。經濟部水利署第九河川局。95年4月。

花蓮縣環境保護計劃。花蓮縣環境保護局。2004年。

谷穆。花蓮縣港口國小低年級校本課程。

陳翊宇、孫銘謙(103)。「原」形畢露-原住民工藝的傳統藝術與時尚創意。103年花蓮縣國中小學網小論文暨本土使命式行動研究競賽。人文領域，國中組第一名。

我們的島-何處撒網捕魚去 09/04/2000

<http://ourisland.pts.org.tw/content/何處撒網捕魚去#sthash.tofuH08D.dpbs>

維基百科-等周定理

<https://zh.wikipedia.org/wiki/等周定理>

台灣節慶網頁。原住民祭-吉安阿美族海祭

<http://media.huayuworld.org/local/web/Chinese/native/content15.htm>

臺灣原住民族文化知識網。阿美族生計型態

<http://www.ipc.gov.taipei/ct.asp?xItem=1001125&CtNode=17301&mp=cb01>

台灣河川復育網

<http://trrn.wra.gov.tw/trrn/riverRestoration/index.do?id=13f86272159000001791>

破壞性捕魚法

<http://www.greenpeace.org/hk/campaigns/oceans/problems/factory-fishing/>