

2017 原住民雲端科展-第九屆原住民科教獎  
作品說明書

---

參賽組別：國中學生組

作品類別：部落傳統的手作與科學

參賽編號：2017053

作品名稱：謙「弓」有「理」

團隊名稱：紅心

作者：

國三 蔡家華

國三 謝婕欣

國三 楊氏丞

國三 洪冠宇

指導老師：

洪文政

楊維洋

中華民國 107 年 5 月 3 日

## 目 錄

壹、摘要	3
貳、研究動機	4
參、研究目的	5
肆、研究方法與架構	5
伍、研究過程與討論	6
一、謙「弓、有「理」話從頭	6
二、「弓」欲善其事、必先利其器	10
三、「弓」說「弓」有「理」	12
四、「弓」其有備	15
五、「弓」無不克	18
陸、結論	19
柒、參考文獻	21

## 壹、摘要

本隊伍透過製作原住民族傳統弓箭，來瞭解部落狩獵文化中的智慧，我們從進入山林開始、找尋做弓箭與靶架的竹材，再透過耆老指導我們製作弓箭與靶架的每一個過程學習與探究，有別於探討弓箭射程與準度的相關研究，我們這次將研究重點著重在製作弓箭中的過程與生活文化中的對話，透過親自實作、體現傳統部落技藝的智慧，並將之融入於生活及學習當中。探討原住民族製作弓箭與使用弓箭的作法及觀點，例如：竹材的選擇條件為何？做弓箭之前的相關前置作業為何？製作弓箭過程中相關的流程與限制條件有哪些？等其他必須考量的因素，並做不同弓箭之間的比較記錄與探究其中所蘊含的科學原理，以謙卑尊敬的心態、探究傳統手作技藝寶藏。

## 貳、研究動機

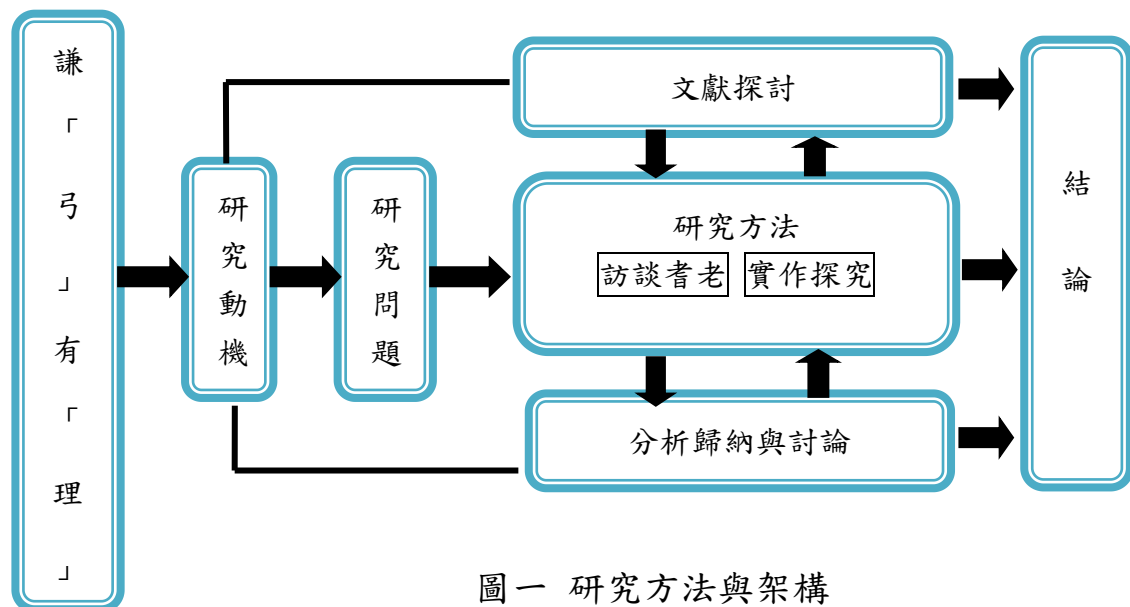
原住民族的狩獵活動，一直是原住民族文化中極為重要的瑰寶，狩獵能力、被視為勇士的必備條件之一，而原住民族的尊敬山林的智慧強調，取之山林、用之山林，對於大自然的守護，原住民族更是銘記在心。技藝或生活器具的演進，代表了面對生活的態度，從一把弓箭的製作與使用，我們可以看見一個部落生活方式的適應與演進。現代社會中，射箭文化也以一種競賽活動的方式，來讓更多人認識原住民族獨特的弓箭製作技藝與精彩的地方，例如：弓身的紋飾、表達出了不同的文化特色與意涵，在部落中看到一些耆老，因年事已大，無法上山打獵，轉而開始研究、製作傳統弓箭，將祖先傳下來的傳統智慧，再次活現在年輕一輩的眼前，讓更多人瞭解並且參與傳統弓的製作與傳承，我們很幸運的能跟著耆老一起學習如何做好一把弓箭，期盼能透過這次原住民族傳統智慧研究的過程，能吸引更多同學一同加入並發掘部落的智慧寶藏。我們以自己的意念為弓、努力為箭，嘗試找出自己最完美的弧線，正中目標靶心，這是我們的主要研究動機。

## 參、研究目的

- 一、實作並探究製作弓箭的竹(木)材篩選條件與原理。
- 二、弓與箭的製作方法、限制條件與原理探討。
- 三、學習傳統弓術並探討其訓練方法。

## 肆、研究方法與架構

本研究採耆老訪談及實作(實驗)設計進行探究，並參考相關文獻資料，透過分析與討論，最後彙整並做出結論。



圖一 研究方法與架構

## 伍、研究過程與討論

## 一、謙「弓」、有「理」話從頭：入山採竹過程

傳統弓射箭運動近年在台灣盛行，擁有一把量身打造的弓，是選手的夢想，在第一次參加原住民雲端科展後，我們隨即在去年的暑假開始就著手，想在學校成立一個射箭社團，平常要摸到弓箭的機會本來就不多，因此我們請教了校長與老師們後，決定邀請部落耆老指導我們，製作一把屬於自己的原住民傳統弓箭，並整理、探究相關製作原理，做為參加本次科展的研究題目。於是我們從「頭」做起，從「無」到有，上山採竹開始。

### 1、準備上山採竹器具

	
電鋸（鋸刺竹）	樹枝剪（剪細枝及刺）
	
鐮刀（砍細枝）	小山刀

## 2、入山後判斷採竹地點

	
<p>桂竹林(3-5 年生)</p>	<p>桂竹林</p>
	
<p>刺竹林</p>	<p>山勢高約 300 公尺 (卑南)</p>

## 3、開始採竹

	
<p>採桂竹(取竹齡 4 年竹) (粗直徑約長 10cm 竹、留竹根 30cm 處 砍下)</p>	<p>採刺竹((取竹齡 3-4 年竹) (粗直徑約長 8-10cm 竹、留竹根 30cm 處砍下)</p>

#### 4、竹身裁鋸處理、取用竹身長度及部位判斷

	
<p>合作抽拔已鋸下的刺竹 (已剪去有刺的細枝)</p>	<p>取靠近竹根部竹材三分之一處 (做弓用、長約 200~220 cm)</p>
	
<p>扛刺竹的女超人</p>	<p>製弓竹材廢料留做箭筒 (約長 45cm)</p>

#### 5、未利用竹材整理、放置於邊坡

	
<p>細竹材頂部整理</p>	<p>細枝及廢材整理</p>



## 6、任務完成下山



耆老的戰利品



卑南溪出海口眺望

## 討論：

### 1、桂竹與刺竹的生長條件差異及竹材挑選的條件與限制。



桂竹是台灣原生固有種植物，生長在台灣平地到海拔 1,500 公尺山區，是原住民重要的經濟植物之一，無論興建房舍，或製造獵具，都能派上用場，與原住民的生活脫離不了關係。(農作物-桂竹筍四、五月為產季)



刺竹 (*Bambusa stenostachia* Hackel) 是高大、竹桿密集叢生的竹子，竹桿基部的小枝條會變成刺，因此得名。尤其是乾旱期越長的環境，鞭條狀的刺越多而密集。相傳高雄古時的平埔族——馬卡道族的部落，周圍都種植刺竹，馬卡道族稱刺竹為 Takau，是高雄古地名「打狗」的由來。(靜宜大學生態研究所副教授

楊國禎)



名符其實的刺竹果然不能小看，它的刺非常銳利，極易刺傷皮膚或勾破衣褲。



不小心就會被刺竹的小刺刮傷流血，要特別小心

我們挑選兩種不同的竹材(桂竹與刺竹)來做製弓的比較、挑選、條件限制如下:

### (1)生長方向

選取竹身朝東南方向生長的竹子，因為耆老說山上的風向大都是吹東北風，所以要選取朝東南方的竹子，其底部韌性較強，適合取來做弓。

### (2)生長時間與高度

選取 4-5 年生的竹子較適合竹子的纖維束也較緊密與扎實高度約為 8m~10m 左右如果取用 1-3 年生的竹子則較容易斷弓彈性，也相對較差(纖維層生長厚度不夠)。

## 二、「弓」欲善其事、必先利其器

取回來的竹材馬上我們就要開始處理步驟如下:

- 1、利用砂輪機將竹子兩端電鋸裁切處及竹節部分，以細砂紙磨平，以免刺手，造成做弓不便。



耆老的朋友指導我們使用砂輪機



冠宇熟能生巧的在磨平剛採回來的竹子凸出的地方





採收下來的刺竹已處理掉節枝，準備塗上白膠防蟲

耆老說製弓的長度約長 200~220 公分  
取竹材根部 30 公分以上到 220 公分的  
部份竹子纖維質皮層才夠厚實

**討論：**

(1) 磨砂機上的砂紙為一圓形狀，為何不能整面朝下與接觸物磨擦？



箭頭所指處，是較安全的磨砂紙與被磨擦物接觸界面，手持式磨砂機握把部分在以上接觸面上，較能控制其運動方向及力道，如果整面朝下與磨擦物接處則會造成磨擦力過大、手持式磨砂機掉落或滑出，造成危險。

2、將磨好的竹子塗上白膠，防蟲蛀，也減緩竹材水分從兩端缺口散發過快。



竹節切口處塗上白膠防蛀



竹節周圍都要塗上白膠防蛀



煙燻採回來的竹材，除了防蟲蛀外，



天然的防蟲蛀妙方

還可以適度保持竹材水份，不致過乾 破裂	
------------------------	--

## 討論：







### 1、為何耆老說煙燻是天然的面膜和防蟲良方呢？

因為耆老的做法是並未去青，去青的意思就是將採回來的竹子放入熱水煮，透過熱水的高溫破壞竹子外表的綠色皮膚(竹皮膜)，一來也殺菌(蟲)，然後再進行晾乾的動作，但是耆老說熱水煮過竹子後也會破壞到竹子內部的纖維，造成製造弓容易斷裂，所以他利用另外一種方式也就是煙燻法，一樣可以達到防蟲蛀的功用，另外由於煙燻時，會在竹材皮層外形成一層薄碳，達到竹材保濕的功能，所以耆老才會說那是天然的面膜及防蟲良方。

### 三、「弓」說「弓」有「理」

準備製作弓箭材料，耆老說一把弓的產生要從無到有，都得身體力行的去使用到全身去實作、去實現，過程中我們學會如何辨別竹材好壞，以及採竹的方法，下山時，大家都好有成就感。在學校木工教室，我們學會磨製弓身、弓柄，拿著彩筆為自己的弓著上特別的紋飾，耆老也分享一些他過去狩獵的趣聞，最後成品完成時的感動，真是讓人難以形容，我們居然擁有一把屬於自己的弓了。沒有耆老的指導，我們根本就無法完成它，更無法體認到弓箭在原住民族文化脈絡中的重要意涵，耆老說他希望時光倒流，他也想參加這樣的科展活動，好好把屬於原住民族的傳統智慧精采之處，讓更多人欣賞。

### 1、弓臂與弓柄磨製

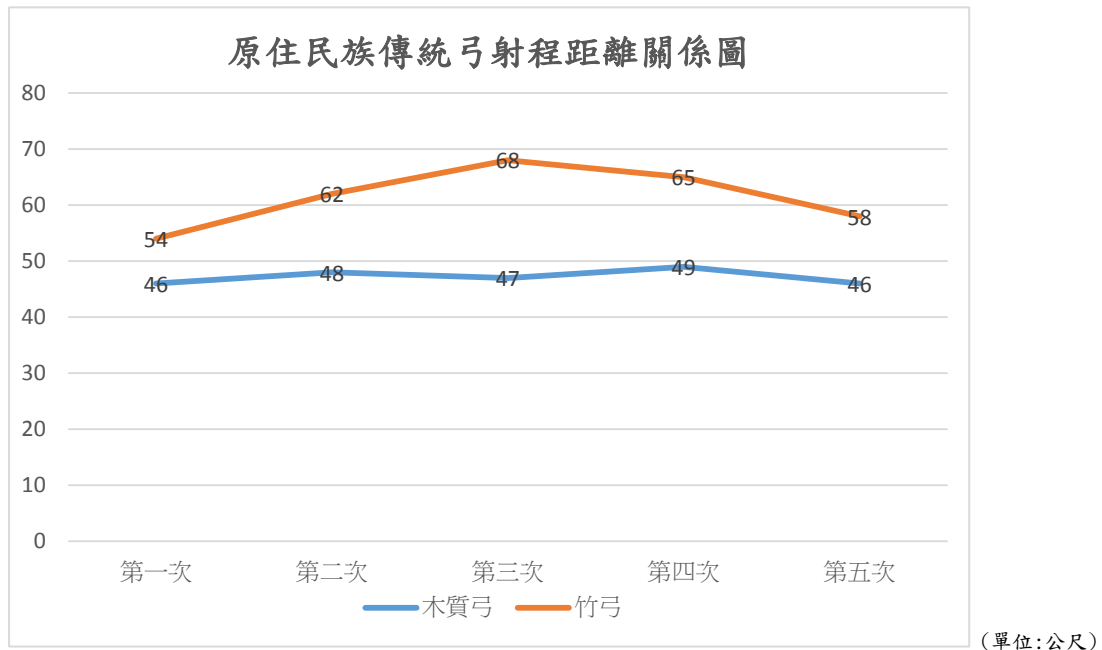
	
<p>測量手臂長度</p>	<p>測量拉距</p>
	
<p>弓柄拋磨</p>	<p>樣板對照</p>
	
<p>弓臂均勻抹上 AB 膠 (避免黏著時產生縫隙)</p>	<p>弓柄上膠前用砂紙磨擦弓身 (讓弓柄與弓臂榮義著膠)</p>

### 討論：

#### 1、手臂長(拉滿弓時)與弓臂之間的彈性能有什麼關係？

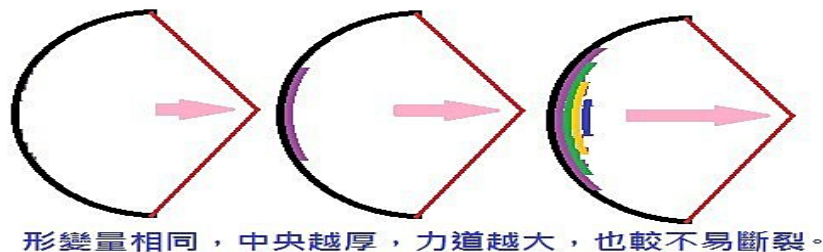
首先先來說明弓箭的原理，是由弓弦後拉後，弓彎曲產生彈力後，弓弦回復時產生向前推力，將箭延合力方向射出，弓必須要彎曲，才能產生彈力。換句話說，因為拉弓作用力成為箭射出的反作用力 拉力與作用力大小相等但方向相反。另外箭長越短，則箭速越快；拉力越大時，箭速也會越快。

表一 木質弓與竹弓射程比較表



手臂長的人箭就射得比較遠嗎?耆老說:那我們就來拿現成做好的弓來測試看看,我們發現當拉滿弓時所需最大的力量(以電子拉力測試器測量磅數)是受到弓臂材質的影響,由同一人測試使用木質弓(七里香)與竹弓(桂竹),以35度角、相同拉距(70cm)、朝同一方向射出,共測試五次,發現竹弓射出的距離較遠。我們所製作的弓為青少年使用規格,約20~25磅(9~13.6kg)拉力的弓。

原住民弓箭製作的原理《本圖取自科學小玩意兒-弓的科學》



圖一 原住民弓箭製作的原理說明圖

## 2、黏著弓柄與弓臂

<p>弓柄與弓臂以繩子纏繞綁緊 (增強黏著力)</p>	<p>將間細處再補抹上AB膠 (避免空氣進入空隙,容易造成斷弓)</p>

討論：

## 1、AB 膠黏著原理。(AB 膠環氧樹脂)

首先、依各劑配合比(通常為 1 : 1 或其他比例)，精確擠出主劑 A、硬化劑 B 於同一容器中(若比例不對，會造成無法完全硬化)，進行混合。

均勻攪拌約 2 分鐘(攪拌均勻後會變成較濃稠的狀態)，必須注意容器邊緣之樹脂液亦應刮幾次，以確保攪拌之完全(攪拌不均會造成無法完全硬化)。

## 四、「弓」其有備

耆老說：製作弓與箭的材料必須容易取得，再來就是使用這樣的材料能發揮較良好的效益且具備高度穩定性，而後開始「制形」也就是說嘗試做出品質較好的弓形與箭身，然後再產生相應的「射箭技巧」，最後再以射法修正改良材料、加工與制形。老師曾經說過人類器物文化發展的歷史型態，就是從面對及適應生活樣貌改變的開始，原住民族傳統弓箭所承載的文化內涵，即是從此處萌芽蓬勃。

任何一個族群的傳統射箭文化都是由三個元素組成，分別是「精神」、「器物」以及「技術」。「精神」是一個民族傳承射箭這個文化的靈魂，可藉由典儀、歷史、說明與教育的方式來傳承與推廣；「器物」就是射箭用的硬體，例如弓、箭、箭筒、弓身紋飾與服飾等等，從實用、工藝到藝術層級皆有所涉及，相當程度上反映出當地的文化水平。再來就是「技術」這個軟體，隨著環境與使用器物演進的不同，也會研究出不同的射箭技術。總體來說，傳統弓術在現代是個育教育樂的文化運動，能發揮的文化元素也很豐富。



準備姿勢~金牌的設箭姿勢



備料~裸弓製作



備圖~弓臂紋飾設計



充滿原住民特色風格的弓臂紋飾



備靶~圓靶與山豬靶



備箭~冷熱交替只求其直  
(自己的弓自己造)



學生版自製箭筒



耆老版自製箭筒



## 討論：

### 1、射箭技巧指的是哪些技巧?這些訓練對中靶機率有幫助嗎?

射箭技巧與訓練能，是可以提高中靶機率的，說明如下：

(1)站姿:耆老說:當就射擊定位時，需對射箭場地尊敬，因此在訓練前，我都會先朝前方靶架與場地表示尊敬，鞠躬敬禮後，再開始訓練流程。站姿講求的是「正」、「定」。步驟如下：

- (1.1)轉側身後，雙腳打開與肩同寬，踏穩(腳趾朝前)。
  - (1.2)縮小腹，提氣、收臀。
  - (1.3)頭轉左肩方向，注視前方(慣用左手射擊則換邊動作)。
  - (1.4)眼朝左(右前)方之靶架。
  - (1.5)目光集中在靶架上的圓心部份。
- (2)架弓:抽箭後，將箭置於弓窗上，準備聽口號，射出箭。

步驟如下：

- (2.1)聽到口號後，從箭筒中抽出一支箭。
  - (2.2)將箭架於弓窗上後，再將弓弦卡住於箭尾小凹口處。
  - (2.3)聽口號後，拉弓預備(同時屏氣穩定身心)。
- (3)拉弓預備:聽到拉弓預備後，隨即就是進入到了準備將箭射出的時候，這時更要注意身心的穩定性，步驟如下：
- (3.1)聽到口號「拉弓預備」時，即將弓箭同時提起並與地面平行位置。
  - (3.2)依先前拉弓訓練的基本動作，將弓與箭拉滿到正確的位置，等候口號射出。
  - (3.3)屏氣3~5秒後，隨即聽口號「開始射」時，同步放箭。
  - (3.4)依序將箭射出、射完為止，將弓置放於弓架上或地上，並回復原站姿等後，等候口令。

- (4)看靶:射完箭並回復原站姿後，接下來就是看靶的動作，說明如下：
- (4.1)聽到看靶口令，小跑步到靶架左(右)前方，查看每支箭的中靶位置。
- (4.2)將中靶位置紀錄於紀錄本上，做為調整射擊方向的參考依據。
- (4.3)聽到拔箭口號後，隨即手握箭頭方向的箭身，開始拔箭，需注意身邊是否有人經過以免誤傷。
- (4.4)較難拔的箭，則須先以畫圓方向，調整力道，轉動箭頭拔出。
- (4.5)回到射箭位置後，提取弓，回復站姿，等候下一波射擊口令。

耆老在訓練我們時，非常注重基本姿勢的訓練與射箭前的暖身運動，他說：先將身體暖身後(拉弓 50 下)，肌肉才不會太緊繃，造成扭(拉)傷，一步一步紮實的訓練基本動作，讓身體去記憶與定位到對的位置，另一方面，呼吸的調整更是重要，「屏氣凝神」的功夫，一定要練就，否則箭射出時，容易亂飄，造成脫靶。最後，當然勤練也非常的重要。

## 五、「弓」無不克

	
<p>基本射姿訓練</p>	<p>5 到 18 公尺的訓練</p>
	
<p>移地訓練</p>	<p>賽前者老精神鼓勵</p>

	
<p>學生組團體賽</p>	<p>上戰場驗收訓練成果</p>
	<p>畢業前再一次體驗 做科展的美好</p>

## 陸、結論：「射」石飲羽

「射石飲羽」是一句成語，釋義如下：

飲：隱沒；羽：箭尾的羽毛。箭射到石頭裏，隱沒了箭尾的羽毛。原形容發箭的力量極強。後也形容武藝高強。

接觸了傳統弓箭的製作與弓術訓練，讓我們在身心上受益非常多，也窺見了原住民傳統弓箭文化的美麗篇章。這一次實驗，我們大都是親自實作探究，從入山林採竹，到上場射箭競賽，過程中雖然被刺竹刺傷了好幾個地方，流了一點血，不過耆老說：受過一點傷，就會變成鐵金剛，雖然只是一句玩笑話，我們也聽得懂語句後的意涵及鼓勵。是的！我們會繼續探究未來。

弓箭的製作和射箭的技巧，蘊含了一些科學原理，在不經我們探究下，是無

法學到的，隊員們間的分工合作，更是重要，我們期盼這些日子以來的探究紀錄如相片、文字說明及影音檔，將對於未來原住民弓箭文化的教學、傳承，有些許的幫助，我們會緊跟上耆老與老師的腳步，用功學習及傳承這份原住民族手工工藝的瑰寶。謹以此份研究報告，感謝所有協助過紅心隊的耆老，老師與同學們，

**我是原住民！我愛學習科學。**

## 柒、參考文獻

1. 財團法人原住民族文化事業基金會

2. 行政院原住民族委員會

3. 原住民族電視台 科學小原子節目

[http://activity.pts.org.tw/titv/titv\\_science/index.aspx](http://activity.pts.org.tw/titv/titv_science/index.aspx)

4. 原住民科學教育網站飛鼠部落 <http://www.yabit.org.tw/index.php>

5. 科學小玩意-弓與箭的科學 <http://n.sfs.tw/content/index/12014>

6. 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%AB%B9>

7. 原住民傳統知識及鄉部落特色專區

<http://ecocommunity.ieco.tw/AboriginalInfo/Craft/Culture>