

# 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：「繩」奇的力量-山芙蓉編繩之研究

關 鍵 詞：拉力、山扶蓉、排灣族

編號：A2076

# 作品名稱：「繩」奇的力量-山芙蓉編繩之研究

## 摘要：

從文獻探討及實驗活動後，我們得到了以下的結論，如下說明：

- 一、排灣族傳統的製作山芙蓉編繩知識有十二項。
- 二、傳統的製作山芙蓉編繩的科學概念有：
  - (一)增加日曬面積及通風較好，潮溼的山芙蓉編繩比較容易乾燥
  - (二)潮溼的纖維摩擦時因為有水份，振動較不明顯，所以聲音較小較低。
  - (三)燃燒後產生的木灰屬鹼性，主要成分是碳酸鉀，有美白劑及去污劑的功能，所以加了木灰的纖維會變白。
- 三、山芙蓉編繩的延展性比一般常用的繩子差。
- 四、山芙蓉編繩的拉力與一般常用的繩子好，可製作成背袋等承受較大的重量。

從這個研究我們得到很好的驗證，其實我們很多的排灣族傳統知識有其科學原理，是有價值的知識，需要傳承下去。

## 壹、研究動機

這次的第三學期族語營，vuvu 帶我去認識了部落附近的植物，它們都有不一樣的用途，對生活很有幫助，還有教我們製作生活用具及玩具，其中介紹了山芙蓉，山芙蓉是部落附近常看到的植物，vuvu 說山芙蓉是很重要的傳統植物，除了當草藥外，最重要的功能是利用山芙蓉的樹皮纖維做繩子，而山芙蓉編繩是製作傳統背袋(sikau)的材料。Vuvu 給我們看已做好的山芙蓉編繩，當時就很懷疑這種繩子可以負重嗎？

剛好五年級上學期自科課程中的第四單元力與運動，學到了「力」，它以重量為單元，認識了測量力的大小的彈簧秤，就想要測試看看山芙蓉編繩的拉力是否與一般的繩子一樣的堅固耐用？充滿了好奇心。

最後 vuvu 說，這是我們的祖先留下來的傳統知識，不能忘掉，要繼續傳承下去。我們的祖先利用天然的材料，製作了山芙蓉編繩，進而製作了生活用品，付合現代的環保概念，覺

得有必要瞭解它的傳統知識？還有裡面的科學原理？

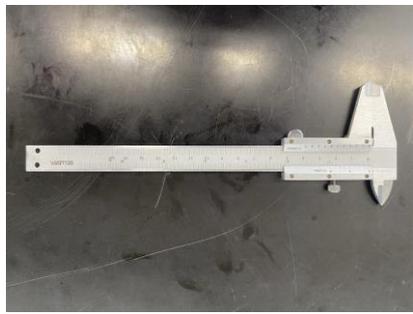
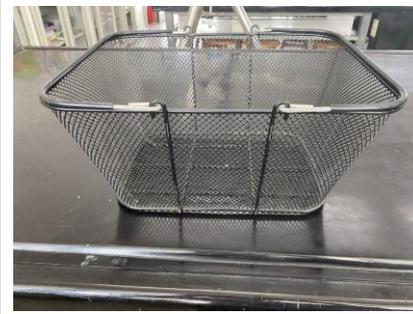
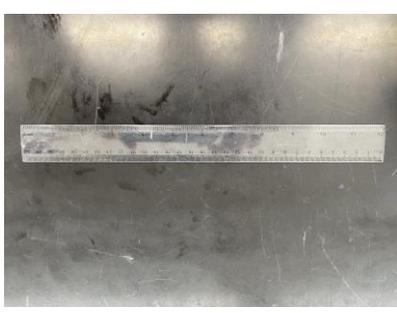
所以我們根據以上的疑問，想要做這個研究。

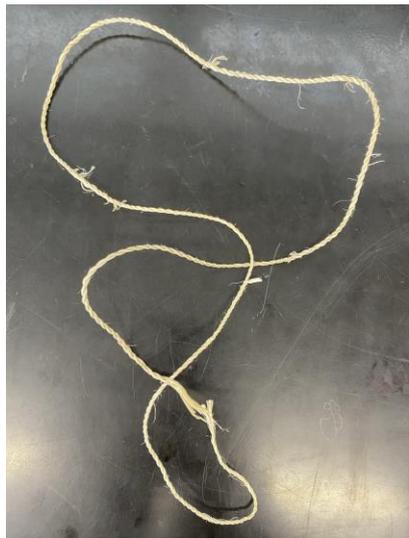
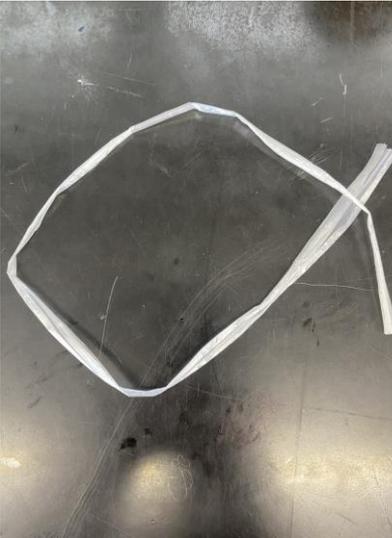
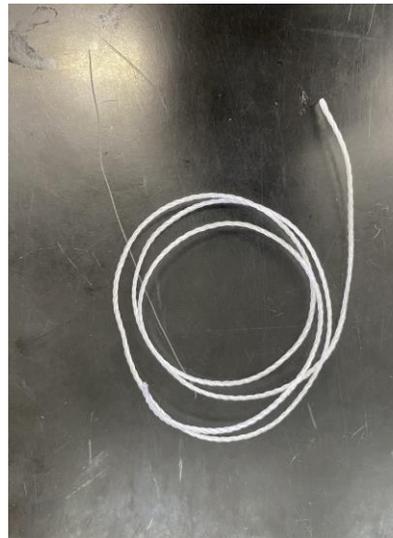
## 貳、研究目的

我們主要是要瞭解排灣族灣族製作傳統背袋(sikau)的材料-山芙蓉編繩的傳統製作方法，搜集它的傳統知識並試著分析科學原理，並檢驗山芙蓉編繩的延展性及拉力。所以主要目的有下列三點：

- 一、瞭解排灣族製作傳統山芙蓉編繩的傳統知識。
- 二、分析排灣族製作傳統山芙蓉編繩之科學原理。
- 三、比較山芙蓉編繩、麻繩、棉繩、尼龍繩、塑膠繩、毛線等六種繩子的延展性及拉力。

## 參、研究設備及器材

一、游標卡尺	二、吊式行旅秤	三、鐵籃子
		
四、大水桶	五、直尺	六、山芙蓉樹皮纖維
		

七、山芙蓉編編	八、麻編	九、棉編
		
十、毛線	十一、塑膠編	十二、尼龍編
		

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究方法

本研究首先搜集排灣族灣族製作傳統背袋(sikau)的材料-山芙蓉編繩相關文獻，整理為排灣族製作山芙蓉編繩的傳統知識，並設計實驗活動比較山芙蓉編繩與目前常用繩子的延長性與拉力。

### 二、研究過程

(一) 確定主題、研究目的與方法。

- (二) 文獻蒐集。
- (三) 彙整資料。
- (四) 設計實驗。
- (五) 製作實驗材料。
- (六) 實驗及結果探討。
- (七) 結論與建議

### 三、實驗前準備

#### (一)實驗器材準備：

1.製作山芙蓉編繩：於寒假時參加第三學期族語營時製作實驗所需要的「山芙蓉編繩」：



採集山芙蓉，截取中斷較直的樹幹



剖樹皮及將外層樹刮除



山芙蓉編繩製作完成



將已煮好且曬乾的纖維捻成繩子

(二)實施地點：學校自然教室內。

### 四、實驗過程與方法

(一) 比較山芙蓉編繩、麻繩、棉繩、尼龍繩、塑膠繩及毛線的延長性。

1.控制變因：掛物的重量、掛物的時間、繩子的粗細。

2.操縱變因：繩子的種類

3.應變變因：伸長長度

(二) 比較山芙蓉編繩、麻繩、棉繩、尼龍繩、塑膠繩及毛線的拉力。

1.控制變因：裝物的容器、繩子的粗細。

2.操縱變因：繩子的種類

3.應變變因：可承受的重量

## 伍、研究結果

一、文獻探討：

(一)山芙蓉簡介

山芙蓉（學名：*Hibiscus taiwanensis*S.Y.Hu），別名台灣芙蓉、狗頭芙蓉或三醉芙蓉、酸芙蓉，是台灣原生植物，為台灣特有種，分布在台灣中低海拔山區。屬於錦葵科木槿屬。與原產中國大陸的木芙蓉重瓣的花型不同。誘蝶植物，例如吸引雌白黃蝶。

株高約 3 至 5 公尺，葉具長柄，單葉互生，闊卵形至近似圓形，長約 7 至 10 公分，寬 6 至 8 公分。常於農曆 9 月霜降時期(約秋冬之際)開花，將整座山頭點綴得熱鬧非凡，因此又名「拒霜」。加上山芙蓉花在清晨初綻放時，先是呈現鮮白



色，再漸轉為粉紅色，到了下午漸成紅色，甚至深紅色而閉合凋謝，花色一日三變，故又得「千面美人」或「三醉芙蓉」之稱，極具庭園觀賞價值。

山芙蓉是屬於陽性植物，需要強日照，而且耐旱、耐污染也耐貧土。可為庭園樹、綠籬及水土保持。

山芙蓉的木頭可供製木屐，花瓣可以用炒炸方式處理後食用，根部可以入藥。據一項田野調查結果發現，山芙蓉在青草店常用青草藥排行第 19 位。

(二)排灣族與山芙蓉

排灣族常見可用來紡成線的植物有山芙蓉、苧麻和構樹等。方法是先從樹皮中抽取纖維經過蒸煮、染色、洗滌、曬乾、抽絲再紡線，然後織成背包也可紡織成布料。

傳統的排灣族族人在牙疼時會將樹根切片煮水來喝減輕疼痛。



(三) 製作傳統背袋(sikau)的材料-山芙蓉編繩過程及傳統知

製作流程	傳統知識
<p>1.採集山芙蓉</p> 	<p>(1)最好在旱季(秋、冬季)採收，尤其是山芙蓉開花的季節要避免採集，因纖維老化韌性較差，容易斷裂。</p> <p>(3)只要砍樹幹部份，要保留樹根，環保再生，而且下次長出來會更直。</p> <p>(3)儘量砍較直的樹幹，取樹皮較快且皮寬較平均。</p> <p>(4)莖幹的部份要截成大約一公尺長的均等的長度，然後捆起來方便載運。</p>
<p>2. 剝樹皮</p> 	<p>(1)樹幹採收後，要趁還沒乾掉時，就要剝皮了，會比較好剝。</p> <p>(2)要將最外層的樹皮用刀刮掉，只留纖維部份。</p>

### 3. 水煮染色



- (1) 水煮時水裡加入木灰，會讓纖維軟化而且會顏色會變白。
- (2) 加木灰時要篩子篩過，避免黑炭加入裡面，顏色會變暗。

### 4. 洗滌整理



- (1) 起鍋後要每條纖維洗乾淨，不留雜質。
- (2) 將每條纖維頭尾一致整理，可簡少空間及方便拿取。

### 5. 日曬



- (1) 日曬時要適當的將纖維攤開，較快曬乾。
- (2) 要曬到纖維摩擦時會發出清脆的聲音

### 6. 搓揉成線



- (1) 捻繩可以在大腿上也可以在直接在手上捻。
- (2) 要接繩時，頭部份可以先刮到很細在捻在一起，會讓接繩處沒有痕跡。

## 2. 捆線



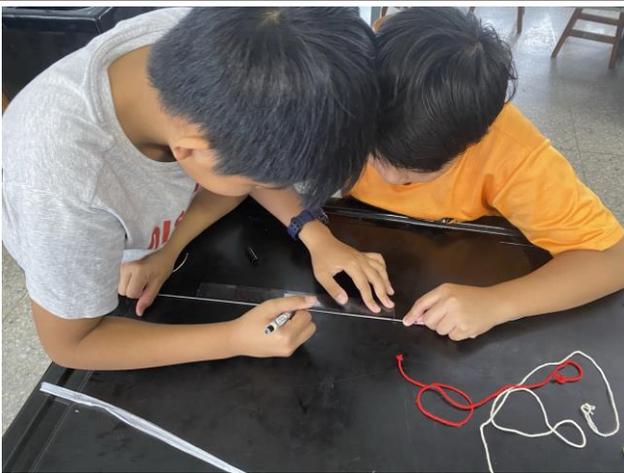
將製作好的繩子捆在木棒上收集好，較方便製成背袋。

## 二、akumakuma 搬運托架實驗活動：

(一) 比較山芙蓉編繩、麻繩、棉繩、尼龍繩、塑膠繩及毛線的延長性。

### 1. 實驗照片及流程

1. 先在每條繩子中間部份量出 10 公分長度，並用奇異筆標示兩端點。



2. 用大水桶裝水固定重量為 3.5 公斤。



3. 用繩子將水桶綁起來掛在橫桿上，約五分鐘後，用直尺量出兩端點長度。



4. 將量出之長度記錄在記錄表上，其他繩子依序用這方式量出。



## 2.實驗記錄

繩子種類	山芙蓉編繩	麻繩	棉繩	毛線	塑膠繩	尼龍繩
長度	10.3cm	10 cm	10.8 cm	12 cm	10.5 cm	10.9 cm
伸長長度	0.3cm	0 cm	0.8 cm	2 cm	0.5 cm	0.9 cm

### 3.我們的發現：

(1) 伸長長度由大到小為：毛線>尼龍繩>棉繩>塑膠繩>山芙蓉編繩>麻繩。

(2) 延展性較差的是麻繩及山芙蓉編繩，都屬於天然植物材質的繩子，有添加人工塑膠原料的繩子延長性較好，較不容易斷裂。

(二) 比較山芙蓉編繩、麻繩、棉繩、尼龍繩、塑膠繩及毛線的拉力。

### 1.實驗照片及流程

1.用繩子綁在鐵籃的手把上，並掛在橫桿上。	2.將書每隔約 30 秒一本一本放入。
	
3.若繩子斷裂後，量出全部籃子及書的重量。	4.將量出之長度記錄在記錄表上，其他繩子依序用這方式量出。



## 2.實驗記錄

繩子種類	山芙蓉編繩	麻繩	棉繩	毛線	塑膠繩	尼龍繩
能承受之 拉力重	約 14.3 公斤	約 4.1 公斤	約 11.6 公斤	約 6.2 公斤	約 10.4 公斤	約 15.9 公斤

## 3.我們的發現：

- (1) 能承受之拉力重由大到小為：尼龍繩>山芙蓉編繩 >棉繩>塑膠繩>毛線>麻繩。
- (2) 現在製作各種繩子都有不同的功能，例如毛線主要編織成衣物，要輕柔，所以不講求承受之拉力重，尼龍繩因為要用來綁物品或用於建築上，就要能承受較大的拉力重。
- (3) 山芙蓉編繩能承受之拉力重較大，所以傳統的排灣族人用來編織成背袋、綁物品及搭建房屋的材料。

## 陸、討論

一、為什麼選擇其他五種繩子與山芙蓉編繩來比較？

一開始的想法是只要找不同材質的繩子來比較，但只有自然及人工材質兩種而已，也發

現目前的繩子以功能性來分類，故選擇了目前生活中較容其使用到的繩子來比較。



## 二、實驗一中如何控制變因，提高實驗準確性？

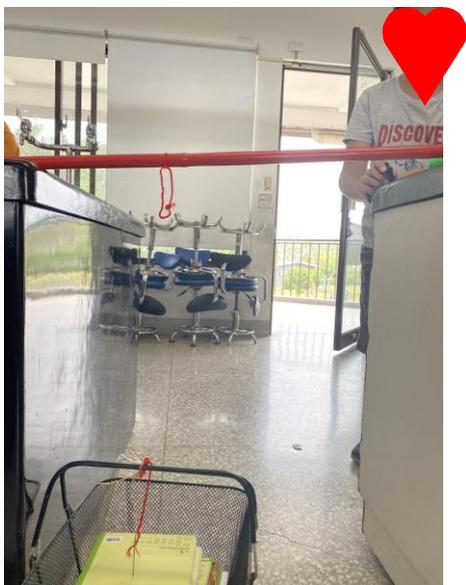
為了要提高實驗結果的準確性，必須要將控制變因調整到一樣，除了將掛物的重量及掛的時間固定，最難的就是如何繩子將的粗細固定？經過大家討論後，決定去找與山芙蓉編繩一樣寬的繩子與山芙蓉編繩來做比較，但是，經過一斷時間尋找後，沒有找到現成任何一條與山芙蓉編繩一樣粗細的繩子，而且有些繩子的材質用游標卡尺量時會被壓縮，所以後來討論後，就選定目前生活中較常見且粗細寬度相差不超過 1mm。



## 三、實驗二中如何控制變因，提高實驗準確性？

經過去瞭解後，目前專業的測量拉力的儀器大都上萬元以上，而且去詢問過後也沒有學校或認識的廠商有，無法借到，所以經過討論過，為不造成浪費，且因為各類繩子就能承受的拉力較小，所以在瞭解測拉力計的構造後，嘗試用最簡單的方式去測試每條繩子能承受的

重量，以慢慢增加重量的方式來測繩子所能負荷的拉力重。就是在重量一直往上加後，最後到繩子斷掉當時的重量即該繩子所能承受最大的拉力，雖然不夠精確，但是還是能比較出各類繩子拉力的大小。



#### 四、分析出製作山芙蓉編繩哪些科學概念？

在收集了排灣族製作山芙蓉編繩的傳統知識有以下：

- (一) 最好在旱季(秋、冬季)採收。
- (二) 山芙蓉開花的季節要避免採集，因纖維老化韌性較差，容易斷裂。
- (三) 只要砍樹幹部份，要保留樹根，環保再生，而且下次長出來會更直。
- (四) 儘量砍較直的樹幹，取樹皮較快且皮寬較平均。
- (五) 莖幹的部份要截成大約一公尺長的均等的長度，然後捆起來方便載運。
- (六) 樹幹採收後，要趁還沒乾掉時，就要剝皮了，會比較好剝。
- (七) 水煮時水裡加入木灰，會讓纖維軟化而且會顏色會變白。
- (八) 加木灰時要篩子篩過，避免黑炭加入裡面，顏色會變暗。
- (九) 日曬時要適當的將纖維攤開，較快曬乾。
- (十) 要曬到纖維摩擦時會發出清脆的聲音
- (十一) 捻繩可以在大腿上也可以在直接在手上捻。
- (十二) 要接繩時，頭部份可以先刮到很細在捻在一起，會讓接繩處沒有痕跡。

就以上由排灣族祖先傳承下來的傳統知識中，(一)~(三)、(八)、(十一)及(十二)這些都是累積常時間的經驗而定的，無法短時間內驗證；而(四)~(六)由方便性及完整性來想就能理解；

(九)是要增加日曬面積及通風較好，所以比較容易乾燥；(十)是因為潮溼的纖維摩擦時因為有水份，所以振動較不明顯，所以聲音較小較低，乾燥時就相反，會發出清脆的聲音。(七)經過查閱資料後得知，燃燒後產生的木灰屬鹼性，主要成分是碳酸鉀( $K_2CO_3$ )，它的用途有很多，除了可當肥料之外，還可以當美白劑及去污劑，所以加入木灰後顏色會變白。

五、如何提高實用性及方便性？

山芙蓉編繩目前在部落中只有年長的長輩會製作，還好學校一直在推動民族教育，才知道有這些傳知知識，可是學校以後沒有繼續推動或是以後找不到會製作的人的話，這個傳統知識就會消失，所以若能提出可增加實用性及便利性就能繼續傳承，但是經過大家的討論後，還是覺得目前各式各樣的繩子這麼方便取用，山芙蓉編繩確是製作過程煩鎖，沒辦法與其他繩子比較，所以可以不同的方式推廣，如設計山芙蓉編繩的文創品，比較有可能讓這個傳統知識繼續傳承下去。

六、往後可延伸發展的研究？

除了可用專業的測拉力計儀器，量測準確的拉力來比較外，還有討論到可以比較其他植物(苧麻、構樹)纖維的抗張力強度及耐腐、不易發黴的比較。

## 柒、結論

從文獻探討及實驗活動後，我們得到了以下的結論，如下說明：

一、排灣族傳統的製作山芙蓉編繩知識有以下：

- (一) 最好在旱季(秋、冬季)採收。
- (二) 山芙蓉開花的季節要避免採集，因纖維老化韌性較差，容易斷裂。
- (三) 只要砍樹幹部份，要保留樹根，環保再生，而且下次長出來會更直。
- (四) 儘量砍較直的樹幹，取樹皮較快且皮寬較平均。
- (五) 莖幹的部份要截成大約一公尺長的均等的長度，然後捆起來方便載運。
- (六) 樹幹採收後，要趁還沒乾掉時，就要剝皮了，會比較好剝。
- (七) 水煮時水裡加入木灰，會讓纖維軟化而且會顏色會變白。
- (八) 加木灰時要篩子篩過，避免黑炭加入裡面，顏色會變暗。

(九)日曬時要適當的將纖維攤開，較快曬乾。

(十)要曬到纖維摩擦時會發出清脆的聲音

(十一) 捻繩可以在大腿上也可以在直接在手上捻。

(十二)要接繩時，頭部份可以先刮到很細在捻在一起，會讓接繩處沒有痕跡。

二、傳統的製作山芙蓉編繩的科學概念有：

(一)增加日曬面積及通風較好，潮溼的山芙蓉編繩比較容易乾燥

(二)潮溼的纖維摩擦時因為有水份，振動較不明顯，所以聲音較小較低，乾燥時就相反，會發出清脆的聲音，所以可辨別是否乾燥了。

(三)燃燒後產生的木灰屬鹼性，主要成分是碳酸鉀 (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)，它的用途有很多，除了可當肥料之外，還可以當美白劑及去污劑，所以加入木灰後顏色會變白，所以加了木灰的纖維會變白。

三、山芙蓉編繩的延展性比一般常用的繩子差。

四、山芙蓉編繩的拉力與一般常用的繩子好，可製作成背袋等承受較大的重量。

從這個研究我們得到很好的驗證，其實我們很多的排灣族傳統知識有其科學原理，是有價值的知識，需要傳承下去。

## 捌、參考資料資料

一、參考資料：

民族教育教材 三上 第四單元 編繩 qemadjapi。屏東  武國民小學。

自然與生活科技 五上 第四單元 力與運動。康軒文教事業。

維基百科，自由的百科全書-山芙蓉。網站：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B1%B1%E8%8A%99%E8%93%89>

檢索日期：2021 年 3 月 7 日。