

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080827

「原」音重現

—探討影響排灣族鼻笛發音現象之研究

學校名稱：高雄市小港區港和國民小學

|        |       |
|--------|-------|
| 作者：    | 指導老師： |
| 小六 黃橙澤 | 顏志昌   |
| 小六 林孟昱 | 李佩憶   |
| 小六 黃祥榮 |       |
| 小六 蘇語絮 |       |
| 小六 陳玉潔 |       |

關鍵詞：鼻笛、聲音

# 「原」音重現

## ---探討影響排灣族鼻笛發音現象之研究

### 摘要：

透過實驗的探究，讓我們更了解快要消失的樂器 – 排灣族「鼻笛」，其中幾項結論包括，第一、初學者學習鼻笛要掌握笛子的角度在 30 度以內而且流速的控制是一件很重要的事情，相同的指法，不同的流速，所發出來的音會不相同，第二、研發學習鼻笛輔助工具「鼻套環」，解決鼻笛衛生的問題，並提高正確發音的成功率，第三、找到製作紙管鼻笛的黃金比例 10 : 2 : 1 : 1。第四、發現紙管長度最短臨界值為 49cm 能製作六個音階的鼻笛，希望經由以上的研究，讓像我們一樣的都市小朋友都有機會推廣製作紙管鼻笛。

### 壹、研究動機：

我的姊姊在升國中一年級的暑假時，參與人本基金會所舉辦的築巢活動，營隊活動地點就在屏東三地門的排灣族部落，活動期間他們拜訪了部落的耆老，耆老演奏了一種奇特的樂器—鼻笛，聲音非常的動聽。回家後她分享給我聽，我不太能了解，於是姊姊帶著我上網找資料，並播放鼻笛的樂曲，那時我就對鼻笛產生了許多的疑惑？用吹子吹奏樂器，不會缺氧嗎？怎麼可以吹奏這麼長的樂曲？用嘴巴吹奏不是比較方便，為什麼要選用吹子吹奏呢？為什麼吹奏出的樂曲旋律，好似比較偏向哀怨的感覺？種種的疑惑，深深吸引我想要探討它。剛好我們學校有作科展，所以就跟老師提出了這個問題。老師透過部落發展協會找到了排灣族鼻笛大師-謝水能老師，也是目前行政院頒定的國寶級文化資產人物，我們一行人親自拜訪謝水能老師，透過訪談、與專家對話的方式，讓我們對鼻笛的文化以及樂器本身有了初步的瞭解，但我們也從中發現到鼻笛在推廣上的困境，例如初學者不容易吹出鼻笛的聲音、鼻笛單枝費用昂貴，無法有效的分享，於是我們便展開後續的研究，希望能透過簡易的實驗設計，找出最佳的吹奏鼻笛方程式並將有趣的鼻笛樂器普及化。

本參展作品與教學單元之相關性有：

一、國小自然課本五年級下學期第四單元 聲音

## 貳、研究目的:

- 一、了解排灣族部落中鼻笛的文化背景與樂器本身的特性。
- 二、探討鼻笛不容易正確發音的原因。
  - (一)不同的鼻型角度是否會影響鼻笛的正確發音。
  - (二)不同的笛子角度是否會影響鼻笛的正確發音。
  - (三)不同的流速是否會影響鼻笛的正確發音。
  - (四)研發初學者可以使用的學習鼻笛輔助工具。
- 三、提出如何將鼻笛樂器普及化的作法。

## 參、研究設備與器材:

軟體設備：手機 APPgstrings 音頻分析軟體、電子白板 Smartboard 軟體。

硬體設備：排灣族鼻笛 1 支、紅光雷射光束、可轉角度的麥克風架 1 支、大長尾夾、75%酒精、相機 1 台、風速器 1 台、電工膠布、透明膠帶、小紙杯數個、大型量角器、美工刀、剪刀、紙管數個、長尺、砂紙、鑽孔器、固定座、游標尺、圓規、碼表、輪胎空壓打氣機 1 台、控制閥、自製鼻氣定量模擬器。

## 肆、研究過程與方法:

### ◎研究一：了解排灣族部落中鼻笛的文化背景與樂器特性

想法：我們希望透過查閱相關資料與探訪部落耆老，了解排灣族中鼻笛樂器的文化背景與特性。

### 實驗(一)：查閱鼻笛的文獻資料

結果：根據所收集的文獻資料分述如下：

#### ▀鼻笛的文化▀

在排灣族的神話故事中，鼻笛是百步蛇的化身，後人的研究發現，用雙管竹子且用吹子吹奏出來的聲音，和百步蛇發出的聲音很像，因此將鼻笛設計為「雙管鼻笛」，一管有按孔，能發出不同音階聲調；另一管無按孔，作為和弦之用，只能發出低（輕吹）、中（稍大力）、高（大力）三個音，則被視為不會唱歌的百步蛇所發出的聲音。

### ▲鼻笛的功能▼

鼻笛如一般樂器可以抒發自己的情感、情緒或者追求女友表達情意。但排灣族之鼻笛在一特殊時刻使用之別具意義，其中以屏東縣平和村最為明顯。當部落頭目死亡時，整個村莊都不許有任何歡樂或嬉戲的聲音，僅有鼻笛聲可於此時響起，主要是為了安慰喪家的家屬，尤其更是為了表達吹奏者之哀泣。鼻笛可以說是排灣族貴族男性的專利，從前只有貴族可以吹奏鼻笛。鼻笛的旋律聽起來會讓人感覺淒涼，而不同的旋律，則代表不一樣的故事和心情。

### ▲鼻笛的特性▼

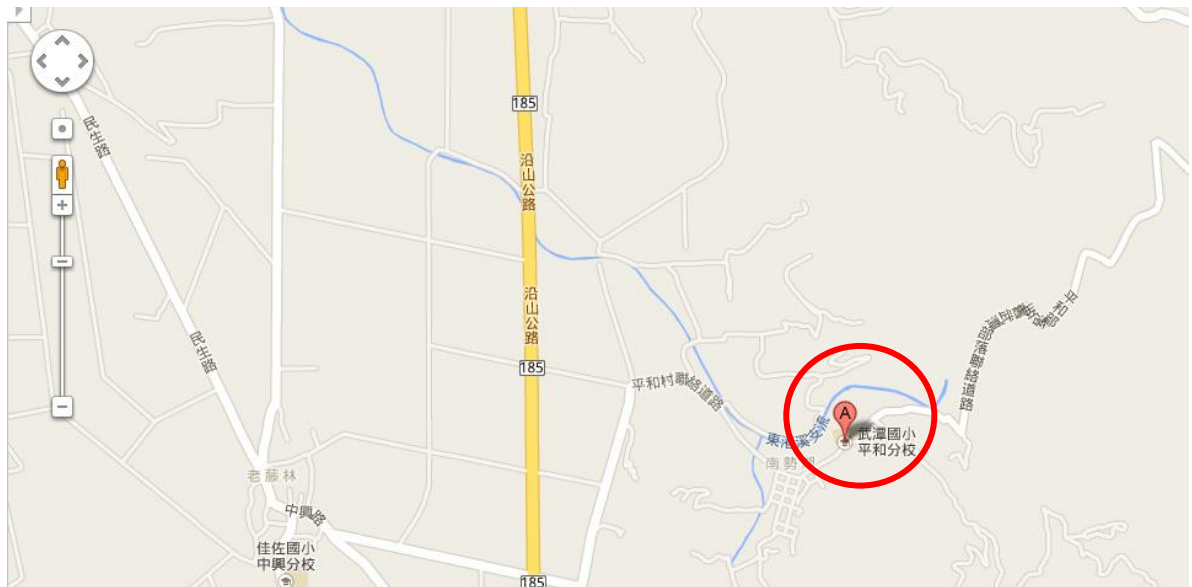
鼻笛是雙管，笛長有 60 公分，亦有 48 至 50 公分長的鼻笛。其指孔數一管三個指孔，另一管則為無孔。吹口現今為傳統式的圓孔吹口。

### ▲鼻笛的限制▼

傳統上，鼻笛是屬於貴族的樂器，是高尚的樂器，一般人是不可以吹奏，甚至女生也不可以碰觸，到了日治時期才沒有那麼嚴格限制，但是仍有所區別。鼻笛上有雕蛇紋者乃貴族的笛子，一般人不可以吹奏使用之，只能使用素面無任何雕刻的笛子。


### 實驗(二)：實際訪談來義鄉排灣族部落耆老

結果：訪談排灣族部落耆老—行政院頒定重要傳統藝術保存者謝水能老師



## ■鼻笛吹奏技巧■

謝水能老師從豐富的鼻笛吹奏與教學經驗來說，認為肺活量大才能穩定吹奏出鼻笛的聲音，而當有鼻塞或流鼻水的情形，也不適合吹奏鼻笛，因此，保持身體健康是鼻笛在吹奏時的重要關鍵之一。再者，當換氣時，鼻笛不可移動，並需用嘴巴呼吸，保持鼻笛不走音的秘訣。下表是訪談鼻笛老師的吹奏分析

| 鼻笛種類  | 吹孔特色  | 吹奏技巧                        | 缺點   |
|-------|---|-----------------------------|--|
| 傳統式鼻笛 |  | 兩管中的縫隙，要固定對準人中的位置。與鼻孔成垂直方向。 | 1.位置易對不準造成鼻氣漏掉而發聲困難。<br>2.所花費的力氣大，容易頭暈、久吹不易。<br>3.鼻笛的角度，容易影響發出正確的聲音。<br>4.吹子特殊，EX:吹尖太長(外國人)不易吹出聲音。 |

## ■鼻笛的製作步驟■

謝水能老師提出製作鼻笛的八大步驟

**第一步驟--採竹：**謝老師表示，只要是有「節」的竹子，皆能夠做為鼻笛的材料，而因為地利之便，傳統的鼻笛以選用村子附近容易取得的活廣竹與懸崖竹兩種為主。

**第二步驟--烘乾：**可以用日曬或用火烤的方式，去除竹子裡殘留的水份，謝老師認為最好用日曬法，竹子比較不會裂開，直到竹子敲起來有「鏘、鏘、鏘」的音。

**第三步驟--裁切：**將曬乾的竹子以「節」為單位裁切，一節一根

**第四步驟--選竹：**在曬乾且裁切過後的竹子中，選擇長度及管壁厚度差不多的竹子。

**第五步驟--鑽洞：**傳統式鼻笛：吹孔是圓形的，是在竹節上方挖圓形吹孔，有固定的吹孔大小，不可太小，也不可太大

**第六步驟--配對：**在眾多條件相當的竹管中，選擇吹奏的聲音差不多的兩個竹子，才可配成一對。


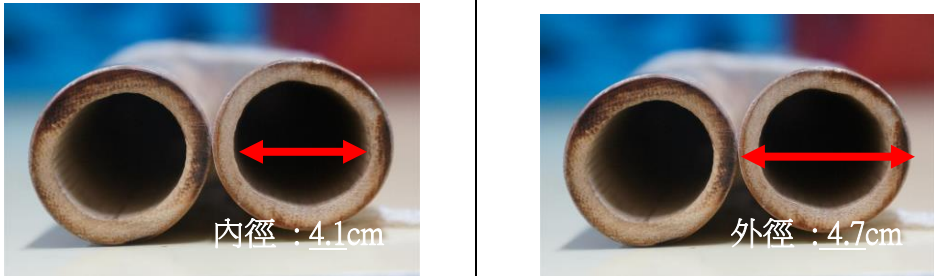


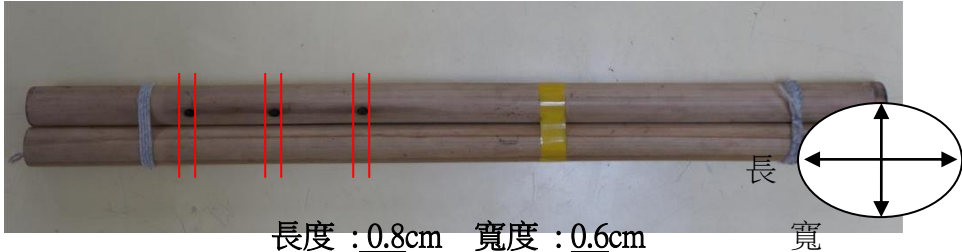
**第七步驟--燒孔：**用鑿子燒出大小相同的按孔即可，需小心操作，按孔處不能裂掉或缺角，按孔的孔徑越小，所發出的聲音就越高。傳統式鼻笛為斜孔按孔，直徑約為 0.7 公分。

**第八步驟--雕刻：**用刀子或釘子，在竹子上雕出圖案，一支充滿排灣族風味的鼻笛，就完成了！

### 實驗(三)：測量鼻笛的基本物理特性與音頻

- 方法：1.利用游標尺與直尺測量鼻笛的管長、口徑、鼻吹孔大小、按孔位置、按孔大小。
- 2.將手機APP「gstings音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，當專家吹奏鼻笛的音階Do.Re.Me...時，另一人紀錄手機軟體呈現的對應音名與音頻數據。

結果：

| 鼻笛基本物理特性表 |  |
|-----------|--|
| 管長        |    |
| 鼻笛底端口內外徑  |   |
| 鼻吹孔大小     |  |
| 按孔位置      |  |
| 按孔大小      |  |

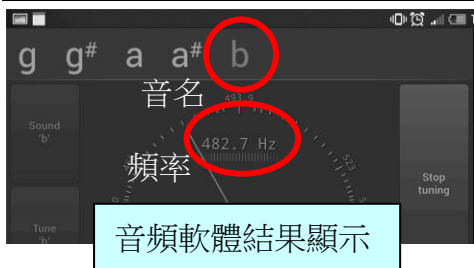
標準鼻笛音階對應頻率測量表

單位：HZ

| 音階 \ 次數          | 指法 | APP 測量 | 第一次   | 第二次   | 第三次    | 第四次    | 第五次    | 平均     |
|------------------|----|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Do               |    | 音名 b   | 504.8 | 500.1 | 505.4  | 507.6  | 500.3  | 503.6  |
| Re               |    | 音名 c#  | 553.2 | 550.1 | 554.3  | 558.2  | 557.5  | 554.7  |
| Mi               |    | 音名 d#  | 610.7 | 611.6 | 617.9  | 611.0  | 614.2  | 613.1  |
| Fa               |    | 音名 f   | 684.2 | 684.5 | 686.8  | 687.9  | 682.3  | 685.1  |
| Sol              |    | 音名 g   | 773   | 780   | 769.3  | 770    | 778    | 774.1  |
| La               |    | 音名 g#  | 829.3 | 828.4 | 830.1  | 829    | 827    | 828.8  |
| 高八度 Sol<br>(大力吹) |    | 音名 c   | 1043  | 1038  | 1043   | 1042.2 | 1039.6 | 1041.2 |
| 高八度 La<br>(大力吹)  |    | 音名 e   | 1315  | 1301  | 1308.6 | 1314   | 1318   | 1311.3 |

標準鼻笛音階結構表

|    |   |    |   |    |   |    |    |     |    |   |    |    |
|----|---|----|---|----|---|----|----|-----|----|---|----|----|
| 音名 | c | c# | D | d# | e | f  | f# | g   | g# | a | a# | b  |
| 音階 |   | Re |   | Mi |   | Fa |    | Sol | La |   |    | Do |



標準鼻笛音階結構

Do → Re → Mi → Fa → Sol → La

跳2階 跳2階 跳2階 跳2階 跳1階

**發現：**1. 由於鼻笛是部落個人化的樂器，並沒有統一的標準音階，所以我們以專家-鼻笛老師所吹出的基本六個音階結構，透過 APP「**gstings** 音頻分析」軟體所測得的對應音名與頻率作為後續研究的對照標準。

2. 鼻笛能吹出高八度的音階 **Sol·La**，但老師表示此兩個音階較少運用在吹奏上。

## ◎研究二：探討鼻笛不容易正確發音的原因

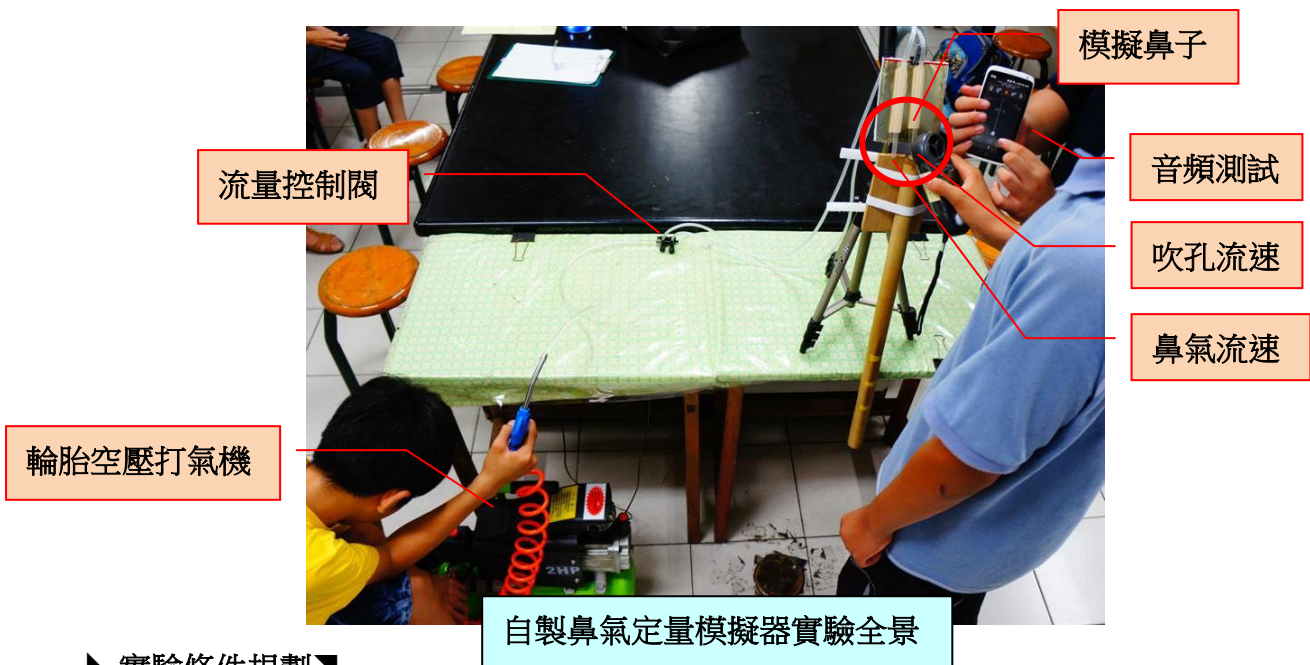
**想法：**根據部落耆老的訪探中，我們發現初學者在學習鼻笛過程，一開始要正確發音會比較困難，於是我們自己實地體驗後推測，認為可能影響吹鼻笛的人發音關鍵因素有三，分別為不同的鼻型角度、鼻笛與鼻子的角度、鼻呼出氣體流速快慢。

▀**實驗設計**▾：我們與老師共同討論如何設計實驗的情境，主要試驗設施如下圖。

- (一) 可調角度角架：可以任意達到調整鼻笛傾斜的角度並予以固定，避免直接手持誤差。
- (二) 雷射光束：借用光束的直進性與鼻笛的傾斜角度平行，可以隨時觀察鼻笛角度狀況。
- (三) 音頻測試：在鋼琴與木琴兩組樂器檢測下，確認手機APP「**gstings**音頻分析」軟體具有準確度後，待靜音狀態下，靠近受試者的鼻笛共鳴區測量發音頻率。
- (四) 鼻氣定量模擬器：透過空壓打氣機以及控制閥的流量調整，可以釋出穩定的氣流來模擬鼻子瞬間呼出的氣體速度。
- (五) 吹孔流速測試：先以衛生紙確認鼻笛颯出氣體的位置，再用風速計測量發音時，通過鼻吹孔上方所颯出氣體的快慢，當風速計呈現高數據，表示空氣流速快。
- (六) 鼻氣流速測試：將風速計對準軟管，測量發音時從定量模擬器流出的氣體速度快慢。







### ▲ 實驗條件規劃 ▼

- (一)實驗用鼻笛：排灣族傳統樂器雙管鼻笛(長61cm/寬2.7cm)。
- (二)實驗人員：我們採5人輪流方式測量，避免因為個人技巧熟悉的因素而影響鼻笛測試的結果。
- (三)音頻測試位置：如上述實驗圖中的位置，待靜音狀態時，開始實驗。
- (四)流速測試位置：如上述實驗圖中的位置，開始實驗。
- (五)實驗記錄時間：我們發現第3秒鐘是大家鼻氣最穩定的時間，所以我們測量第3秒時的音頻與鼻子的氣流速度。
- (六)實驗時間：PM 4：30(學校放學後，比較符合靜音的狀態，適合測量音頻)

### 實驗(一)：不同的鼻型角度是否會影響鼻笛的正確發音

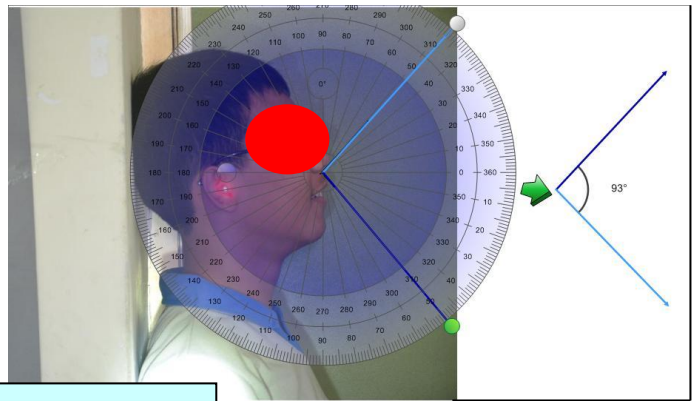
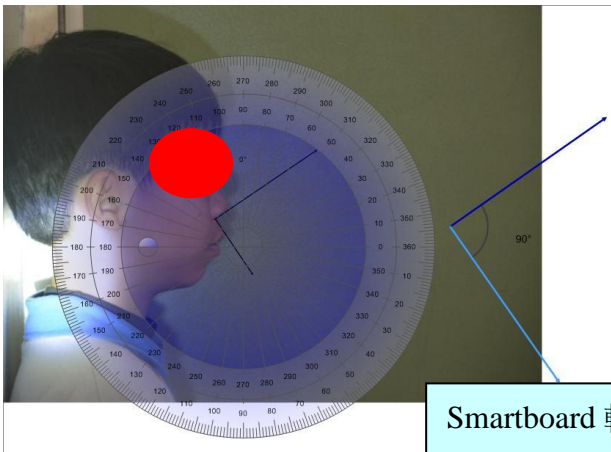
- 方法：
- 1.老師幫我們取樣六年級學生每班 25 位進行實驗，全部樣本數量為 100 位。
  - 2.受試者進行兩階段的測量工作，第一階段為鼻型測量拍照區、第二階段為鼻笛發音測試區。
  - 3.在拍照區的受試者固定同一位置與姿勢，利用單眼相機外加的紅光雷射筆，調整相機的腳架高低，當按壓出來的雷射光直射在受試者的耳朵上，按下快門鍵拍下人臉側面。
  - 4.進入發音測試區的受試者，依據不同的身高調整鼻笛的位置，並將手輕按住已經固定 15 度的鼻笛，連續五次發音測試，紀錄有無出現正確的音 Do。
  - 5.將人臉的側面照，以電子白板軟體畫出鼻子下緣與人中的夾角。
  - 6.分析 100 名學生鼻型角度與發出正確音 Do 的關係。



鼻型拍照測量區

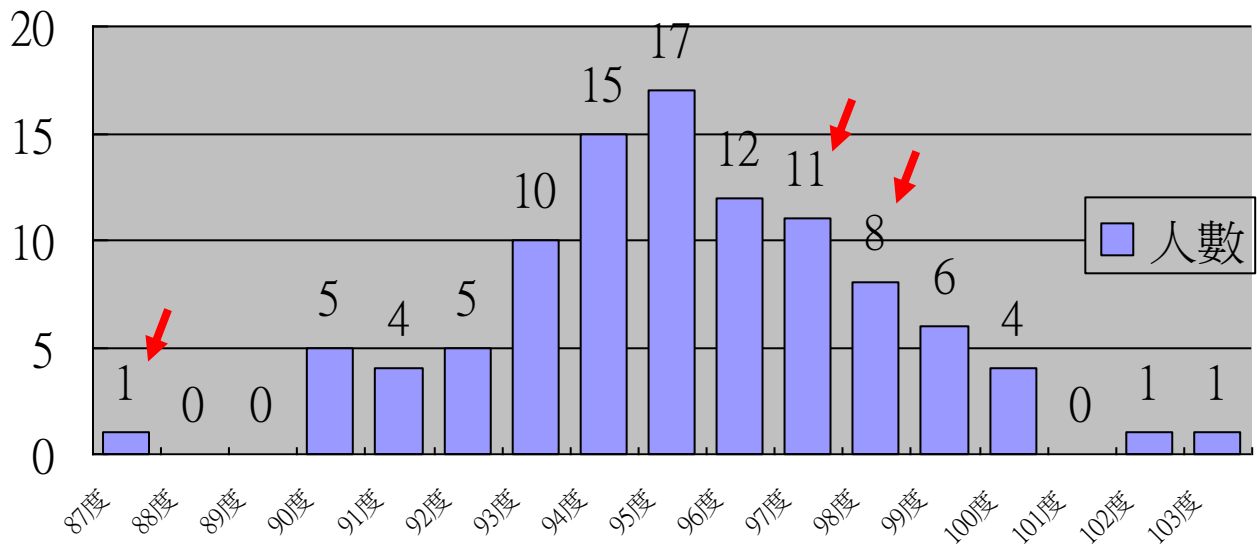


鼻笛發音測試區

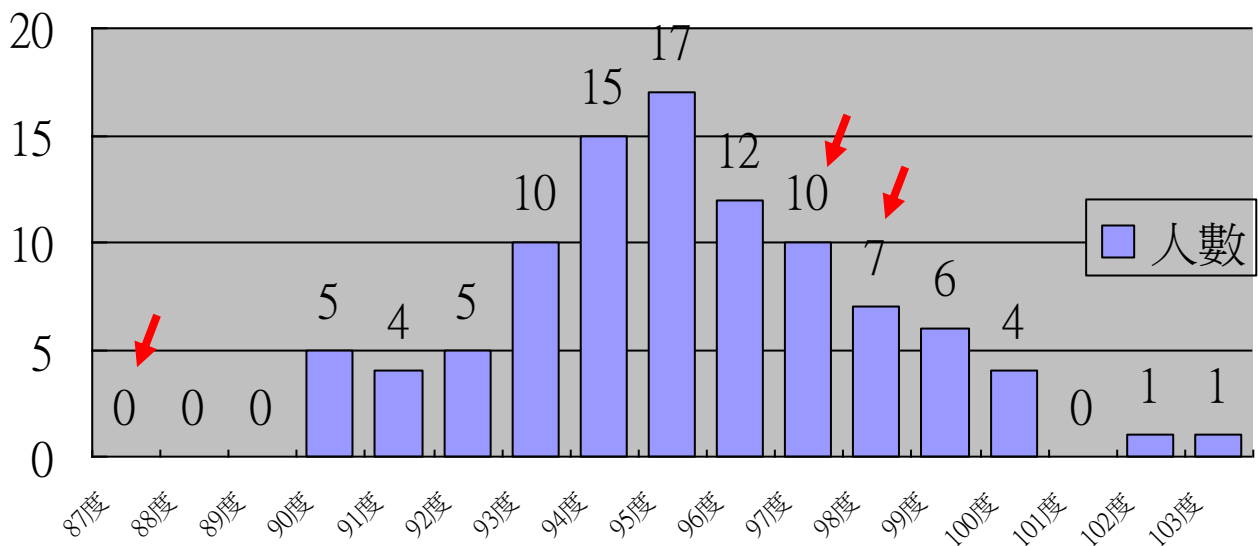


Smartboard 軟體測量鼻型角度

結果：



圖一：100名學生鼻型角度分佈圖



圖二：100 名學生鼻型發音正確數量圖

- 發現：**
1. 抽查的 100 位學生中，我們發現他們的鼻型角度呈現一個常態分佈，人數較多介於 93 度~97 度，其他則是零散分佈。
  2. 在 100 位學生當中，97 位成功吹出 Do 的音，但有三位在五次當中都無法吹出正確 Do 的音。
  3. 進一步觀察三位不能發出正確 Do 音的學生，分析鼻型角度如下。

|       |  |
|-------|--|
| A 受試者 | 鼻頭肉較下凸出，就像大家所說的鷹勾鼻，當鼻笛靠著鼻子時，會先貼住鼻頭，造成鼻孔無法伏貼在吹氣孔上 |
| B 受試者 | 牙齒上顎較往外凸出，類似暴牙的狀態，造成鼻型角度過小，鼻笛與鼻子容易出現較大的縫隙        |
| C 受試者 | 鼻頭肉較下凸出，誠如坊間所說的鷹勾鼻，當鼻笛靠著鼻子時，會先貼住鼻頭，造成鼻孔無法伏貼在吹氣孔上 |

4. 雖然 97 位的學生是可以成功的吹出 Do 的音，但少部份的人是一次成功的，大多表示鼻笛感覺不好吹出聲音。

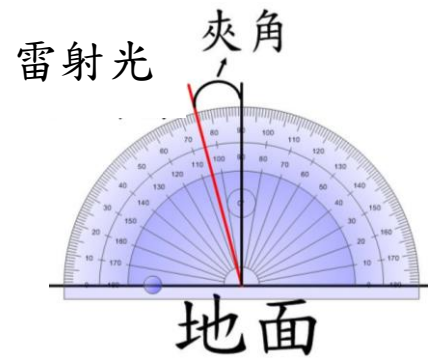
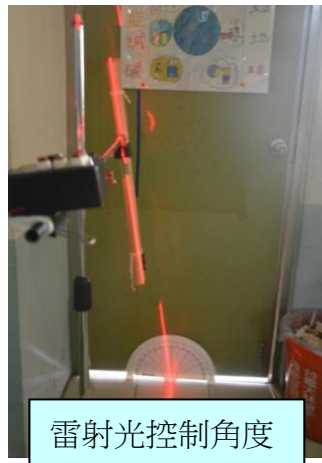
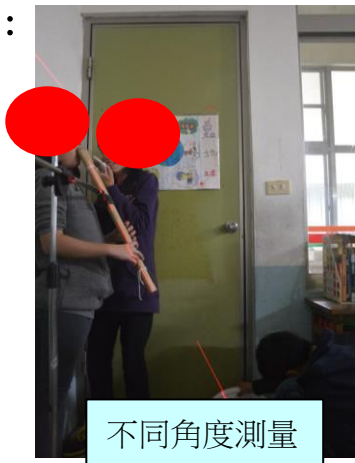
**推想：**

1. 由於有 97 位可以在五次內吹出 Do 的音，我們推測鼻型角度對於能否吹出正確的音並沒有影響，幾乎不同的鼻型角度都可以吹出，而本我們 5 位作者鼻型角度分別為 94 度、95 度、95 度、96 度、97 度，都位於上述分佈圖中人數較多的範圍內，而且也能吹出正確 Do 的音，所以我們後續以我們自己五位作為鼻笛研究的對象。

## 實驗(二)：不同的笛子角度是否會影響鼻笛的正確發音

- 方法：
- 1.受試者背對牆面站立同一位置與姿勢。
  - 2.將鼻笛夾於可調角度角架上。
  - 3.使用紅色雷射光束投射在鼻笛身上並確認鼻笛與紅光平行。
  - 4.轉動角架，並以大型量角器測量投射出來的平行光束是否達到角度。
  - 5.受試者鼻子靠近鼻笛輕按 Do 的指法，由 0 度開始每人測試三次，輪流進行測量並紀錄發音的第三秒有出現正確音 Do 的次數。
  - 6.依序增加 5 度，重複方法 4~5 進行測量及記錄工作。

結果：



單位：次

不同鼻笛角度發音測量表

| 實驗者<br>角度 | 甲             | 乙             | 丙             | 丁                        | 戊                        | 成功次數 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------------|------|
| 0         | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 5         | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 10        | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 15        | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 20        | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 25        | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 30        | 3             | 3             | 3             | 3                        | 3                        | 15   |
| 35        | 2             | 3             | 2             | 3                        | 1                        | 11   |
|           | 錯誤<br>218.7HZ |               | 錯誤<br>186.9HZ |                          | 錯誤 164.1HZ<br>錯誤 188.4HZ |      |
| 40        | 3             | 2             | 2             | 1                        | 3                        | 11   |
|           |               | 錯誤<br>059.7HZ | 錯誤<br>160.3HZ | 錯誤 210.6HZ<br>錯誤 198.6HZ |                          |      |

**發現：**1.鼻笛角度 0~30 度的範圍，都能吹出正確 Do 的音，以對應手機 APPgstings 音頻分析軟體音名為 b，當角度超過 30 度以上，吹奏鼻笛開始會出現錯誤的頻率與對應的音名，所以 30 度是鼻笛在吹奏傾斜的臨界點。

**推想：**1.最後，我們以手握姿勢最輕鬆、自然，所以選用鼻笛角度為 15 度作為後續的實驗依據。

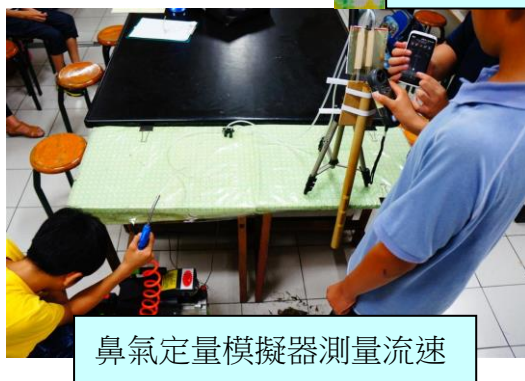
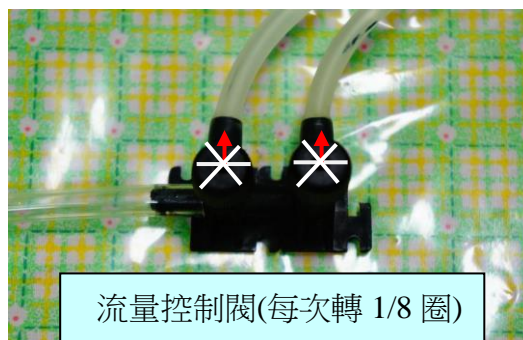
### 實驗(三)：不同的流速是否會影響鼻笛的正確發音

**想法：**由於鼻子呼出的氣體無法達到持續、穩定，所以我們自己和老師製作了一個模擬鼻子的機器，把它命名為『鼻氣定量模擬器』。

**方法：**

- 1.我們將單管鼻笛架設於鼻氣定量模擬器上，調整角度為 15 度。
- 2.將塑膠軟管接於空壓打氣機上，開啟馬達打氣，等待打氣機氣壓飽滿，沒有馬達聲音後，開始用束帶固定噴嘴的流量。
- 3.把流量控制閥轉動開關分為八等份，轉動的基礎為 1/8 圈，先測試看看當兩邊都轉動 1 圈時，確認測得的流速為一樣。
- 4.同步轉動兩邊的控制閥，找出吹孔流速 0.1m/s 需要轉幾圈，依序增加 0.1m/s。
- 5.我們一位使用風速計放在鼻笛上方測量吹孔流速為 0.1m/s 時，另一位使用 APPgstings 測量對應的音頻，之後，再用風速計測量另一管鼻氣流速大小。
- 6.重複步驟 2~4，紀錄發音的第三秒所出現的音頻、吹孔流速、鼻氣流速，而且每個流速分別實驗十次。

**結果：**



▲鼻氣定量模擬器測量表▼

單位:Hz

| 流速      |        | 次數     |       |        |        |        |        |        |        |       |        | 音名 | 音階      |
|---------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|----|---------|
| 吹孔      | 鼻氣     | 一      | 二     | 三      | 四      | 五      | 六      | 七      | 八      | 九     | 十      |    |         |
| 測量 10 次 |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |        | b  | Do      |
| 0.1m/s  | 0.6m/s | 508.4  | 510.2 | 508.2  | 507.6  | 509.2  | 512.4  | 507.1  | 505.8  | 508.5 | 508    |    |         |
| 0.2m/s  | 1.0m/s | 508.7  | 504.4 | 509.7  | 512.5  | 508.4  | 511.6  | 504.3  | 506.5  | 507.7 | 509.8  |    |         |
| 0.3m/s  | 1.4m/s | 510.1  | 508.4 | 509.9  | 506.1  | 508.3  | 508.5  | 509.5  | 506.6  | 507.2 | 505.7  |    |         |
| 0.4m/s  | 1.9m/s | 509.6  | 509.2 | 510.2  | 506.2  | 508.5  | 503.8  | 506.9  | 512.4  | 511.1 | 506.7  |    |         |
| 0.5m/s  | 2.2m/s | 512.2  | 510.3 | 509.5  | 510.8  | 507.9  | 506.4  | 511.7  | 504.8  | 509.9 | 506.8  | g  | Sol     |
| 0.6m/s  | 2.4m/s | 779.1  | 778.3 | 776.4  | 780.6  | 772.7  | 776.7  | 772.6  | 778.2  | 775.3 | 775.6  |    |         |
| 0.7m/s  | 2.8m/s | 774.7  | 774.1 | 773.1  | 779.8  | 776.6  | 775.6  | 778.7  | 781.5  | 774.1 | 783.3  |    |         |
| 0.8m/s  | 3.3m/s | 778.9  | 784.1 | 781.4  | 780.5  | 783.3  | 778.7  | 784.6  | 778.1  | 783.7 | 779.2  |    |         |
| 0.9m/s  | 3.6m/s | 780.4  | 781.2 | 779.9  | 776.3  | 785.6  | 780.6  | 784.8  | 778.6  | 781.7 | 780.3  | c  | 高八度 Sol |
| 1.0m/s  | 4.0m/s | 1033   | 1032  | 1041   | 1040.5 | 1043.3 | 1040.5 | 1039   | 1039.9 | 1034  | 1035.5 |    |         |
| 1.1m/s  | 4.6m/s | 1044.3 | 1040  | 1038.7 | 1038.6 | 1036.7 | 1043   | 1036.7 | 1043.9 | 1040  | 1042.8 |    |         |

備註：「b-508.4」代表吹出的音名為 b、頻率為 508.4Hz  
 「鼻氣流速」定義:直接拿風速計測量鼻子吹出來的氣體速度快慢  
 「吹孔流速」定義:直接拿風速計測量鼻子吹出來的氣體經過鼻吹孔後的速度快慢

**發現：**1.根據實驗的結果，我們發現吹奏者配合指法要能使鼻笛發出 Do、Re、Mi、Fa 的音階，鼻氣流速要達到 0.6m/s~2.2m/s、吹孔流速要達到 0.1m/s~0.5m/s，若要發出 Sol、La 的音階，鼻氣流速要達到 2.4m/s~3.6m/s 之間，吹孔流速要 0.6m/s~0.9m/s，當鼻氣流速到達 4m/s~4.6m/s，吹孔流速要 1.0m/s~1.1m/s，則會發出特別的高八度 Sol、La。

2.就像是鼻笛老師所敘述的，吹奏鼻笛氣量的控制很重要，不同的流速，相同的指法會發出不同的音階，所以鼻子氣體的流速絕對是影響發音成功的因素。

## 實驗(四)：研發初學者可以使用的學習鼻笛輔助工具

**想法：**我們在訪談專家的過程中發現，由於鼻笛都是專家以特定時節的竹子純手工製作，數量有限，所以部落學生在學習鼻笛有共用的現象發生，容易造成衛生上的疑慮，另外，專家也提到初學者吹奏鼻笛時鼻子的氣會從兩管竹子間的縫隙漏掉，也會不容易發出正確的聲音，於是我們想設計一款可以解決以上兩個問題的學習鼻笛輔助工具。

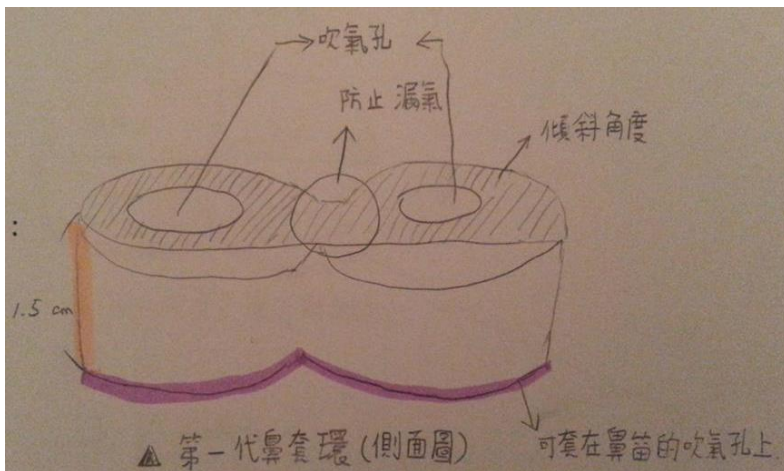
### 子實驗 a：設計鼻笛輔助工具的模型並製作

**方法：**1.我們想到某些西洋樂器，當使用者要使用樂器時，只要套上屬於自己的吹嘴，可以避免衛生的問題，於是我們依此概念來畫出設計圖並請鐵匠製作。

2.我們與老師討論鼻笛輔助工具設計有兩個方向：

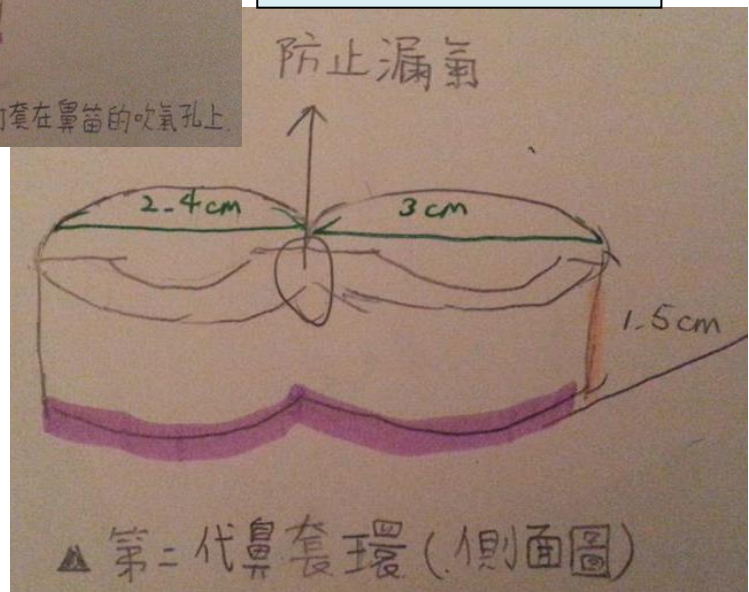
第一、由於鼻笛的構造是兩個圓柱體，所以我們以兩個圓形套環可以套住管壁上為基礎設計，不用的時候套環可以取下，於是我們將此輔助工具命名為「鼻套環」。

第二、在套環上方，我們設計一個遮罩可以遮住兩管竹子間的縫隙。







第一代鼻套環學生設計圖

第二代鼻套環學生設計圖



結果：

| 第一代鼻套環  | 第二代鼻套環  |
|---|---|
|  <p data-bbox="405 676 520 712">俯視圖</p>  |  <p data-bbox="1053 672 1168 707">俯視圖</p>                   |
|  <p data-bbox="561 1079 676 1115">側面圖</p>   |  <p data-bbox="1232 1079 1347 1115">側面圖</p>                |
| <p data-bbox="172 1146 331 1182"><b>測試結果:</b></p> <p data-bbox="172 1205 794 1361">1.初步測試鼻笛發音，發現聲音音量大幅減弱，而且音色聽起來不飽滿，推測是發音受到阻礙的結果。</p> <p data-bbox="172 1384 794 1706">2.由於鼻笛的發音位置在上方的吹孔處，於是我們將衛生紙放在吹孔前端測試飄動狀況，結果，有鼻套環時衛生紙微弱飄動，無鼻套環時衛生紙是劇烈飄動，我們推測應該是上方簍空的圓形讓發音受到阻礙。</p> | <p data-bbox="836 1146 995 1182"><b>測試結果:</b></p> <p data-bbox="836 1205 1442 1438">1.初步測試鼻笛發音，發現聲音音量、音色恢復正常，果然是前方的圓形簍空鐵片阻礙了空氣的流動導致發音不正常。</p> |
| <p data-bbox="150 1742 236 1778"><b>改良:</b></p> <p data-bbox="150 1809 740 1845">1.我們將上方的簍空圓形剪裁成一半</p>  | <p data-bbox="829 1742 1066 1778"><b>第二階段測試:</b></p> <p data-bbox="829 1809 1426 1975">1.老師幫我們找了五年級的兩個班級進行鼻套環使用測試，想要確認研發的鼻套環是否能幫助發音。</p>      |



## 子實驗 b：測試鼻套環是否對正確發音有幫助

方法：1.老師幫我們聯絡五年級學生兩個班 50 位進行實驗。

2.受試者背對牆面站立同一位置與姿勢。

3.將鼻笛夾於可調角度角架上。

3.使用紅色雷射光束投射在鼻笛身上並確認鼻笛與紅外線平行。

4.轉動角架，並以大型量角器測量投射出來的平行光束固定為 15 度。

5.受試者鼻子靠近鼻笛輕按 Do 的指法，並吹出 Do 的音階，另外兩名測量者，一位是使用 APPgstrings 音頻分析軟體測量音頻，另一位則使用風速計測量吹笛共鳴區前方的吹孔流速是否介於 0.1~0.5m/s。(對應 APP 軟體音名為 b)

6.每人分別紀錄三次發音的第三秒所出現的音頻與風速計數值，若吹孔流速超過 0.5m/s 則不予紀錄。

結果：

■鼻套環發音測量表■

單位：次

| 項次<br>實驗者 | 有鼻套環 |   |   | 成功<br>次數 | 無鼻套環 |   |   | 成功<br>次數 | 是否<br>進步 |
|-----------|------|---|---|----------|------|---|---|----------|----------|
|           | 一    | 二 | 三 |          | 一    | 二 | 三 |          |          |
| 1 號       | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | 0 | × | 2        | 是        |
| 2 號       | 0    | × | 0 | 2        | ×    | 0 | × | 1        | 是        |
| 3 號       | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | 0 | 0 | 3        | 否        |
| 4 號       | 0    | × | 0 | 2        | ×    | 0 | × | 1        | 是        |
| 5 號       | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | × | 0 | 2        | 是        |
| 6 號       | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | 0 | × | 2        | 是        |
| 7 號       | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | × | 0 | 2        | 是        |
| 8 號       | 0    | 0 | × | 2        | 0    | × | 0 | 2        | 否        |
| 9 號       | ×    | 0 | 0 | 2        | ×    | 0 | 0 | 2        | 否        |
| 10 號      | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | 0 | 0 | 3        | 否        |
| 11 號      | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | 0 | × | 2        | 是        |
| 12 號      | 0    | 0 | 0 | 3        | 0    | × | 0 | 2        | 是        |
| 13 號      | 0    | 0 | × | 2        | ×    | × | 0 | 1        | 是        |

|      |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 號 | ×  | 0 | 0 | 2 | × | 0 | × | 1 | 是 |
| 15 號 | 0  | 0 | 0 | 3 | 0 | × | 0 | 2 | 是 |
| 16 號 | ×  | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | × | 2 | 否 |
| 17 號 | 0  | 0 | 0 | 3 | 0 | × | 0 | 2 | 是 |
| 18 號 | ×  | 0 | 0 | 2 | × | 0 | × | 1 | 是 |
| 19 號 | 0  | 0 | 0 | 3 | 0 | × | 0 | 2 | 是 |
| 20 號 | 0  | 0 | 0 | 2 | 0 | × | × | 1 | 是 |
| 總計   | <p>有進步:指有鼻套環的成功次數多於無鼻套環的成功次數</p> <p>★進步率 15/20=75%</p> |   |   |   |   |   |   |   |   |

**發現：**1.加了鼻套環之後，學生明顯進步了，在 20 位當中，有 15 位比無鼻套環成功次數要多，進步率高達 75%。

### ◎研究三：提出如何將鼻笛普及化的做法

**想法：**我們思考，這麼棒又有趣的排灣族傳統樂器，若受限於竹子不容易取得，價錢昂貴、又費工夫，而不能大力推廣，實在可惜。

#### 實驗(一)：調查市面上的紙管種類

**想法：**由於我們想要將鼻笛這麼有趣又新鮮的樂器大量推廣，於是我們希望可以將吹笛的製作規格化、材料簡單化，結果，我們想了又想，保鮮膜或鋁箔紙的紙管同樣為管狀，具有厚度，而且收集家裡用完的紙管又兼具環保性，所以，最後，我們以紙管來作為製作鼻笛的材料。

**方法：**1.我們到百貨業調查市售的保鮮膜紙管與鋁箔紙紙管的規格。  
2.紀錄不同廠牌的紙管規格，包括長度、寬度、厚度。

結果：



調查市售紙管種類並測量規格



各種品牌的鋁箔紙與保鮮膜盒

市售紙管調查表

單位：cm

| 廠牌<br>規格 | 各種鋁箔紙管 |      |      |      | 各種保鮮膜紙管 |      |      |      |      |      |
|----------|--------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|
|          | A      | B    | C    | D    | E       | F    | G    | H    | I    | J    |
| 長度       | 30.5   | 30.5 | 30.6 | 30.7 | 30.6    | 30.6 | 30.5 | 30.7 | 30.4 | 30.4 |
| 寬度       | 3.8    | 3.8  | 3.6  | 3.7  | 3       | 2.8  | 2.7  | 3    | 3    | 3    |
| 厚度       | 0.1    | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2     | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  |

發現：1.根據我們的規格紀錄，我們發現，鋁箔紙管寬度介於 3.6cm~3.8cm，而保鮮膜紙管寬度介於 2.7cm~3cm，於是我們將紙管分成兩大類細型紙管與粗型紙管。

2.紙管的長度規格幾乎都在 30cm，厚度介於 0.1cm~0.2cm 之間。

## 實驗(二)：製作紙管鼻笛

**想法：**為了要將鼻笛規格化，於是我們依據鼻笛老師所製作不同大小的鼻笛尺寸去歸納是否具有一個製作比例，然後，再依此比例試作細型紙管鼻笛、粗型紙管鼻笛。

### ☆子實驗 a：歸納鼻笛的製作規格

**方法：**1.我們在訪談鼻笛老師的同時，也分別紀錄了老師所製作的 5 支不同款式的鼻笛規格，包括長度與按孔位置。

**結果：**



鼻笛按孔位置測量表

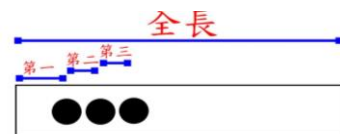
單位：cm

| 組別 \ 次數 | 全長   | 第一孔距 | 第二孔距 | 第三孔距 |
|---------|------|------|------|------|
| A 鼻笛    | 40   | 8    | 4    | 4    |
|         | 10   | 2    | 1    | 1    |
| B 鼻笛    | 44   | 8    | 4    | 4    |
|         | 11   | 2    | 1    | 1    |
| C 鼻笛    | 48   | 9    | 4.5  | 4.5  |
|         | 10.6 | 2    | 1    | 1    |
| D 鼻笛    | 50   | 9.5  | 5    | 5    |
|         | 10   | 1.9  | 1    | 1    |
| E 鼻笛    | 61.2 | 12   | 6.2  | 6.5  |
|         | 10   | 2    | 1    | 1    |

第一孔距：由鼻笛底端至第一按孔中心的距離

第二孔距：由第一按孔中心至第二按孔中心的距離

第三孔距：由第二按孔中心至第三按孔中心的距離



**發現：**1.老師表示鼻笛按孔的距離全憑個人經驗的累積，沒有特別的規格，但根據我們測量的 5 支不同長度鼻笛顯示，全長與按孔間距似乎有著 10:2:1:1 的比例存在。

### ☆子實驗 b：開始製作紙管鼻笛

- 方法：**
- 1.將兩支同系列的紙管利用貼布膠帶緊密接合。
  - 2.測量紙管全長並依照 10:2:1:1 的比例來計算按孔位置。
  - 3.在紙管上畫出按孔的相對位置與大小。
  - 4.將紙管放在固定座上利用電鑽以口徑 0.8cm 的鑽子鑽孔，並用砂紙、小電鑽修飾按孔。
  - 5.把圖畫紙利用圓規切割器切割出符合紙管的口徑，並在中央依據鼻笛的吹氣孔大小切割出直徑 0.7cm 的圓。
  - 6.利用白膠黏合吹氣孔帽，即完成單管的紙管鼻笛。
  - 7.利用手機APP「**gstings**音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，測量三次紙管鼻笛所呈現的穩定音頻數據。
  - 8.最後，將未鑽洞的同一款紙管鼻笛與鑽洞的紙管鼻笛綁在一起即可。

結果：



步驟一黏合



步驟二定位



步驟三鑽孔



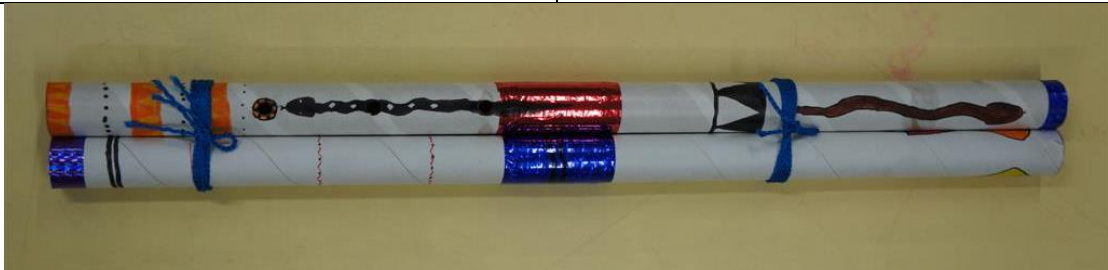
步驟四修飾



步驟五製作孔帽



步驟六測試音階



步驟七彩繪鼻笛

紙管鼻笛音階測試

單位：Hz

| 廠牌 \ 音階 | Do                          | Re             | Mi             | Fa             | Sol            | La             |
|---------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 粗 A     | ×                           | ×              | ×              | ×              | ×              | ×              |
| 粗 B     | ×                           | ×              | ×              | ×              | ×              | ×              |
| 粗 C     | ×                           | ×              | ×              | ×              | ×              | ×              |
| 粗 D     | ×                           | ×              | ×              | ×              | ×              | ×              |
| 細 E     | 全長：61.2cm 寬度：3cm 厚度：0.2cm   |                |                |                |                |                |
|         | b513.9                      | c#568.3        | d#617.9        | f689.2         | g766.8         | g#836.4        |
| 細 F     | 全長：61.2cm 寬度：2.8cm 厚度：0.2cm |                |                |                |                |                |
|         | b516.2                      | c#565.1        | d#609.6        | f681.2         | g766.8         | g#828.4        |
| 細 G     | 全長：61cm 寬度：2.7cm 厚度：0.1cm   |                |                |                |                |                |
|         | b515.5                      | c#567.5        | d#610.2        | f681.5         | g767.9         | g#829.3        |
| 細 H     | 全長：61.4cm 寬度：3cm 厚度：0.2cm   |                |                |                |                |                |
|         | b511                        | c#567          | d#606.5        | f679.6         | g780           | g#834.5        |
| 細 I     | 全長：60.8cm 寬度：3cm 厚度：0.1cm   |                |                |                |                |                |
|         | b509.4                      | c#566.2        | d#610.3        | f686.5         | g773.9         | g#830.9        |
| 細 J     | 全長：60.8cm 寬度：3cm 厚度：0.1cm   |                |                |                |                |                |
|         | b518.5                      | c#569.1        | d#611.6        | f692.6         | g765.5         | g#828          |
| 標準鼻笛    | <b>b503.6</b>               | <b>c#554.7</b> | <b>d#613.1</b> | <b>f 685.1</b> | <b>g 774.1</b> | <b>g#828.8</b> |

鼻笛音階結構對照表

|      |   |           |   |           |   |   |           |   |           |   |           |   |
|------|---|-----------|---|-----------|---|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| 標準鼻笛 | c | <b>c#</b> | D | <b>d#</b> | e | f | <b>f#</b> | g | <b>g#</b> | a | <b>a#</b> | b |
| 細型鼻笛 | c | <b>c#</b> | D | <b>d#</b> | e | f | <b>f#</b> | g | <b>g#</b> | a | <b>a#</b> | b |

發現：1.將紙管鼻笛的製作流程步驟化。



2.根據音階頻率測量的結果發現，E~J 的細型紙管皆可以吹出正確的鼻笛音階。

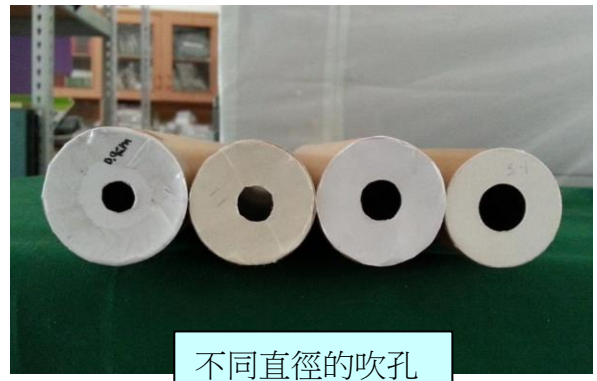
3.我們發現利用粗型紙管製作的鼻笛全部都無法吹出音階。

**推想：**1.由上述的結果得知，利用保鮮膜紙管(管徑 2.7cm~3cm)都可以製作紙管鼻笛。  
 2.我們推測粗型紙管的鼻笛由於口徑大，吹孔的直徑只有 0.7cm，鼻子距離吹孔的距離太遠，導致無法吹出聲音。

**☆子實驗 c：不同吹孔直徑對粗型紙管發音的影響**

**方法：**1.依據子實驗 b 步驟 1~6，等比例來製作粗型紙管鼻笛。  
 2.利用圓歸切割器切割出符合紙管的口徑，並在中央切割出直徑分別為 0.9cm、1.1cm、1.3cm、1.5cm 的圓。  
 3. 利用手機 APP「gstrings 音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，每人輪流 3 次測量並紀錄發音的第三秒有無出現正確音 Do 的次數(對應 APP 軟體音名為 b)。

**結果：**



不同吹孔直徑紙管鼻笛音階測試

單位：次數

| 吹孔 \ 受試者 | A | B | C | D | E | 成功率 |
|----------|---|---|---|---|---|-----|
| 粗管 0.9cm | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 40% |
| 粗管 1.1cm | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 93% |
| 粗管 1.3cm | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 86% |
| 粗管 1.5cm | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 93% |

**發現：**1.根據實驗的結果，吹孔直徑達到 1.1cm 以上，包含 1.1cm 都可以有良好的吹奏表現，但是我們發現吹孔直徑越大，吹氣量消耗越快，越不容易進行換氣，若要實際吹奏樂曲，實在有困難，所以，最後我們選擇以直徑最小的 1.1cm 作為粗型紙管的吹孔。



## ☆子實驗 d：測量粗型紙管鼻笛的音階

方法：1.依據子實驗 b 步驟 1~6 等比例來製作粗型紙管鼻笛。

2.利用圓規切割器切割出符合紙管的口徑，並在中央切割出直徑為 1.1cm 的圓作為吹孔的孔徑。

3.利用手機APP「gstings音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，測量三次紙管鼻笛所呈現的穩定音頻數據。

結果：

▲紙管鼻笛音階測試▼

單位：Hz

| 廠牌 \ 音階 | Do            | Re             | Mi             | Fa             | Sol            | La             |
|---------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 粗 A     | b490.4        | c#542          | d#600.5        | f678           | g761           | g#820.3        |
| 粗 B     | b488.2        | c#545.2        | d#601          | f680           | g763.5         | g#818.6        |
| 粗 C     | b485          | c#548          | d#598.1        | f670.2         | g760           | g#815          |
| 粗 D     | b485          | c#549          | d#600.9        | f681           | g766.8         | g#822.1        |
| 標準鼻笛    | <b>b503.6</b> | <b>c#554.7</b> | <b>d#613.1</b> | <b>f 685.1</b> | <b>g 774.1</b> | <b>g#828.8</b> |

▲鼻笛音階結構對照表▼

|      |   |    |   |    |   |   |    |   |    |   |    |   |
|------|---|----|---|----|---|---|----|---|----|---|----|---|
| 標準鼻笛 | c | c# | D | d# | e | f | f# | g | g# | a | a# | b |
| 粗型鼻笛 | c | c# | D | d# | e | f | f# | g | g# | a | a# | b |

發現：1.根據實驗的紀錄，粗管鼻笛的音階結構與鼻笛相同，音階結構圖如上。

2.粗型鼻笛聲音較為渾厚、灰暗，與細型鼻笛聲音截然不同。

3.由於粗型紙管鼻笛口徑較大，我們發現在吹奏上較好費力氣，所以，建議製作紙管鼻笛仍是以細型紙管為主，次要才是選擇粗型紙管。

## ☆子實驗 e：製作迷你版紙管鼻笛

想法：萬一紙管材料不夠，只能用兩支來製作迷你版鼻笛，是否一樣能套用按孔比例來製作呢？

方法：1.依據子實驗 b 步驟 2~6 等比例來製作迷你版紙管鼻笛。

2.利用手機APP「**gstings**音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，測量三次紙管鼻笛所呈現的穩定音頻數據。

結果：



### 迷你版紙管鼻笛音階測試

單位：Hz

| 廠牌 \ 音階 | Do                          | Re      | Mi                   | Fa                   | 高八度 Sol             | 高八度 La |
|---------|-----------------------------|---------|----------------------|----------------------|---------------------|--------|
| 粗 A     | 全長：30.5cm 寬度：3.8cm 厚度：0.1cm |         |                      |                      |                     |        |
|         | a429.3                      | b 474.5 | c <sup>#</sup> 544.6 | d <sup>#</sup> 608.1 | <sup>#</sup> a909.8 | b984.2 |
| 粗 B     | 全長：30.5cm 寬度：3.8cm 厚度：0.1cm |         |                      |                      |                     |        |
|         | a429.3                      | b 480.4 | c <sup>#</sup> 540.3 | d <sup>#</sup> 610   | <sup>#</sup> a915.2 | b970.8 |
| 粗 C     | 全長：30.6cm 寬度：3.6cm 厚度：0.1cm |         |                      |                      |                     |        |
|         | a429.7                      | b 478.9 | c <sup>#</sup> 541   | d <sup>#</sup> 615   | <sup>#</sup> a914.4 | b973.7 |
| 粗 D     | 全長：30.7cm 寬度：3.7cm 厚度：0.2cm |         |                      |                      |                     |        |
|         | a428.3                      | b 475.1 | c <sup>#</sup> 542.9 | d <sup>#</sup> 608.7 | <sup>#</sup> a910.2 | b978   |
| 細 E     | 全長：30.6cm 寬度：3cm 厚度：0.2cm   |         |                      |                      |                     |        |
|         | a436                        | b481    | c <sup>#</sup> 549.6 | d <sup>#</sup> 620.6 | <sup>#</sup> a934.9 | b1008  |
| 細 F     | 全長：30.6cm 寬度：2.8cm 厚度：0.2cm |         |                      |                      |                     |        |
|         | a440                        | b481    | c <sup>#</sup> 559.5 | d <sup>#</sup> 618.5 | <sup>#</sup> a933.7 | b1004  |

|      |                             |                |                |                |                |                |
|------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 細 G  | 全長：30.5cm 寬度：2.7cm 厚度：0.1cm |                |                |                |                |                |
|      | a444.6                      | b493.9         | c#555.5        | d#616.6        | a#940.1        | b1006          |
| 細 H  | 全長：30.7cm 寬度：3cm 厚度：0.2cm   |                |                |                |                |                |
|      | a445.5                      | b489.9         | c#560          | d#619          | a#923.9        | b1000          |
| 細 I  | 全長：30.4cm 寬度：3cm 厚度：0.1cm   |                |                |                |                |                |
|      | a438                        | b490           | c#558.1        | d#617.5        | a#938.5        | b1008          |
| 細 J  | 全長：30.4cm 寬度：3cm 厚度：0.1cm   |                |                |                |                |                |
|      | a439.5                      | b493.3         | c#555          | d#615.8        | a#933          | b1002          |
| 標準鼻笛 | <b>b503.6</b>               | <b>c#554.7</b> | <b>d#613.1</b> | <b>f 685.1</b> | <b>g 774.1</b> | <b>g#828.8</b> |

▲鼻笛音階結構對照表▼

Do 起音音名雖不同，但音階結構 Do 到 Re 都是跳兩階

標準鼻笛

|   |           |   |           |   |           |           |            |           |   |           |           |
|---|-----------|---|-----------|---|-----------|-----------|------------|-----------|---|-----------|-----------|
| c | <b>c#</b> | d | <b>d#</b> | e | f         | <b>F#</b> | g          | <b>g#</b> | a | <b>a#</b> | <b>b</b>  |
|   | <b>Re</b> |   | <b>Mi</b> |   | <b>Fa</b> |           | <b>Sol</b> | <b>La</b> |   |           | <b>Do</b> |

迷你粗型

|   |           |   |           |   |   |           |   |           |           |           |           |
|---|-----------|---|-----------|---|---|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| c | <b>c#</b> | d | <b>d#</b> | e | f | <b>F#</b> | g | <b>g#</b> | <b>a</b>  | <b>a#</b> | b         |
| c | <b>c#</b> | d | <b>d#</b> | e | f | <b>F#</b> | g | <b>g#</b> | <b>a</b>  | <b>a#</b> | b         |
|   | <b>Mi</b> |   | <b>Fa</b> |   |   |           |   |           | <b>Do</b> |           | <b>Re</b> |

迷你細型

- 發現：**1. 根據 10 : 2 : 1 : 1 的比例來製作迷你版細型與粗型紙管鼻笛，前四個音都有符合標準鼻笛的音階結構，只是迷你版細管或粗管鼻笛 Do 的起音在音名為 a，不是原本的 b，這樣的現象，音樂老師解釋在音樂領域中稱為「首調唱名」。
2. 迷你版的紙管鼻笛測試 Sol、La 兩個音階時，發現無法吹出正常頻率的聲音，反而是頻率特別的高，有點類似鼻笛特有的高八度音階，於是，我們詢問專家短的鼻笛是否會出現這樣的音階現象，專家表示，他所製作過短的鼻笛也同樣會以 Sol、La 指法，吹出高八度音階，專家說明可能原因是，鼻笛長度不夠，鼻氣容易由鼻笛下方溜出所造成的。

**推想：**1. 綜合子實驗 a~e 的結果，不管是正常的紙管鼻笛或是迷你版的紙管鼻笛都可以依據 10 : 2 : 1 : 1 的比例來製作鼻笛。

## ☆子實驗 f：測量多短的紙管鼻笛才能吹出基本六個音階

想法：根據子實驗 e 我們想知道，到底多短的鼻笛是能吹出六個正確音階的極限呢？

方法：1.以同一種細型紙管依據子實驗 b 步驟 1~6 來製作不同管長的鼻笛。

2.我們先以 5cm 為一個大範圍的級距，由 30cm 逐漸遞增，尋找大約可以吹出六個音階的管長，再逐漸以 1cm 縮小範圍測量。

3.利用手機APP「**gstings**音頻分析」軟體靠近鼻笛共鳴區，測量三次紙管鼻笛所呈現的穩定音頻數據。

結果：



製作不同長度的鼻笛



測量鼻笛的音階

### 不同長度紙管鼻笛音階測試 – 第一階段

單位：Hz

| 管長 \ 音階 | Do                          | Re                   | Mi                   | Fa                   | Sol                | La    |
|---------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------|
| 35cm    | 全長：30.5cm 寬度：2.7cm 厚度：0.1cm |                      |                      |                      |                    |       |
|         | a <sup>#</sup> 463.9        | c523.4               | d576                 | 649.2                | 無                  | 無     |
| 40cm    | f <sup>#</sup> 367.6        | g <sup>#</sup> 408.4 | a <sup>#</sup> 456.7 | c534                 | 無                  | 無     |
| 45cm    | e332.6                      | f <sup>#</sup> 367.2 | g <sup>#</sup> 408.4 | a <sup>#</sup> 469.7 | 無                  | 無     |
| 50cm    | d598                        | e672                 | f <sup>#</sup> 746.2 | g <sup>#</sup> 832   | a <sup>#</sup> 913 | b1000 |

### 不同長度紙管鼻笛音階測試 – 第二階段

單位：Hz

| 管長 \ 音階 | Do                          | Re   | Mi                   | Fa                   | Sol                  | La    |
|---------|-----------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| 49cm    | 全長：30.5cm 寬度：2.7cm 厚度：0.1cm |      |                      |                      |                      |       |
|         | d600                        | e676 | f <sup>#</sup> 755.5 | g <sup>#</sup> 831.5 | a <sup>#</sup> 915.1 | b1004 |
| 48cm    | d <sup>#</sup> 318.5        | f340 | g384.6               | a430.6               | 無                    | 無     |

發現：1.經過實驗數據顯示，當鼻笛長度達到 49cm 時，是鼻笛可以吹出六個基本音階的極限值，若小於 49cm 則會出現 Sol、La 兩個音階被高八度音取代。

## 伍、討論：

- 一、爲了測量不同的角度時，受到受試者手握著鼻笛而影響角度，我們將鼻笛以可調角度腳架夾住固定，另外再輔以紅色雷射光射出平行光束與鼻笛平行，投射在牆面上，隨時以量角器測量傾斜角度，掌握測量數據的準確性。
- 二、在將鼻笛普及化的作法中，我們曾經討論到使用紙管、金屬管或 PU 管來製作鼻笛，但因爲考慮紙管材料可以從家中回收利用，具有取得的方便性、而且若要推廣給學生製作，也能夠適合我們自己的能力。另外，我們也將製作好的紙管鼻笛成品拿給鼻笛老師分享，老師非常開心的表示，反而是平地人更在意部落的鼻笛文化，他以前有用金屬管、PU 管做過鼻笛，但沒想到居然用回收的紙管也可以製作鼻笛並吹出音階。
- 二、如何表示紙管鼻笛與鼻笛之間的音階關係，讓我們大傷腦筋，我們向學校的音樂教師請教討論，發現樂器會有自己固定的音階結構，於是，我們以鼻笛所測量的六個對應的音名，作爲其他紙管鼻笛的對照基礎。

## 陸、結論：

- 一、根據研究一、實驗(三)的結果，我們透過 APP「**gstings** 音頻分析」軟體測量，鼻笛能吹出六個音階，其音階結構如下。

標準鼻笛音階結構  
**Do-Re-Mi-Fa-Sol-La**  

跳2階
跳2階
跳2階
跳2階
跳1階

|    |   |                |   |                |   |       |                |       |                |   |                |       |
|----|---|----------------|---|----------------|---|-------|----------------|-------|----------------|---|----------------|-------|
| 音名 | c | c <sup>#</sup> | D | d <sup>#</sup> | e | F     | f <sup>#</sup> | g     | g <sup>#</sup> | a | a <sup>#</sup> | b     |
| 唱名 |   | Re             |   | Mi             |   | Fa    |                | Sol   | La             |   |                | Do    |
| 頻率 |   | 554.7          |   | 613.1          |   | 685.1 |                | 774.1 | 828.8          |   |                | 530.6 |

- 二、根據研究二的實驗結果：

- (一)、不同的鼻型角度：經過 100 名受試者的測量數據，我們發現鼻型角度呈現一個常態分佈，而且幾乎不同的鼻型角度都可以吹正確的音，除了兩種外觀鷹勾鼻、嚴重暴牙外。
- (二)、不同的笛子角度：鼻笛吹奏時的傾斜角度範圍0~30度，當角度大於30度時，會容易出現發音錯誤的現象。
- (三)、不同的流速：配合鼻笛的指法，當鼻氣流速達到 0.6m/s~2.2m/s、吹孔流速達到 0.1m/s~0.5m/s，可以吹出 Do、Re、Mi、Fa 的音階，當鼻氣流速爲 2.4m/s~3.6m/s 之間，吹孔流速 0.6m/s~0.9m/s，可以吹出 Sol、La 的音階，

若鼻氣流速到達 4m/s~4.6m/s，吹孔流速 1.0m/s~1.1m/s，則會發出特別的高八度 sol、La 音階。

(四)、鼻笛輔助工具：我們設計一款套在鼻笛上的輔助器，稱為鼻套環，有兩項功能，第一、鼻子不用直接接觸竹子，大幅改善衛生狀況。第二、經過實測發現加了鼻套環之後發音進步率為 75%。

三、綜合研究三、實驗(二)的實驗結果：

(一)、我們跟老師討論將製作紙管鼻笛分為七個步驟。



(二)、歸納鼻笛老師的鼻笛規格，再透過不同管長的紙管鼻笛音階結構比對，我們提出製作紙管鼻笛的黃金比例10:2:1:1(管長：第一孔徑：第二孔徑：第三孔徑)。

(三)、製作紙管鼻笛時，可以有三個選擇，第一、正常版:60cm的紙管鼻笛大小，可以吹出基本六個音階。第二、迷你版:30cm的紙管鼻笛大小，只可以吹出四個基本音，另外的Sol、La變成高八度音階。第三、隨意版:自由裁切長度來製作鼻笛，我們測出管長在49cm是一個臨界值，包含49cm以上可以製作發出六個基本音階的鼻笛。

四、建議未來研究方向：

(一)、在製作鼻笛的過程中，其實還有很多有趣的題目可以加深加廣的探討，例如：用其他的材質製作出來的鼻笛有甚麼差別呢？鼻笛的按孔若增加是否會多出其他音階呢…等。都是我們在操作的過程中發現很多有趣可以再進行的未來研究方向。

## 柒、參考資料:

### 一、中文部份

(一)「勇士之音-鄒之鼻笛」-第四十六屆國中生活與應用科第二名

(二) 黃韻蓁(民 99)。排灣族雙管鼻笛之樂器型制、演奏與應用。國立台南藝術大學民族音樂學研究所碩士論文，台南市。

### 二、網路資源

(一) 國立傳統藝術中心 [http://instrument.ncfta.gov.tw/play166\\_4.htm](http://instrument.ncfta.gov.tw/play166_4.htm)

(二) 台灣原住民族文化知識網 <http://goo.gl/0wQQEa>

## 【評語】 080827

本作品以自製鼻笛為基礎，進一步討論音頻、鼻形角度、流速等變因，學生在生活中的際遇融入科學研究，值得鼓勵，實驗設計亦仔細明確。