

教育部110學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：	泰雅木琴的製作與科學		
主持人：	陳英傑	電子信箱：	ing41ja@tmail.ilc.edu.tw
共同主持人：	黃淑惠		
執行單位：	宜蘭縣羅東鎮北成國民小學		

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？（請擇一勾選） 是 否

2. 執行重點項目（請擇一勾選）：

- 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：

7. 辦理/執行成效：

- (1) 本專案計畫以本校泰雅原住民學生的鄉土性科學教材之研發與推廣為主。
- (2) 本專案以泰雅原住民傳統文化，不論是狩獵、音樂、食物…等，結合科學的研究，變成鄉土學教材。
- (3) 所研究的主題不同，從泰雅醃肉、口簧琴、弓箭和泰雅木琴，種種不同的主題來深入探究。

二、計畫目的

(一) 研究計畫之背景

1. 「泰雅木琴」的基本介紹

並不是每個原住民族都有木琴，「泰雅木琴」是泰雅原住民特有的樂器之一，目前已經很少有族人會製作了。木琴在泰雅族的傳統上，大多是用在情感上的溝通、傳達訊息與慶典時(如祖靈祭等等)的彈奏。據江明清牧師研究，早期中央山脈以西的泰雅族曾經使用木琴；從日治時期的文獻，則見於賽德克亞族及其他

的太魯閣系統(今太魯閣族)等泰雅人使用；而現在則是推廣於泰雅族的各個部落。

《Lubuw tcingan khoni'》是「泰雅木琴」的泰雅語，「Lubuw」是樂器（也是口簧琴的專有名詞）；「tcingan (敲：擊打)」的衍生詞，是指被敲的物件或聲音；

「khoni'」說的是木頭；泰雅族民，世代居於山間、分隔兩地，於是他們利用山中的「鹽木」製造出木琴，透過木琴清亮的樂音，在山谷間相互傳遞訊息，進而產生了呼喚族人同享獵物的樂曲、提醒族人更換工作地點的「換工曲」、以及「青春戀曲」、「歡樂跳舞曲」等。

2. 「泰雅木琴」的構造

木琴是泰雅原住民族獨特的樂器，全部僅包含四個音階、兩個底座、兩根捶棒等，共八個附件，材質皆為木頭。泰雅族木琴則沒有音箱的構造；它的琴鍵是由前而後排列，一共只有四個圓木造型的琴鍵，並且四個琴鍵也是直接架在兩根圓木上，平放於地面上，以**跪姿演奏**。四個圓木琴鍵分別為「Re、Mi、Sol、La」四個音的音階，從 Mi 到 Sol 中間跳過了一個 Fa 音。所以，雖然泰雅族木琴一共只有四個琴鍵，但是從 Re 到 La 之間的音程一共是有五度。

有關泰雅木琴的構造圖片及說明，如下圖所示。



《泰雅木琴的構造說明圖》

3. 「泰雅木琴」的材料和製作

木琴的製作和木頭的材質有相當的關係。『其實每一種木頭都可以敲出聲音，但並不是每一種木頭都適合用來製作成木琴，因為有些木頭的音色不美或者聲音不夠清脆響亮』。依據泰雅族人過往的經驗，比較適合製作木琴的主要材質有：油桐、構木、山鹽木(羅氏鹽膚木)、檜木、血桐、楓木等，以山鹽木之打擊聲音最清脆，而油桐之聲音最厚實。

通常木琴在製作前，木材須長時間(約 3-6 個月)陰乾後，待木頭變得乾燥，再依照所需的四個音階，製作成長、短、粗、細不同(音階可以隨木頭調整)，聲音清脆響亮的木琴，木琴的音質好壞與樹木的長短、乾濕及粗細有著極大關係，是娛樂用的樂器，男女皆可敲奏，沒有特別的限制。

「美觀、實用」，也是製作木琴的主要條件，所以木琴的製作盡量會選取粗細比較相近的，以木琴的長短來控制音調，這樣敲擊起來也比較容易。另一方面，早期原住民的木琴主要是娛樂性質，所以會「就地取材」，並不會使用比較有經濟價值或堅固耐用的木材，而會選擇經濟價值較低、容易取得的材質來製作。

4. 聲音三要素的探討

(1)音量：聲音的強弱或大小，稱為響度，也就是音量大小。

a.聲音的大小稱為「音量」，與物體的振動強弱，以及聽者和振動物體的距離有關。振動大，聲音大；振動小，聲音就小。振幅愈大，能量愈大，則音量就愈大。

b.聲音的強弱用「分貝」來表示，分貝數越大，聲音越大聲。音量以分貝〈dB〉為單位，分貝過高的聲響對身體有害。

c.越用力敲擊打擊樂器，則發出的聲音越大；反之發出的聲音越小。

(2)音調：聲音的高低，稱為音調。

a.物體每一秒振幅的次數稱為「頻率」，頻率高表示音調高，頻率低表示音調低。聲波的頻率愈大，則音調愈高。

b.聲音的高低，要依樂器主要振動的部位來判斷，與發音體的形狀、體積、質量都有關係；發音體越輕、越薄、越短、越細、越緊密者就振動得越快，音調就越高。

(3)音色〈音品〉：每一種樂音的特色。

a.音色〈音品〉主要由聲波的波形來決定；可以判斷各種樂器的聲音，是因為其波形不同，因而音色〈音品〉不同。

b.音叉的振動只發出單一頻率，且波形單純，故常做為調音的工具。

(二)研究目的

1.探討「泰雅木琴」的製作過程和方法

(1)實地訪查

邀請江牧師來指導，江明清牧師是南澳鄉泰雅族的原住民，更於2010年受到文化部文化資產局登錄為「宜蘭縣泰雅族口簧琴（製作及吹奏）」文化資產保存者；江牧師，同時也是木琴製作研究的耆老。

(2)選取木材

依照江牧師的指導解說，木材的選取，通常有幾個要件：

- a.要選取比較直的，木琴不僅要敲出聲音，也希望美觀好看。
- b.長度要夠，大約 60 公分，可以依長度慢慢裁剪成需要的長度。
- c.不要有蟲蛀的木頭，會破壞美觀，也會影響音質。
- d.盡可能挑選一樣粗細的，敲擊或打擊時會比較容易。
- e.尊重山林，不要破壞大自然，僅截取需要的段落，不要破壞或砍伐。

(3)加工製作

木頭選取好以後，要先將木頭存放至少三個月，讓木頭乾燥，最好放上半年，因為這樣木琴製作完成後，才不會走音或變形。

- a.木琴的音色，會因為不同的材質而改變。
- b.木琴的音量也是因為木頭的材質或含水量而有變化。
- c.只能以木頭「長短、粗細」來調整木琴的「音調」；通常較長的木頭音調低；較細的木頭音調也會比較低；反之，則音調會比較高。
- d.製作過程和方法，如下圖所示。

 <p>1.木頭刨除表皮</p>	 <p>2.預先排列敲擊試音</p>	 <p>3.修剪琴鍵長度</p>
 <p>4.起火燒鐵絲</p>	 <p>5.利用鐵絲鑽孔</p>	 <p>6.製作琴座</p>
 <p>7.製作打擊棒</p>	 <p>8.打擊測試(抓音)</p>	 <p>9.打擊練習</p>

《泰雅木琴製作過程與方法說明圖》

2.帶領學生進行科學研究，探討「泰雅木琴」的科學原理

- (1) 探討「泰雅原住民木琴」的製作過程與方法。
- (2) 探討木琴「琴座寬度」和「音調」、「音量」的變化關係。
- (3) 探討「不同的打擊力量」，和「音調」、「音量」的變化關係。
- (4) 探討「不同打擊棒材質」和「音調」、「音量」的變化關係。
- (5) 探討木琴「琴鍵長短」和「音調」、「音量」的變化關係。
- (6) 探討木琴「琴鍵粗細(直徑)」和「音調」、「音量」的變化關係。
- (7) 探討「不同的木材材質」的和「音調」、「音量」的變化關係。
- (8) 探討「木頭密度」和「音調」、「音量」的變化關係。
- (9) 探討自製「泰雅木琴」和「音調」、「音量」的變化關係。

3.規劃實驗並且嚴謹的控制變因

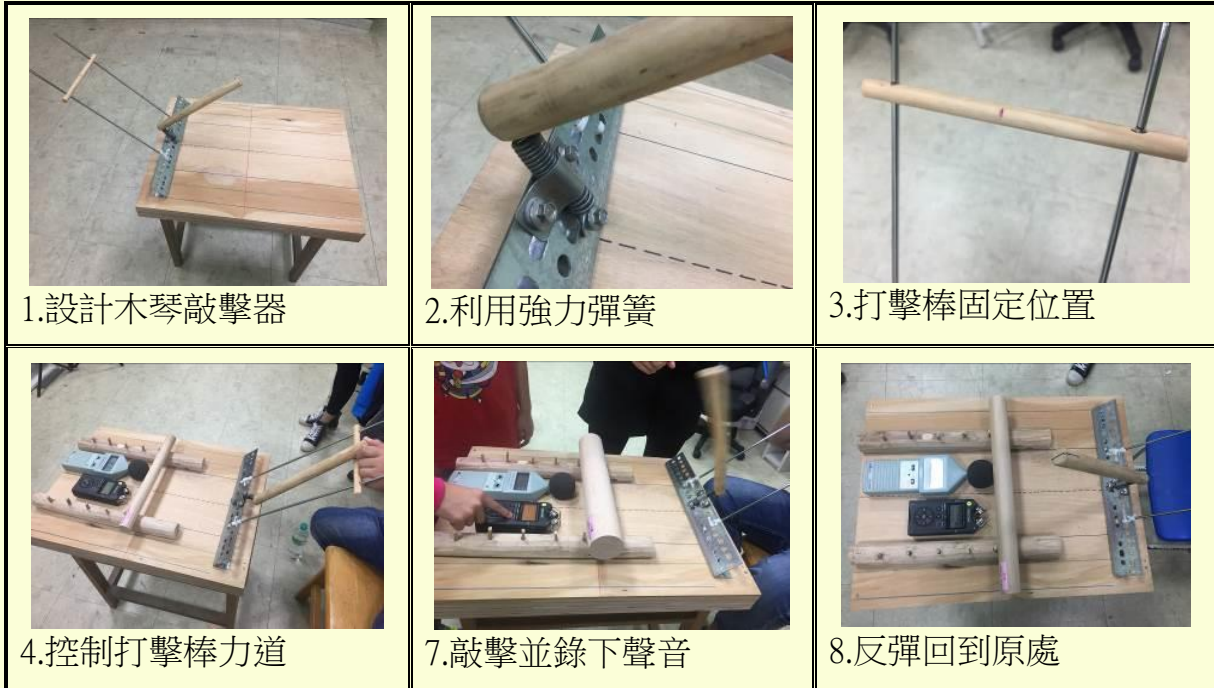
帶領學生一起討論，「泰雅木琴」可以當成樂器，主要是呈現「音量」的大小和「音調」的高低變化。至於「音色」，則會因為不同的木頭材質而產生不同的「音色」。所以，我們主要是探討可能會影響木琴「音量」和「音調」的變因。經過討論，發現可能有以下幾個：

- (1) 木頭的材質、溼度
- (2) 琴鍵(木頭)的長短
- (3) 琴鍵(木頭)的粗細(直徑)
- (4) 琴鍵(木頭)的形狀
- (5) 琴座的距離
- (6) 打擊的力量
- (7) 打擊棒的材質
- (8) 打擊琴鍵的位置
- (9) 打擊時的環境
- (10) 分貝計、錄音機設備的優劣

※依據以上變因規畫設計實驗，並嚴謹的控制變因：

(一)固定打擊位置和力道

實驗之前，先討論應該由誰來敲擊木琴？敲擊的力量呢？不同的力量敲擊木琴，應該會影響實驗的變化吧？為了嚴謹的控制變因，所以必須設計製作一個『木琴敲擊器』，來控制敲擊時的力道和位置。如下圖所示：



(二)準備不同材質，相同長短、粗細的圓形木頭

1.木頭為什麼要設計圓形？

一方面是耆老認為美觀，還有是因為打擊時的位置會比較平均。

2.經過實驗設計，我們大約需要『材質、長短、粗細』各不相同的木頭約 100 根，考量時間關係(需先置放三個月以上)，而且木頭(血桐、鹽膚木或油桐)的取得，無法滿足我們實驗所需的數量。

3.商請木材工廠協助製作『材質、長短、粗細』不同的木頭，來測試不同琴鍵的『音調』和『音量』的變化關係，如下圖所示：



1.因為每根木頭要製作時，需考慮是否蟲蛀、長短粗細，所以無法每根木頭都相同。

2.準備的木頭共有 5 種：桐木、松木、杉木、橡膠木、山毛櫸。

3.長度各為 30、35、40、45、50cm；直徑各約為 3、4、5、6cm。

(三)實驗的地點和環境

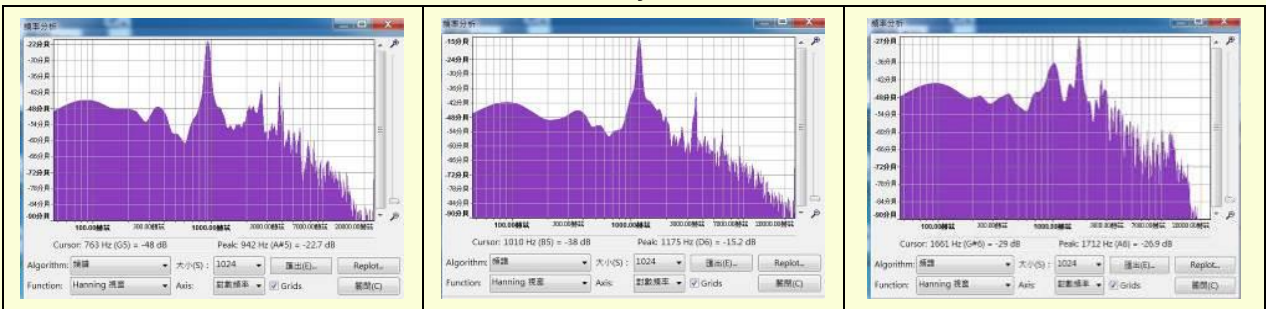
怕有雜音影響實驗的準確性，必須借用學校有隔音設備的視聽教室來實驗，安靜時，多次測得的分貝數約 37~38dB，算是非常安靜的環境了，如下圖所示。

所以，為了要控制變因，敲擊的環境在 40dB 以下，才進行敲擊、錄音的實驗。



(四)以音樂編輯軟體 Audacity 匯出音頻，分析頻譜

將錄下的聲音，以音樂編輯軟體 Audacity 分析頻譜，操作過程如下圖所示。



1.將每個敲擊後錄下的聲音，再以音樂編輯軟體 Audacity 分析頻譜。

2.取其峰值，就是敲擊時發出聲音的音調(Hz)。

3.為了避免誤差，每個木頭都敲擊三次，再求其平均值。

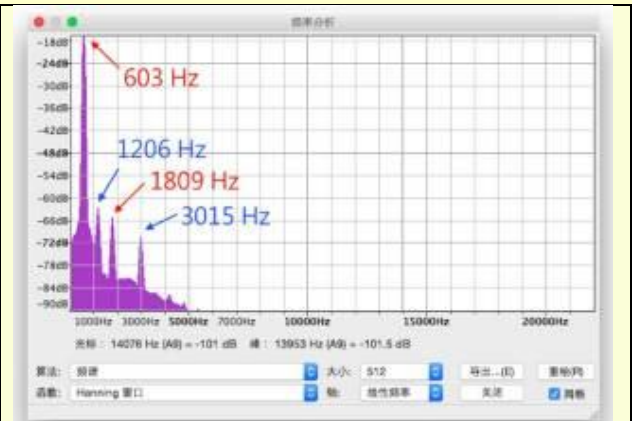
4.利用 Audacity 音樂編輯軟體，如何測量木頭敲擊時的「音調」？準確嗎？

(1) Audacity 是教育部校園自由數位資源中心提供的下載軟體，是屬於免費的音樂編輯軟體，能夠直接看見聲音的波形，甚至能夠分析聲音頻率喔。

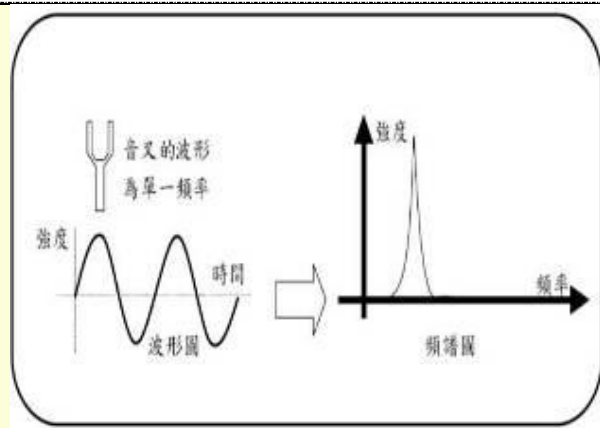
(2) Audacity 音樂編輯軟體是如何分析頻率的呢？如以下「Audacity 音樂編輯軟體分析聲音頻譜」說明：



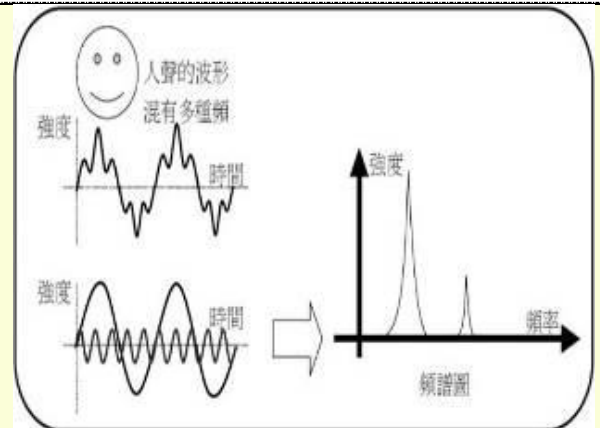
1. 利用手機下載的 AudioSigGen 產生 600 赫茲的單頻聲音



2. 以 Audacity 音樂編輯軟體分析得出聲音頻率為 603 赫茲



3. 單一頻率的波，畫成頻譜關係圖就是單一個峰值



4. 如果是複合波，畫出來的頻譜可能會出現兩個以上的峰值

4.原理探討、課程研討、教材研發與推廣

- (1) 實驗課程設計
- (2) 遊學課程設計
- (3) 特色課程設計
- (4) 自然科課程設計
- (5) 教案編寫
- (6) 課程研討
- (7) 專案研究

(三)北成國小與泰雅原住民的地緣發展

1. 本校原住民學生人數超過90人(泰雅族)，適合發展原住民的科學教育。
2. 查訪本校多數的原住民孩子，大多只是聽過「木琴」，但沒有看過「泰雅木琴」，也都不曾使用過。

一、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

(一)成立學生實驗研究團隊(以三~六年級為主)

1. 校內原住民學生
2. 校內漢人學生

(二)部落訪查與教學活動

1. 訪問部落耆老並記錄
2. 學習「泰雅木琴」製作技巧與方法
3. 深入了解文化意涵

(三)成立課程與教材研發小組

1. 邀請部落學校(武塔國小)校長、老師；部落的耆老，協同研究

2. 校內教師共同研究課程教材並記錄

(四)學校對本案計畫相當支持，並提供場地及設備支援

二、研究方法

(一)研究對象：

1. 學校4~6年級學生對科學研究有興趣、成績表現優良之學生。
2. 原住民學生身分者優先。

(二)時間規劃：

1. 利用假日時間或課餘時段。

(三)實地訪查與文獻探討：

1. 訪問部落耆老並記錄，了解泰雅「木琴」的口述資料
2. 學習泰雅「木琴」製做的過程和方法
3. 認識「泰雅木琴」的「科學原理」並延伸思考與應用

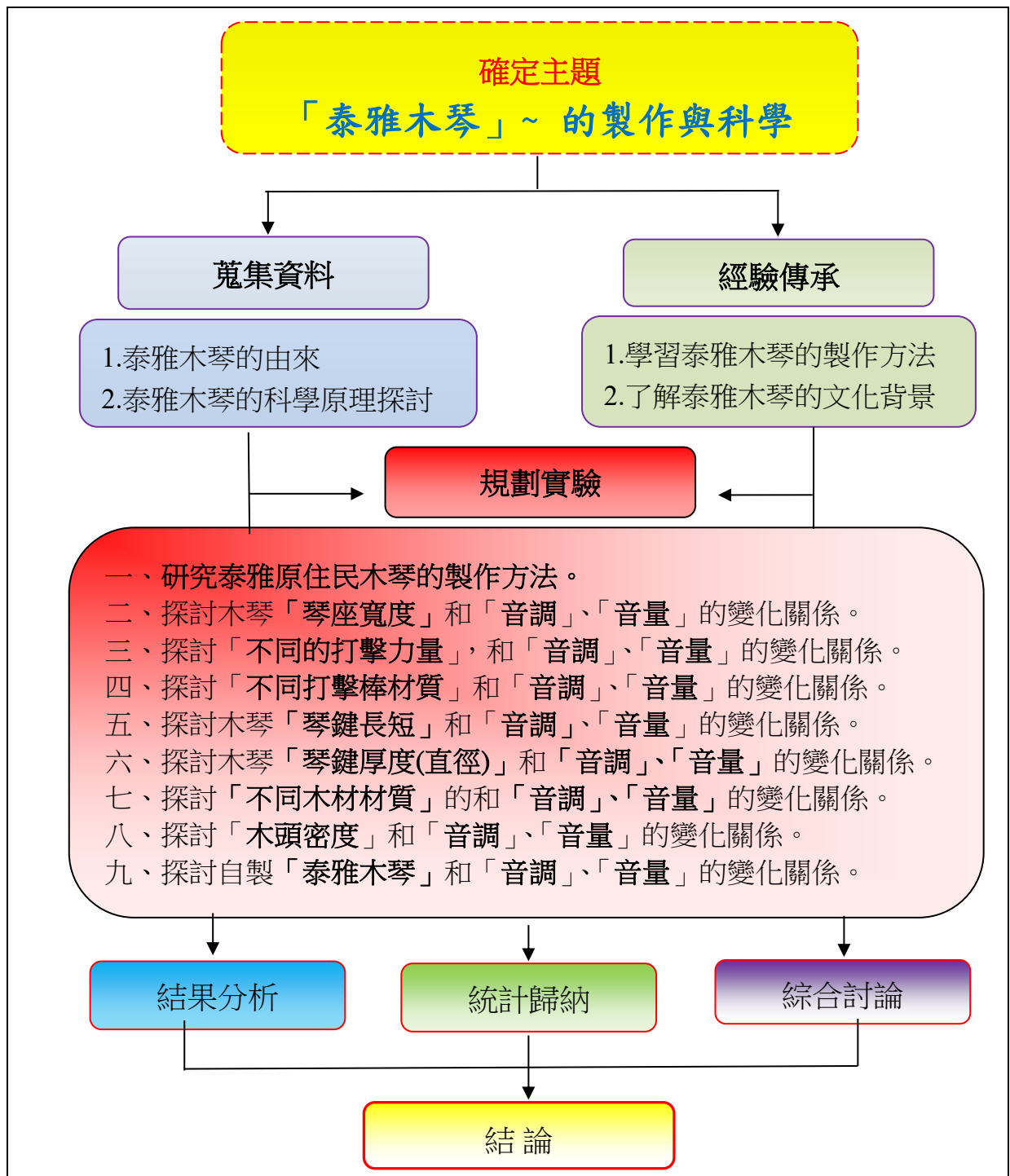
(四)科學實驗與科展研究

三、執行進度（請評估目前完成的百分比）

1. 目前整體計畫研究進度已達50%以上。
2. 研究時程表如下表：因受疫情影響適時調整進度。

研究時程 研究步驟	110年度					111年度					
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
準備階段				■							
部落訪查				●	●						
木琴製作				●	●						
進行各項實驗 和教學活動					●	●	●	●	●		
科學原理探討					●	●	●				
歸納分析討論					●	●	●	●			
撰寫研究報告					●	●	●	●	●	●	

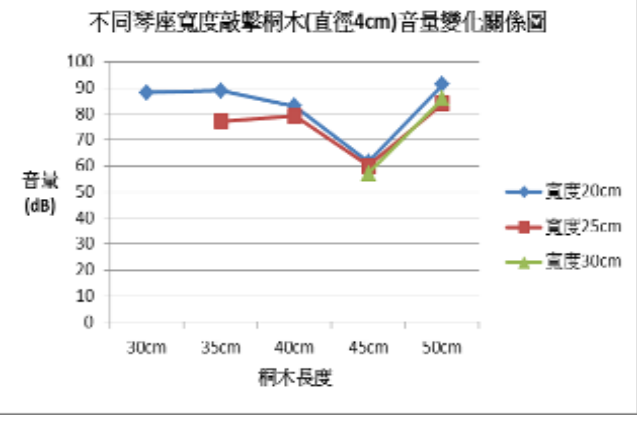
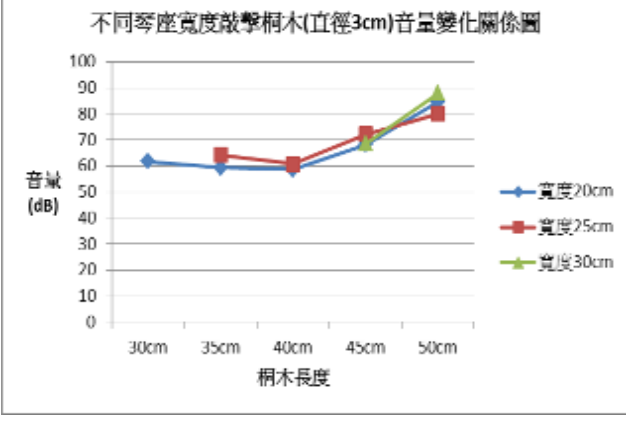
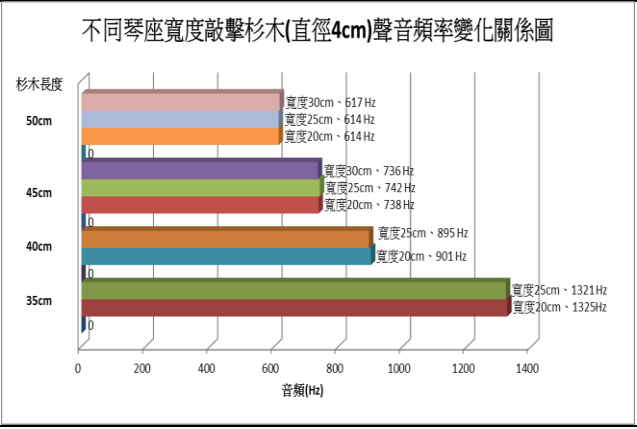
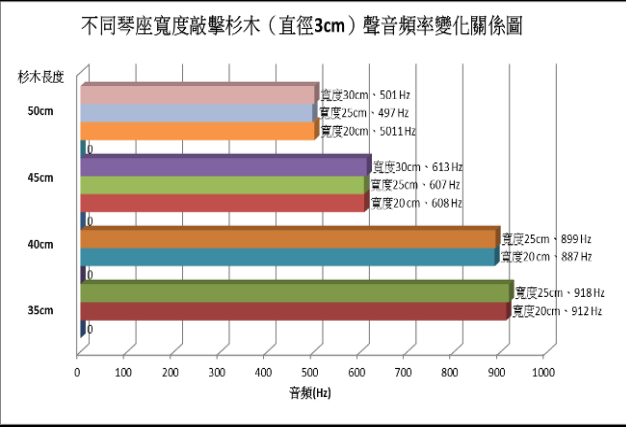
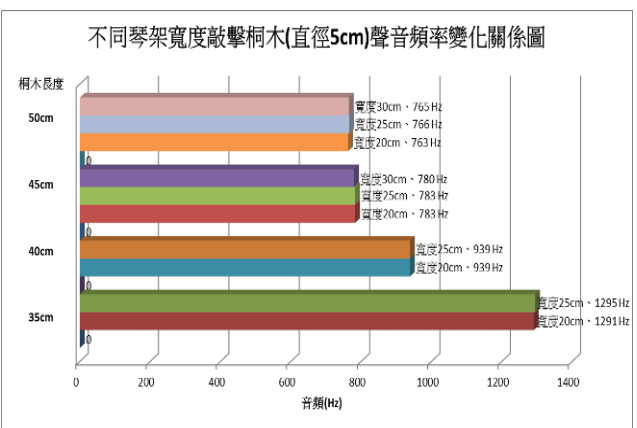
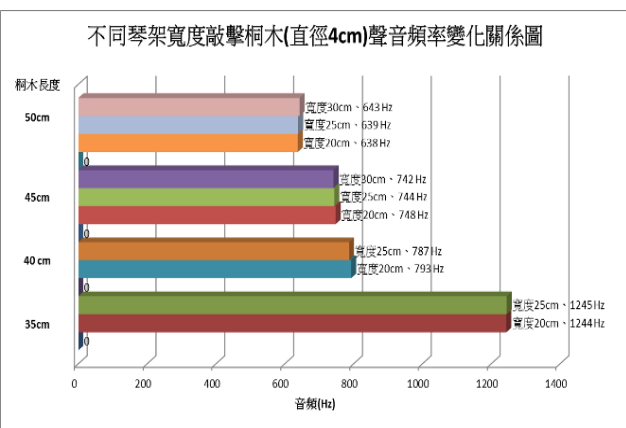
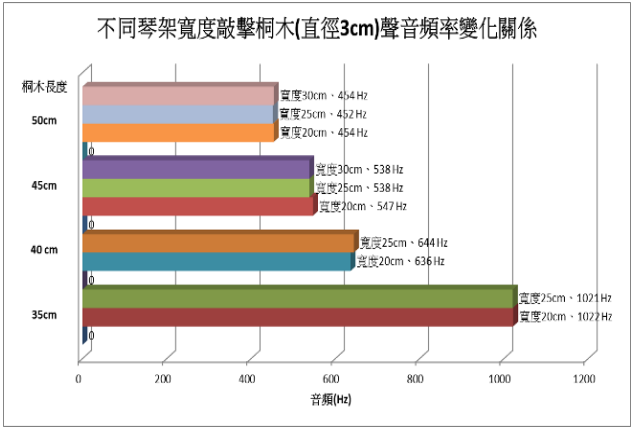
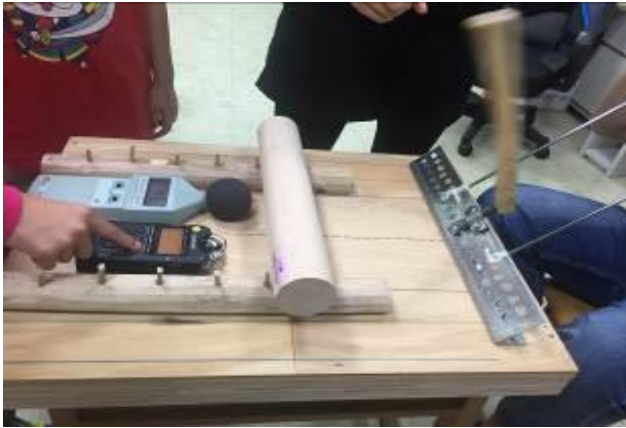
3.擬定研究的架構 《如以下研究架構圖》

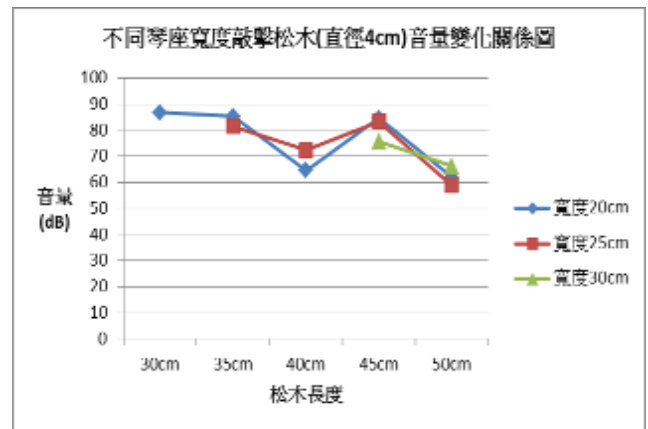
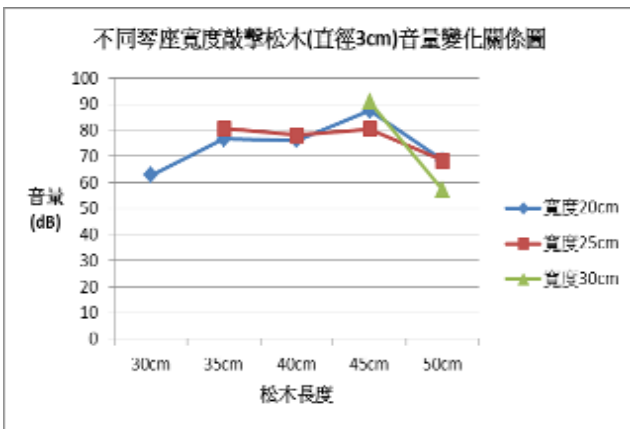
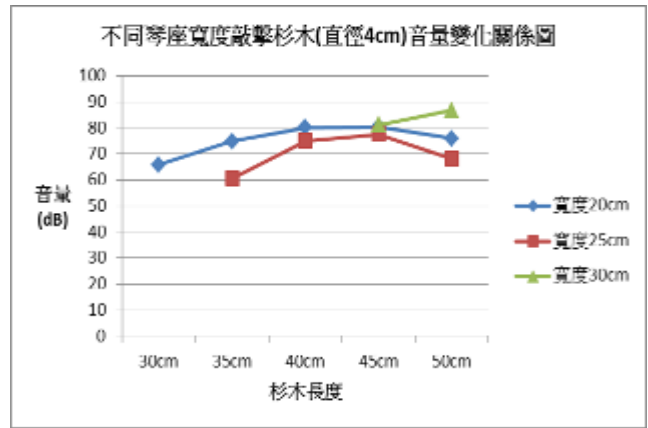
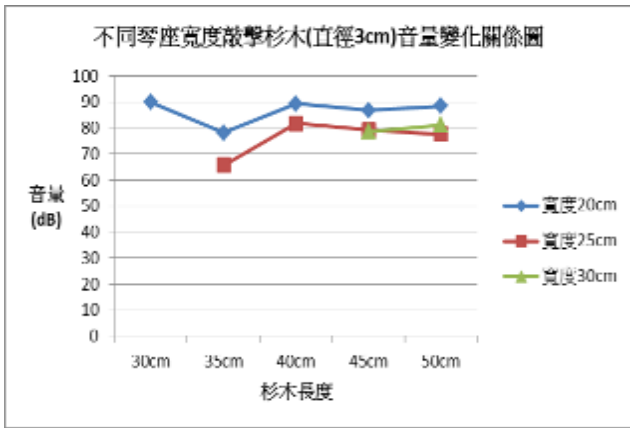


四、研究成果

課程規劃	實施方式	成果與評估
<p>一、 深入部落 與耆老訪談並 記錄</p>	<ol style="list-style-type: none"> (1) 訪談泰雅木琴的由來 (2) 訪談泰雅木琴的材料來源 (3) 訪談泰雅木琴的歷史和演進 (4) 訪談泰雅木琴的文化價值 (5) 「泰雅木琴」如何製作？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習並可以獨立資料蒐集 2. 了解泰雅木琴的歷史緣由 3. 訪問耆老並詳實記錄泰雅木琴的製作 4. 理解「泰雅木琴」文化傳承的重要性

<p>二、 文獻探討 與討論</p>	<p>(1)相關文獻與資料查詢 (2)探討聲音三要素的科學原理 a. 認識「打擊力量」和「音調、音量」的關係 b. 認識「打擊棒材質」和「音調、音量」的關係 c. 認識「琴鍵長短」和「音調、音量」的關係 d. 認識「琴鍵粗細」和「音調、音量」的關係 e. 認識「琴鍵材質」和「音調、音量」的關係 f. 認識「木材密度」和「音調、音量」的關係 g. 認識「自製木琴」和「音調、音量」的關係</p>	<p>1. 可以獨立資料蒐集並探討。 2. 知道聲音三要素的科學。 3. 探討影響音調或音量的可能變因。 4. 知道泰雅木琴的科學原理 5. 可以提出問題和討論 6. 認識實驗過程中的控制變因</p>
<p>三、 學習「泰雅木琴」的製作方法</p>	<p>(1)部落耆老「泰雅木琴」的製作並教學 (2)探討「泰雅木琴」所需準備的材料 (3)學習「泰雅木琴」的製作方法 (4)詳實記錄並探討製「泰雅木琴」的過程與步驟</p>	<p>1. 實際製作泰雅木琴。 2. 知道製作泰雅木琴的材料和方法 3. 可以說明泰雅木琴各項構造和功能 4. 紀錄泰雅木琴的製作過程並加以探究</p>
<p>四、 學習應用 Audacity 音樂 編輯軟體</p>	<p>(1)學習利用輔助器材幫助紀錄 (2)利用輔助軟體控制變因 (3)應用 Audacity 音樂編輯軟體測試音調的變化 (4)檢視分析 Audacity 音樂編輯軟體的準確性 (5)熟悉操作 Audacity 音樂編輯軟體</p>	<p>1. 可以回答泰雅木琴所應用的科學原理 2. 學會並操作 Audacity 音樂編輯軟體的使用 3. 學習分析 Audacity 音樂編輯軟體的準確性</p>
<p>【實驗課程】</p>		
<p>課程規劃</p>	<p>實施方式</p>	<p>成果與評估</p>
<p>《實驗一》 探討不同的「琴座寬度」和「音調」、「音量」的變化關係</p>	<p>(1)如何控制變因？探討控制變因的重要性。 (2)測試不同琴座寬度和音調、音量的變化。 (3)探討音量如何測試？ (4)探討音調如何測試？ (5)準備長短、直徑各不相同的木材實驗測試。</p>	<p>(1) 敲擊不同直徑，不同長度的桐木、松木、杉木，不同的琴座寬度，對音量、音調，並未發現有明顯的規律性。 (2) 琴座的寬度並不會影響木琴打擊時的「音調」變化。 (3) 琴座的寬度似乎也不會影響「音量」的變化。</p>

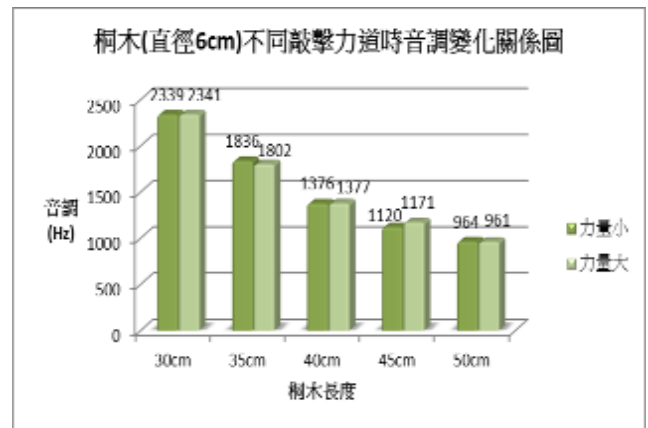
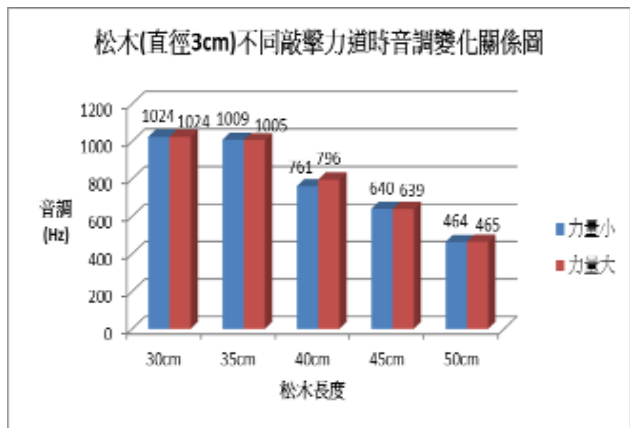




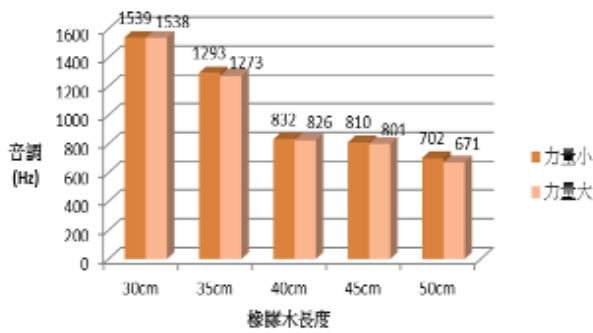
《實驗二》
探討不同「打擊力量」和「音調、音量」的變化關係

- (1) 測試不同「打擊力量」對「音量」的變化。
- (2) 測試不同「打擊力量」對「音調」的變化。
- (3) 如何控制打擊力量的大小？
- (4) 實驗歸納、分析和討論。

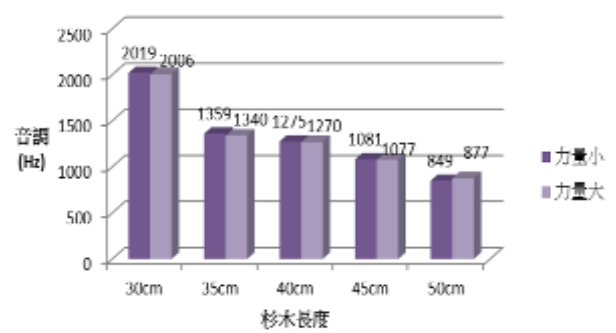
- (1) 同一根木頭，在不同的打擊力量下，「音調」並沒有出現明顯變化，「音調」的高低都非常地接近，甚至是相同的；「音量」會很明顯地隨著打擊力量的大小而變化。
- (2) 不同的打擊力量，對「音調」的高低，並不會有影響。
- (3) 打擊力量越大，音量越大；打擊力量越小，音量越小。



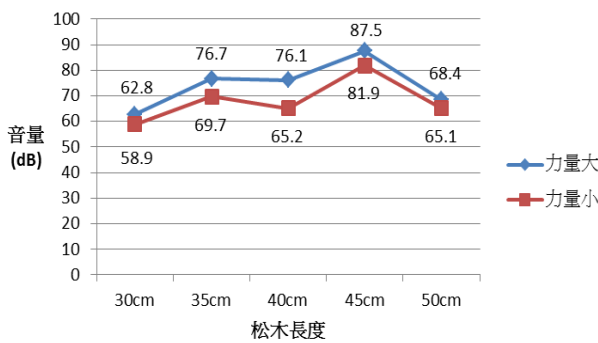
橡膠木(直徑4cm)不同敲擊力道時音調變化關係圖



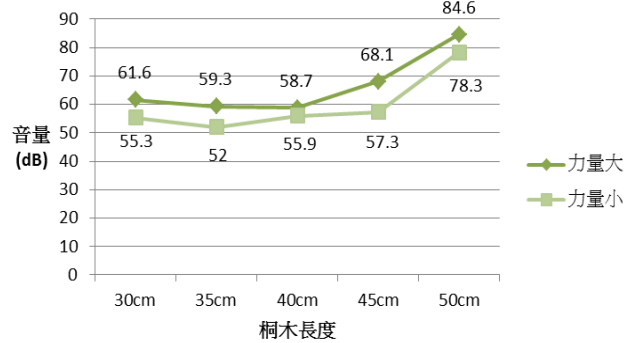
杉木(直徑5cm)不同敲擊力道時音調變化關係圖



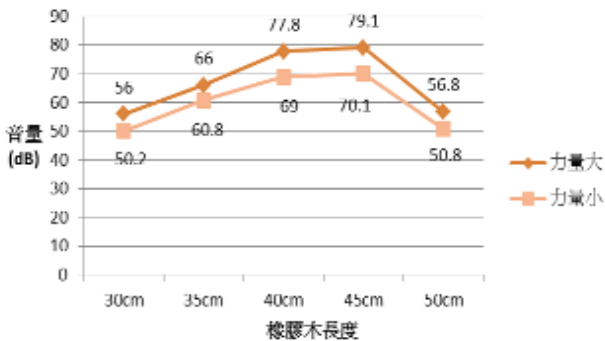
不同力量敲擊松木(直徑3cm)音量變化關係圖



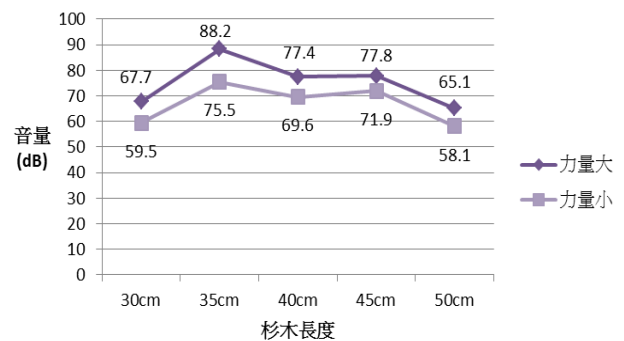
不同力量敲擊桐木(直徑3cm)音量變化關係圖



不同力量敲擊橡膠木(直徑6cm)音量變化關係圖



不同力量敲擊杉木(直徑6cm)音量變化關係圖

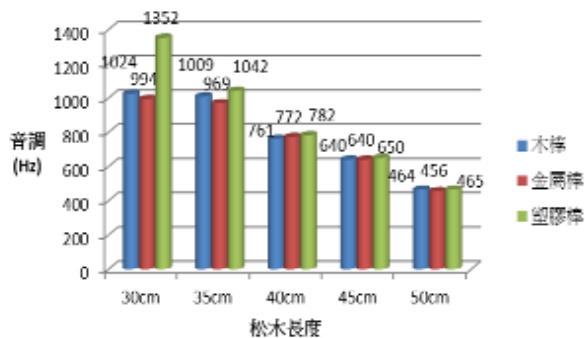


《實驗三》探討不同材質打擊棒和「音調」、「音量」的變化關係

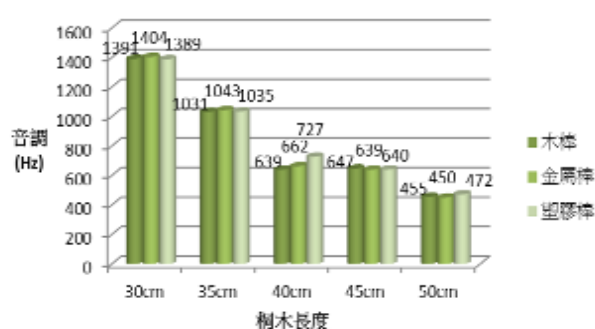
- (1)不同材質的打擊棒，會不會改變「音調」的高低？
- (2)會不會改變「音量」的大小？

- (1)同一根木頭，在不同材質的打擊棒敲擊下，琴鍵的「音調」「音量」並沒有出現明顯變化。
- (2)我們推測：不同材質的打擊棒，對「音調」的高低，並不會有影響；打擊棒的材質，並不會影響「音量」的變化。

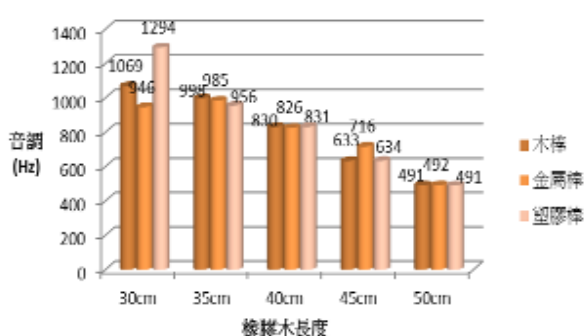
不同材質打擊棒敲擊(松木-直徑3cm)音調變化關係圖



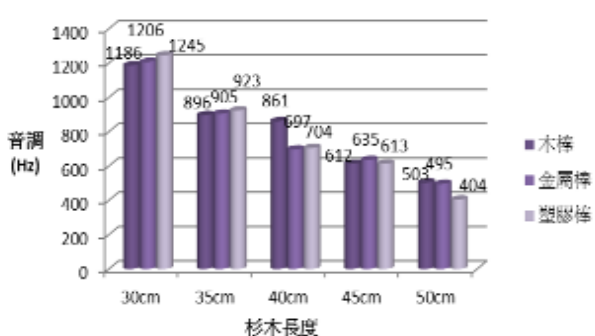
不同材質打擊棒敲擊(桐木-直徑3cm)音調變化關係圖



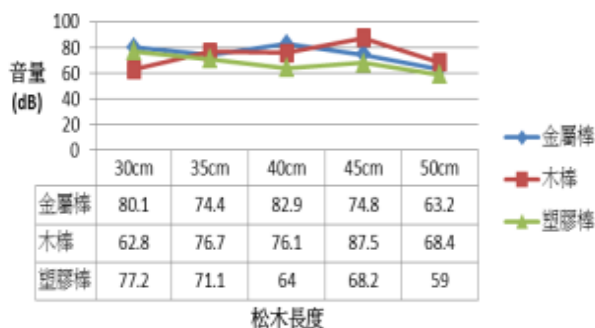
不同材質打擊棒敲擊(橡膠木-直徑3cm)音調變化關係圖



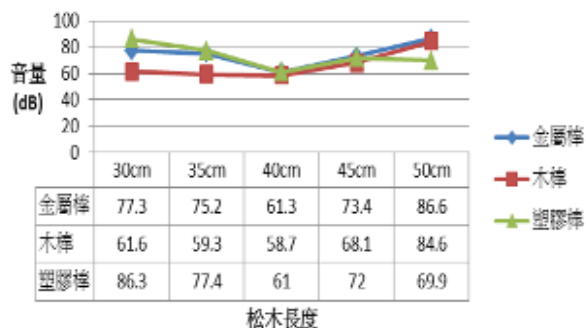
不同材質打擊棒敲擊(杉木-直徑3cm)音調變化關係圖



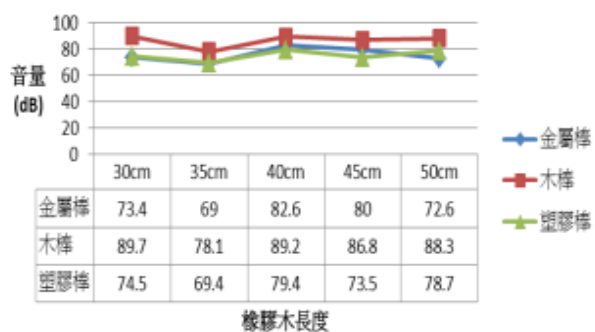
不同材質打擊棒敲擊松木(直徑-3cm)音量變化關係圖



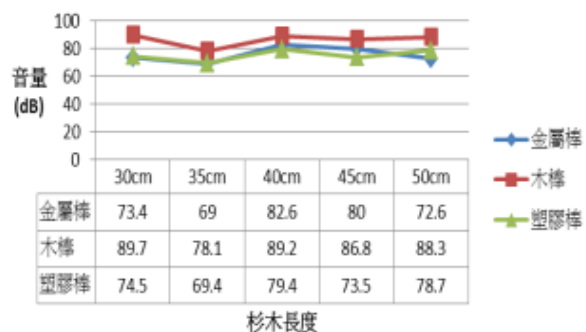
不同材質打擊棒敲擊桐木(直徑-3cm)音量變化關係圖



不同材質打擊棒敲擊橡膠木(直徑-3cm)音量變化關係圖



不同材質打擊棒敲擊杉木(直徑-3cm)音量變化關係圖

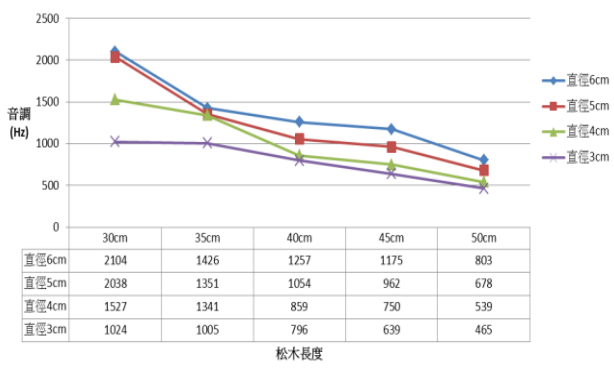


《實驗四》探討「琴鍵長短」「琴鍵直徑」和「音調」「音量」的變化關係

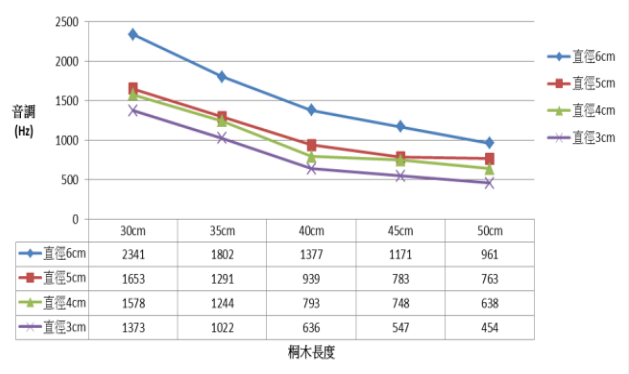
琴鍵的長短、琴鍵的直徑大小(粗細), 會影響到「音量」的大小或「音調」的高低嗎? 為什麼?

- (1)木頭的音調高低, 都會隨著木頭的長度變化而改變。『長度越短, 音調越高; 長度越長, 音調越低』。
- (2)木頭的粗細, 也會影響木頭的音調高低。木頭的『直徑越大(較粗), 音調越高; 直徑越小(較細), 音調越低』。
- (3)不管是哪一種木頭, 敲擊時的音量大小, 並未發現有明顯且規律性的變化。
- (4)木頭的長短、粗細, 並不會影響音量的大小。

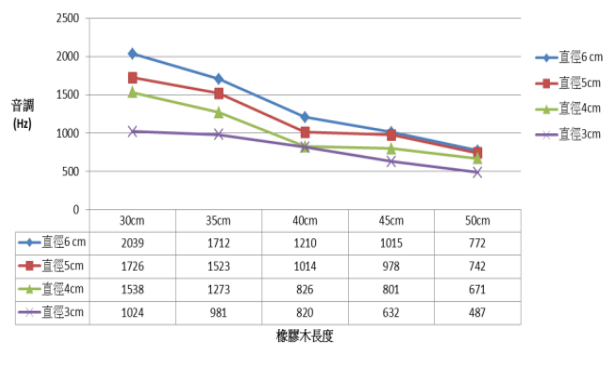
不同長度、直徑的松木敲擊時音調(Hz)變化關係圖



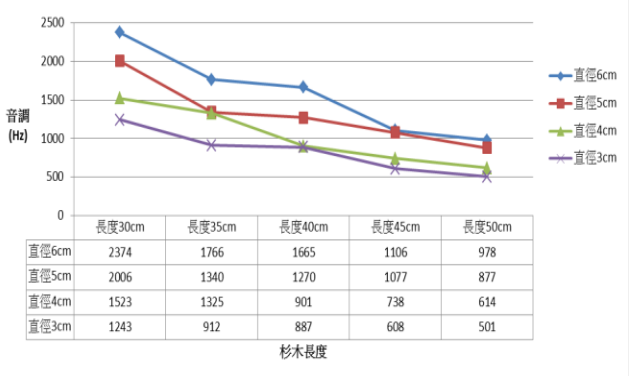
不同長度、直徑的桐木敲擊時音調(Hz)變化關係圖



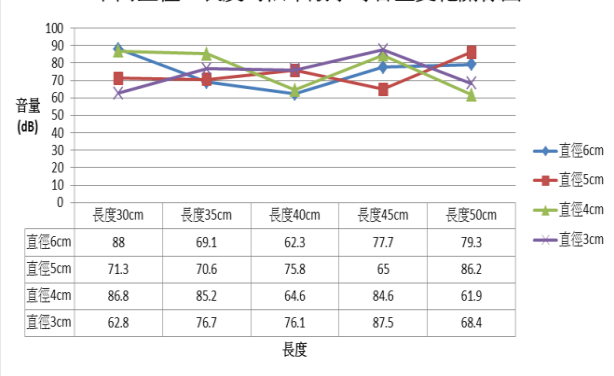
不同長度、直徑的橡膠木敲擊時音調(Hz)變化關係圖



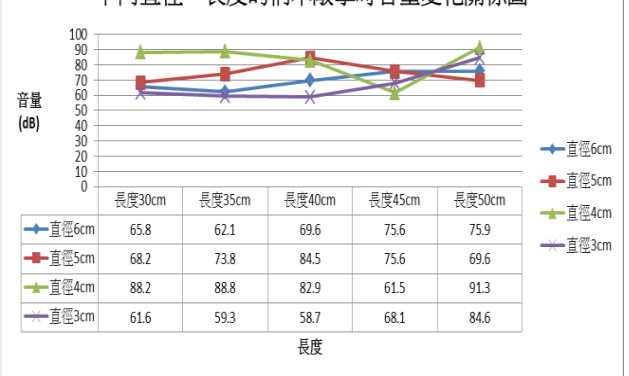
不同長度、直徑的杉木敲擊時音調(Hz)變化關係圖



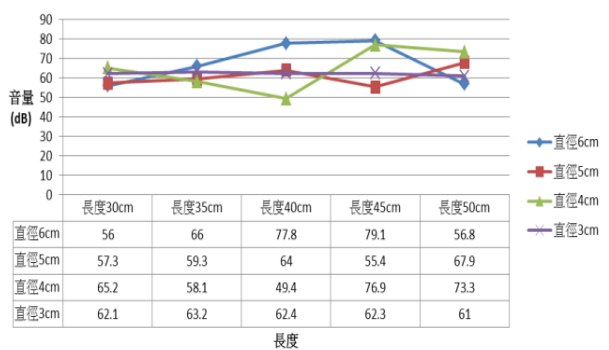
不同直徑、長度的松木敲擊時音量變化關係圖



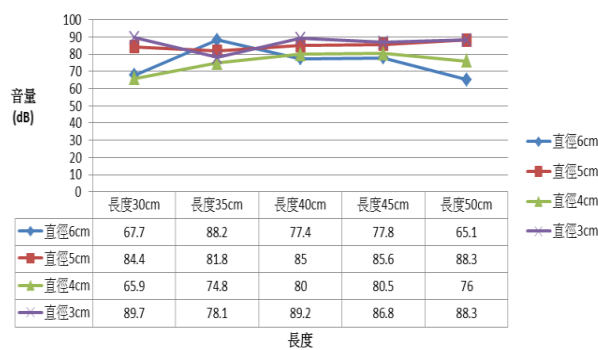
不同直徑、長度的桐木敲擊時音量變化關係圖



不同直徑、長度的橡膠木敲擊時音量變化關係圖



不同直徑、長度的杉木敲擊時音量變化關係圖



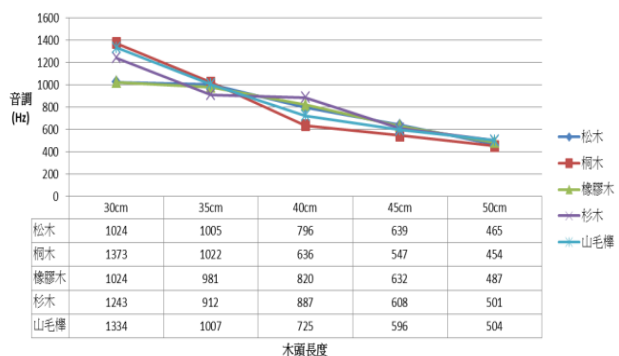
- 1.聲音的高低，要依主要振動的部位來判斷，與發音體的形狀、體積、質量都有關係；發音體越輕、越薄、越短、越細、越緊密者就振動得越快，音調就越高
- 2.『琴座的寬度』、『木頭的長短、粗細』，似乎都和『音量』沒有明顯的變化關係，不同的木頭材質，會不會影響音量的大小呢？
- 3.經過資料查詢，「木琴」的發聲原理說明如下：
 - (1)琴鍵的音調高低，取決於木條的長度和厚度。
 - (2)短而厚的木條會發出比較高的聲音；長而薄的木條，發出的聲音較低。
- 4.我們的實驗結果，完全符合「木琴」的發聲原理。

《實驗五》探討不同「木頭材質」和「音調」、「音量」的變化關係

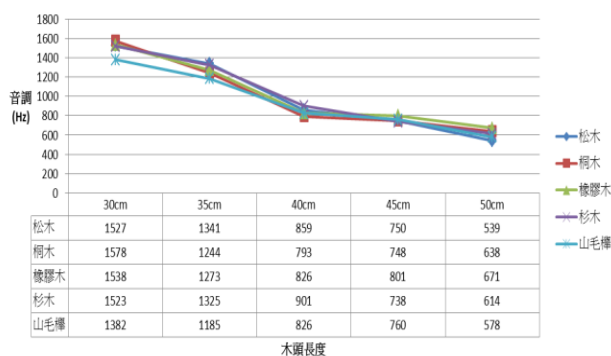
木琴的音調高低、音量大小，會因為不同材質的木頭而改變嗎？

- (1)木頭長度越短，音調越高；長度越長，音調越低。
- (2)不同材質的木頭，敲擊時的音調高低，並未發現有明顯且規律性的變化。
- (3)我們推測：不同材質的木頭，對音調的高低變化，並不會有影響。
- (4)橡膠木、山毛櫸木，敲擊時的音量比較小。
- (5)松木、桐木、杉木，敲擊時的音量比較大。
- (6)不同的木頭材質，對「音量」的變化可能有影響。

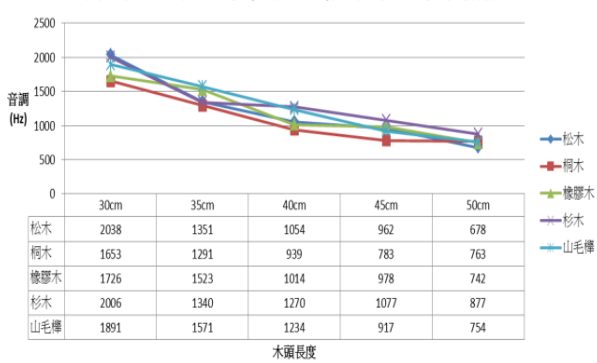
不同木頭、不同長度(直徑3cm)敲擊時音調變化關係圖



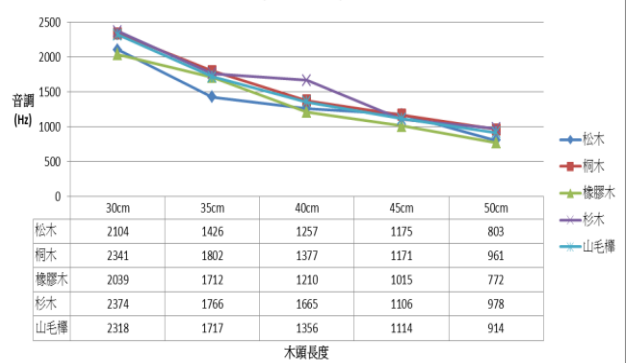
不同木頭、不同長度(直徑4cm)敲擊時音調變化關係圖



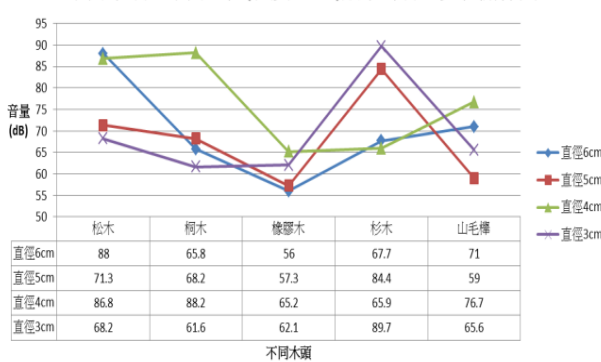
不同木頭、不同長度(直徑5cm)敲擊時音調變化關係圖



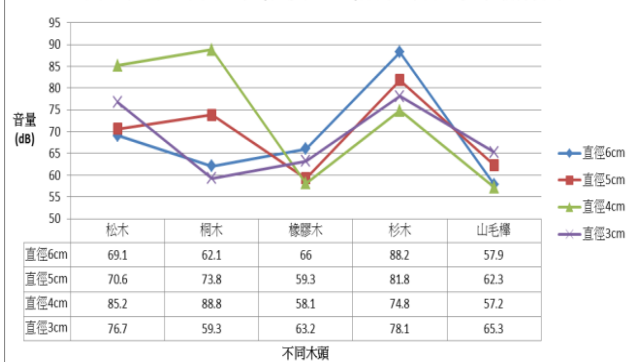
不同木頭、不同長度(直徑6cm)敲擊時音調變化關係圖



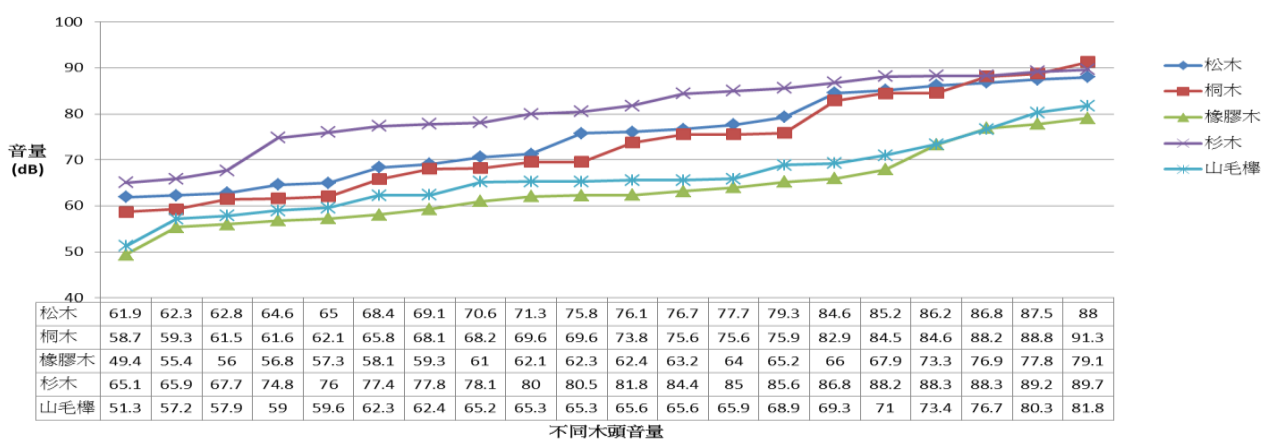
不同木頭、不同直徑(長度30cm)敲擊時音量變化關係圖



不同木頭、不同直徑(長度35cm)敲擊時音量變化關係圖



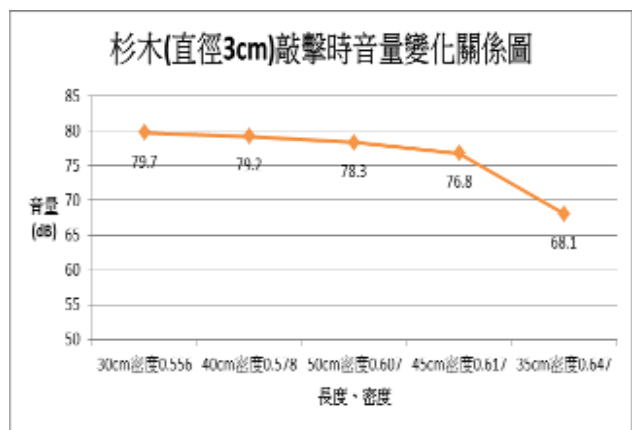
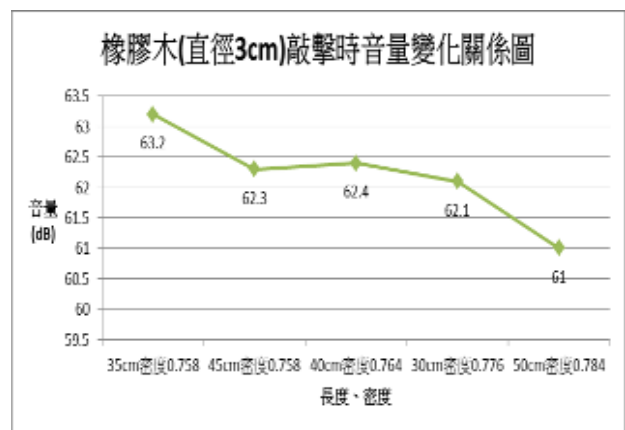
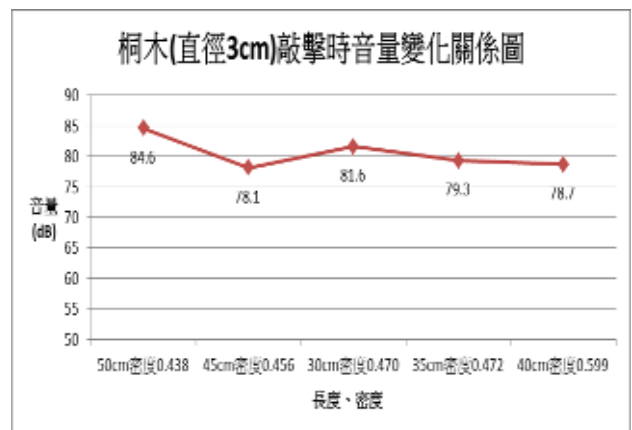
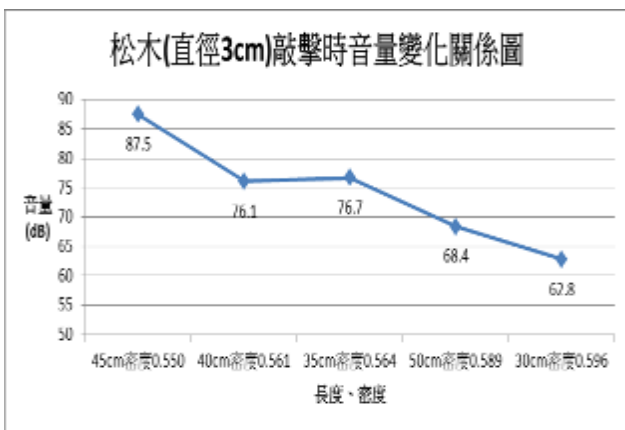
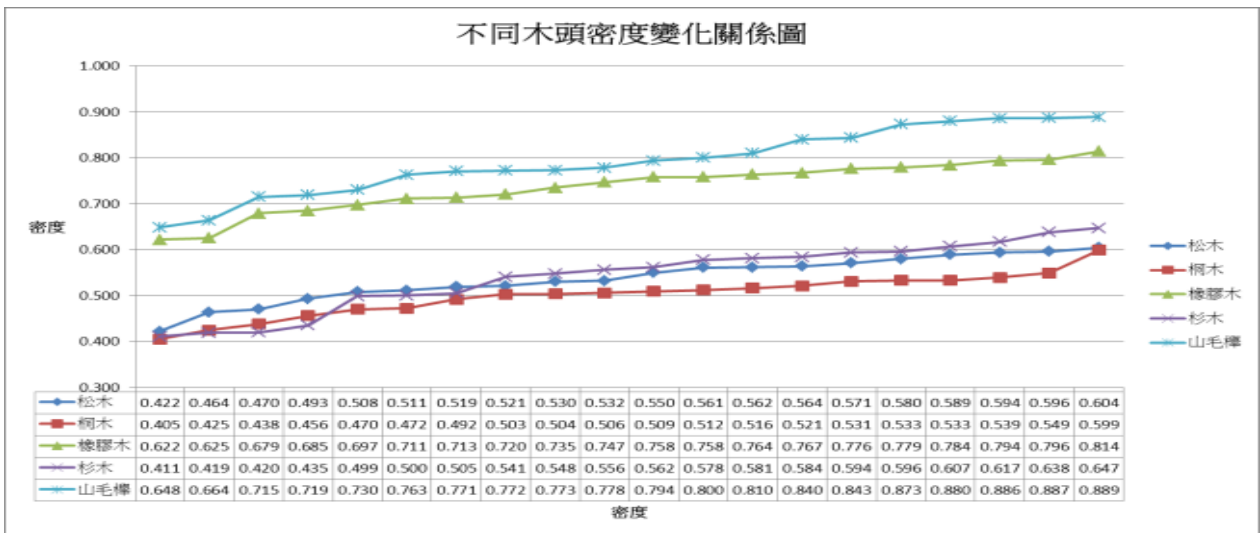
不同木頭敲擊時音量變化關係圖



《實驗六》探討各種木頭的「密度」和「音調」、「音量」的變化關係

相同長度和直徑的木頭，不同的材質，木頭重量似乎不太相同？將每根木頭測量直徑、長度、重量，並計算出密度，試著找出影響音量的變化原因。

- (1)不管是哪一種木頭，敲擊時「音量」的大小，會隨著木頭密度的大小而改變；密度越小的木頭，音量越大；密度越大的木頭，音量反而越小。
- (2)木頭的「密度」，是影響「音量」大小的關鍵因素。
- (3)不管是哪一種木頭，敲擊時的「音調」高低，並未發現有規律性。
- (4)木頭的「密度」，和「音調」的高低，沒有直接的變化關係。



- (1)泰雅族的傳統音樂之音階結構是「Re、Mi、Sol、La」或「Sol、La、Do、Re」，分析音階結構是維持小三度，上和下各加大二度。
- (2)無論是泰雅族的歌謠或樂器的曲目大部份是這四個音階。也有的歌是三音結構，如：「Mi、Sol、La」；「La、Do、Re」。就分析上是維持小三度，上加大二度。
- (3)泰雅木琴除了自愉娛樂，是很「隨興的樂器」，沒有「固定音階」，而是利用「首調音階」來抓音。它也可以配搭歌唱，當然也可以配合歌唱者調音，製作專屬的木琴唷。

五、檢討與建議

(一) 結合課程、寓教於樂

- 1.結合學校的「遊學課程」，「泰雅木琴」不僅可以「寓教於樂」，可讓來訪的遊客自行製作DIY，甚至現場演奏娛樂，讓外地朋友、學生到學校來體驗不同的民族文化，相信會是很棒的文化交流。
- 2.發展學校的「原住民課程」，配合傳統泰雅原住民部落的文化，泰雅木琴的製作與研究，變成音樂和科學課程的教學活動。
- 3.推動「鄉土課程」，每個地方、鄉鎮，都有自己的特色，泰雅木琴可以成為學校和地方的特色，可以表演、演奏、教學等多功能的一項課程。

(二) 發展特色、延續價值

- 1.每個民族都有其特殊的傳統文化，但並不是每個原住民族都有木琴的製作和教學，「泰雅木琴」是泰雅原住民特有的一項傳統文化，我們更應該延續這項文化的價值。
- 2.很多原住民的特有文化應該要保存，會製作「泰雅木琴」的耆老已經不多了，也從來沒有人將「泰雅木琴」的科學原理記錄下來，我們應該更加發展與保存。

六、參考資料

(一) 91年康軒版國小四上藝術與人文教師手冊

(二) 音階的制定

<http://beaver.ncnu.edu.tw/projects/emag/article/200906/%E9%9F%B3%E9%9A%8E%E7%9A%84%E5%88%B6%E8%A8%82.pdf>

(三) 頻率對聲音的影響

<http://ww2.anjh.tn.edu.tw/teacher/na/na3/%E8%AE%93%E6%B3%A2%E5%8B%95%E8%B5%B7%E4%BE%86/content/wave3-1-4.html>

(四) 維基百科-聲音 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9F%B3%E9%AB%98>

(五) 樂音的要素 https://www.nani.com.tw/nani/jlearn/natu/ability/a1/3_a1_3_3.htm

(六) 樂音與噪音 <http://w3.fhsh.tp.edu.tw/sub/subject04/handout/h1/4-3.pdf>

(七) 看得見的數位聲音 <http://kiwiphysics.blogspot.tw/2015/12/blog-post.html>

(八) 百度百科(木琴)<https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%A8%E7%90%B4>