

第八屆原住民華碩科教獎 研究成果報告

團隊編號：2016006



主辦單位：華碩文教基金會

國立清華大學

原住民族電視台

行政院原住民族委員會

第八屆原住民華碩科教獎

「飛鼠部落」部落的其他科學智慧與創意創新應用

波瓦倫薪火相傳—賽德克族燧石點火



參賽隊伍名稱	薪火相傳
團隊指導老師	張鈞凱老師 張東發老師 石秀玉老師
團隊學生成員	黃悅冬 黃語希 林佳怡 林思婷

波瓦倫薪火相傳—賽德克族燧石點火

摘要

薪火相傳，火對於人類來說是不可或缺的物質，也是人類演進史上的一大進步。對於賽德族來說，燧石點火的發明極具歷史意義，不但證明賽德克族是用火的族群，也證明賽德克族是熟食民族，不生吃食物。

部落居民的話從前，開啟我們探究先民過去的智慧；耆老們的口述歷史，激發我們研究的動力；結合自然科學原理，確信先民過去不變的傳統。

波瓦倫研究團隊歷經 100 多天的持續探索、實驗、訪問、體驗，各方面著手，各方面突破，不因失敗而氣餒，不因成功而驕傲，親身體驗過去族人生火材料、生火的方法及用火的習慣，深刻感受過去族人生活的刻苦勤儉。

最後，藉由本團隊的研究，希冀薪火相傳，研發出能夠承古據今的燧石點火器具，代表賽德克族一種傳承的精神，一份延續智慧的力量。

關鍵字:賽德克族、燧石點火、科學原理。

波瓦倫薪火相傳—賽德克族燧石點火

前言

火對於人類來說是不可或缺的物质，會用火則是人類演進史上的一大突破，也代表人類文明的進步。對於賽德克族來說，燧石點火的發明極具歷史意義，不但證明賽德克族是用火的族群，也證明賽德克族是熟食民族，不生吃食物。

地處高海拔的賽德克族部落來說，火一直是族人必備的物质，不管是上山狩獵、祭典、取暖等，都需要靠火來完成。對於賽德克族燧石點火的由來有很多的說法，有一說是從繡眼畫眉（靈鳥）的傳說故事而來，過去族人遭逢久旱不雨的災難，作物枯死，陷入飢荒狀態，族人們因而感染疾病，當時繡眼畫眉是賽德克族中規範的依歸，於是祖先向繡眼畫眉懇求，如何遠離疾病之苦，於是繡眼畫眉委託烏鴉和紅嘴黑鶉尋覓火之源，紅嘴黑鶉歸來時，只見其頭部前端及腹部底下呈兩團鮮紅狀，落地前將鮮紅之物放下，地面上乾枯的樹葉和雜草竟然燃燒起來，待草燒盡熄滅之後，那鮮紅之物卻成了晶瑩雪白的堅硬石塊，族人們將晶瑩堅硬的石塊拾起並相互擦擊，迸出火花，從此族人就懂得利用燧石點燃火源，從此族人不生吃食物，也不擔心傳染病肆虐了。

除此之外，過去族人要打獵之前，前一晚一定要起火，火滅了就有獵不到獵物寓意；狩獵祭，狩獵季節每年 10 -11 月舉行，選一座中小型山林或部份腳下點火圍燒，讓棲息覓食於該山林的獸類，因火勢向外逃竄，獵者隱身在火圈外以逸待勞，進行圍獵；早期房子會起灶火，天冷保暖用。這些一一說明火對賽德克族的不可或缺性，因此本研究團隊慎終追遠，讓學生認識更多不同面向的賽德克族的事蹟，更可學會祖先用火的智慧，讓賽德克族的文化可以傳承下去。

壹、研究動機與目的

一、研究動機

廬山部落地處海拔 1500 公尺的高山上，一年四季偏涼冷，家家幾乎有烤火取暖的習慣，部落最常見的烤火方法是採用木炭或砍材烤火取暖。指導老師在一次社區活動中，詢問長輩們提起過去祖先如何生火，有一位長輩口述是用白色的石頭，加上一種不知名的可燃性植物；其他長輩亦口述指出是用木頭、棉花...等植物，這些林林總總的說法，激發指導教師想進一步探究的興趣，也決定組隊帶著學生們研究，學生們聽完指導老師的解釋後，興奮的想要一探究竟，也發現原來身邊的小事物，都可讓人處處是驚喜！長輩口述過去族人燧石取火的年代已不可考，卻曾聽耆老們說過有關燧石點火的傳說故事，還有過去祖先們用火的智慧，這些事蹟再證明過去族人的用火習慣與本族是熟食為主的民族不謀而合。

探究燧石點火的原理可發現與自然課所探討過的熱、光、化學反應和摩擦生熱的原理息息相關，因此想結合文獻與科學原理，還原燧石點火的原貌並研究出最適合的取火方式，符合現今需求，兼顧實用性與便利性。

二、研究目的

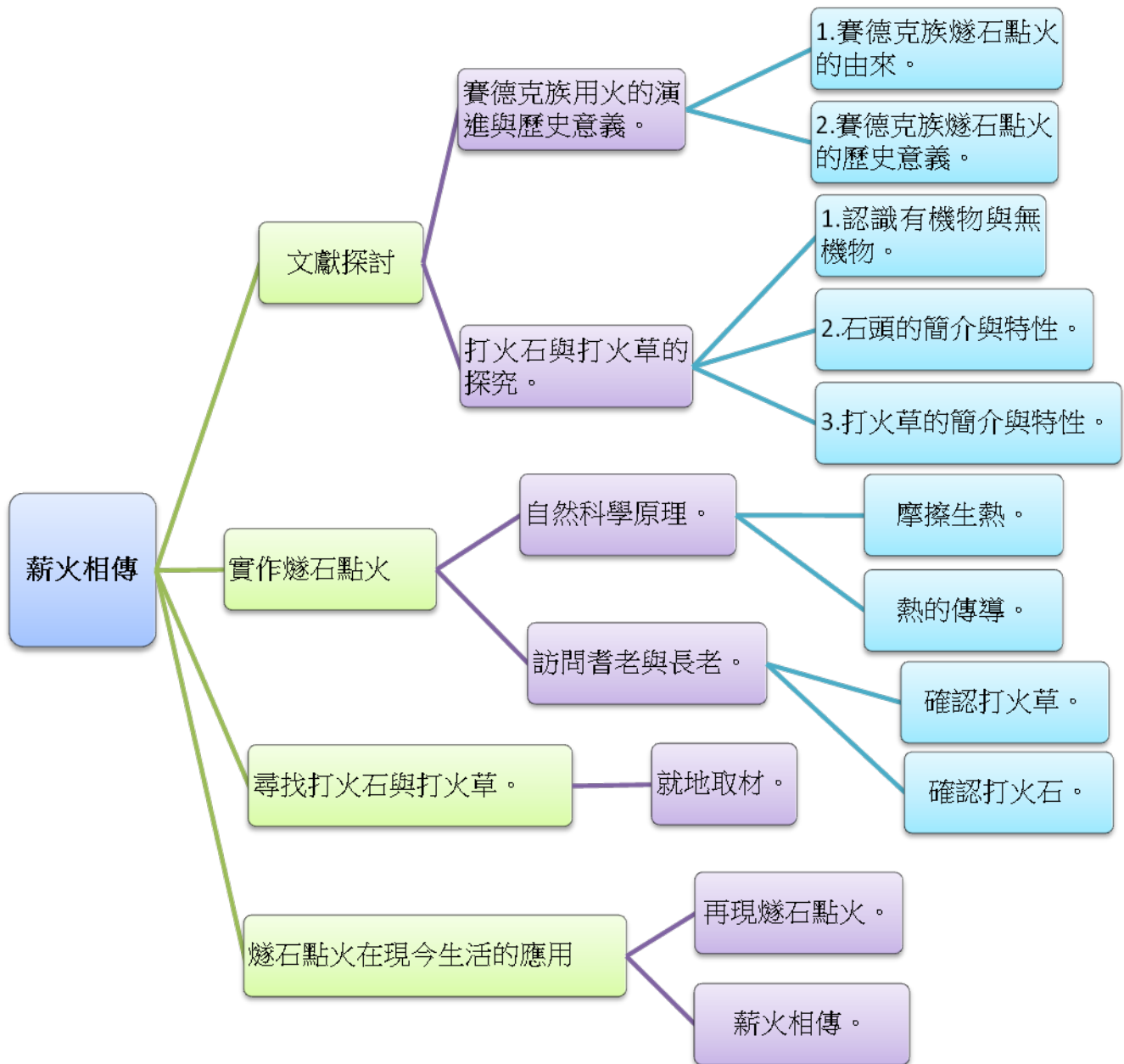
燧石點火的原理與學生所現在自然與生活科技所學的課程中「摩擦生熱」、「熱的傳導」、「燃燒」的原理一致，因此想與所學結合探討：

1. 探討賽德克族用火的演進與歷史意義。
2. 探究燧石點火的科學原理與影響因素。
3. 探究燧石點火在賽德克族生活上的應用。

(一)、研究設備與器材

			
<p>實驗材料: 剪刀、電池、錫箔紙。</p>	<p>實驗材料: 麻繩、剪刀、寶特瓶。</p>	<p>實驗材料: 竹子。</p>	<p>實驗材料: 石英。</p>
			
<p>實驗材料: 芒草花、燈罩。</p>	<p>實驗材料: 雕刻刀。</p>	<p>實驗材料: 濃硫酸、方糖。</p>	<p>實驗材料: 芒草根。</p>
			
<p>實驗材料: 棉抹布。</p>	<p>實驗材料: 第五屆科展自製火箭爐。</p>	<p>實驗材料: 傳統士林刀。</p>	<p>實驗材料: 乾燥機。</p>
			
<p>實驗材料: 砂輪機。</p>	<p>實驗材料: 自製刮鐵板。</p>	<p>實驗材料: 自製引火物。</p>	<p>實驗材料: 黃鐵礦。</p>

(二)、研究架構圖



肆、文獻探討

賽德克族，於民國 97 年 4 月正名獲准，成為臺灣第 14 族，賽德克族的發源地為德鹿灣(Truwan)，為現今仁愛鄉春陽溫泉一帶，主要以臺灣中部及東部地域為其活動範圍，約介於北方的泰雅族及南方的布農族之間。在不斷的遷徙當中形成兩大聚落，以中央山脈為界線，分出東、西賽德克族。本部落隸屬西賽德克族，集中分布於現今南投縣仁愛鄉，以濁水溪上游一帶為腹地並建立七個村十二部落。關於賽德克族的由來，據說在很久以前，中央山脈白石山區的 Pusu Qhuni / Rmdax Tasil，是本族代代口耳相傳的起源地，今被稱之為牡丹岩。白石山區有一塊巨石聳立在山頂上，山頂上又長了一棵巨木，巨木分叉成二枝，樹葉茂密。有一天，天空巨變，雷電交加，風雲變色，突然自天空降下大雷，穿過濃密雲層，打在巨木及巨石上；頓時，天搖地動，巨木一枝斷裂，一會兒，有三人自巨石中出來，二男一女，其中一男看到四周山巒起伏，樹木叢生，又回到巨石裡；另外二人，覺得外面世界多采多姿，景色優美，不再回巨石裡。從此以後，後代子孫滿山谷（李素芳，2000）。

一、 賽德克族燧石點火的由來：

賽德克族燧石點火的由來，有一說來自於古老的傳說故事，繡眼畫眉（靈鳥）的傳說故事，耆老們表示，「Sisin（繡眼畫眉）」是賽德克族人與 Utux 溝通的橋樑、媒介，舉凡有關族務、家務及個人私事都要透過「祂」與 Utux 溝通。在那個年代裡所有的飛禽走獸都能夠以言語與人類相互溝通。有一次，祖先遭逢久旱不雨的災難，致使作物枯死而陷入飢荒狀態，族人們也因而感染疾病，先祖們乃舉社遷離吐魯灣古聚落；沿著斯固溪向東北方尋找遷移地，族人們逐集結於濁水溪上游的溪畔，求助於他們的益友—飛禽走獸們，當牠們得知先祖們的遭遇後也非常難過，除感同身受外，更為我先祖們共同思索消災除厄的方法。

他們的益友—飛禽走獸們認為，先祖們因沒有 Gaya（祖訓，族律族規、社會規範）之故，動輒得咎於祖靈才會頻受天災人禍所困，於是飛禽走獸們提出建議說，牠們之中倘若有誰能搬動布拉尤（Brayo）對岸山頂上的巨岩，且將巨岩搬移到我們現在所聚集之處，誰就成為你們族規、社會規範的根源，並要你們世世代代的子孫們恪守遵循，所有今日在此聚集的（人眾獸群）都是你們訂立族規的見證者。

就這樣，飛禽走獸們即展開搬移巨岩的競賽，各類飛禽與走獸們輪番上陣競技，但都沒能搬動分毫，最後尚有烏鴉、紅嘴黑鶉及繡眼畫眉等三組人馬尚待試舉，烏鴉試著去搬移，之後換紅嘴黑鶉試著去搬移，但牠們都無法搬動，最後僅存繡眼畫眉待試試，在場的族人們噤聲不語，臉上顯出絕望之色，因繡眼畫眉屬體型很小的鳥類，族人們自忖繡眼畫眉怎麼有能力搬移巨岩呢？但繡眼畫眉不以為意。

繡眼畫眉飛向布拉尤（Brayo）對岸的山頂上，沒過多久，眾觀者（人及鳥獸）聽到 唏-唏-唏…的繡眼畫眉鳴叫聲由山頂而下，那是既吵雜又喧嚷的鳴叫聲，誰料想得到，牠們竟然抬起了那座巨大的岩石，牠們抬著那座巨岩由布拉尤對岸的山頂凌空越過

德路固 (Truku) 溪面上，並將那座巨岩搬移到人獸聚集的杜路固溪畔。眼看著繡眼畫眉抬著那座巨岩凌空渡溪飛向人獸聚集的溪岸，到繡眼畫眉將那座巨岩安放在人獸聚集處，聚集圍觀且等候結果的族人和飛禽走獸們一片的鴉雀無聲，猶如驚嚇過度頓時著魔似的目瞪口呆，僅聽見繡眼畫眉不曾間斷地喧鬧鳴叫聲，以及見到無數的繡眼畫眉合作無間地搬移著那座巨岩，當牠們安放那座巨岩時地面都會震動，眾觀者直至驚覺安放巨岩所產生的震波後才歡聲雷動，並上前簇擁著凱歸的繡眼畫眉。

此時，繡眼畫眉剛安放那座巨岩之際，又有好幾波陸續趕抵現場的鳥獸，牠們表示，實在是非常的遺憾，我們沒能趕上搬移巨石的競賽，而後來者又懇請繡眼畫眉是否能夠再搬移一座巨岩來，繡眼畫眉不置可否的又飛上山頂，同樣地再搬移另一座巨岩，將它搬移到第一次所搬來的巨岩旁。時至今日，繡眼畫眉搬移的那兩座巨岩，依然並列在杜路固溪的溪畔，自此繡眼畫眉成了我們賽德克族中規範的依歸。

我們的祖先親眼目睹繡眼畫眉能夠兩度搬移巨岩後，咸信其神奇之能力是神靈所賦予的，神靈是透過繡眼畫眉來傳遞“祂”對我們關愛的訊息，因此我們的祖先再次向繡眼畫眉懇求，說道：「我們是否因生吃食物之故，而容易受到各種疾病的侵襲與感染，這該如何解困呢？」，於是繡眼畫眉委託烏鴉和紅嘴黑鸛，委託她們去尋覓火之源，因牠們也驚服於神靈賦予繡眼畫眉的神力，所以牠們二話不說就即刻起程去尋覓火之源。

聚集在那兒的眾觀者等了一段時間後，紅嘴黑鸛卻已先行飛返，只見其頭部前端及腹部底下呈兩團鮮紅狀，落地前將鮮紅之物先放下，地面上乾枯的樹葉和雜草竟然燃燒了起來，眾觀者無不為之振撼與驚奇。待乾的樹葉及枯草燒盡熄滅之後，那鮮紅之物卻成了晶瑩雪白的堅硬石塊，族人們感到萬般惋惜，大家為著何以會如此地議論紛紛，這時候有一位族人，或許是經繡眼畫眉之指點吧，將晶瑩堅硬的石塊拾起並相互擦擊時，竟能迸出火花，族人們才恍然大悟地驚呼——「原來如此！」，族人們可以欣喜若狂來形容，並向紅嘴黑鸛表達能為他們尋得火源的誠摯感佩，我們的祖先從此就懂得利用燧石點燃火源。

二、 岩石礦物

燧石點火在世界各地傳統原住民文化中皆有所聞，台灣原住民同樣也有燧石點火的技術，在蒐尋相關文獻的過程中也獲得不少資訊，其中石頭材質是否能點火的重要關鍵因素，因此藉由文獻探討來了解岩石與礦物的特性以及對人類生活及資源上有合益處。以下緊接著探討有關岩石礦物的文獻資料：

岩石在人類進化和文明中具有重要意義。人類從猿到人轉變的決定性的一步是使用工具，而人類早期工具的重要來源就是岩石，因此，人類的第一個文明時期被稱為石器時代。岩石一直是人類生活和生產的重要材料和工具。

岩石為礦物的集合體，是組成地殼的主要物質。岩石可以由一種礦物所組成；也可

以由多種礦物所組成。組成岩石的物質大部分都是無機物質。岩石可以按照其成因分為三大類：

1. 火成岩 (Igneous Rocks)

地球內部的溫度和壓力都很高，所有組成物質都呈熔融狀態的流體，名為岩漿。火成岩即由於岩漿侵入地殼內部，或流出地表面，造成熔岩，再經冷卻凝固而造成，如玄武岩 (basalt) 及花崗岩等都是。火成岩是所有岩石中最原始的岩石。

2. 沉積岩 (Sedimentary Rocks)

由原來已形成的岩石，受到風化作用後變為碎屑，或由生物的遺骸等，再經侵蝕、沉積、及石化等作用而造成的岩石。這類岩石都成層狀，最先沉積者在下部，時代較老；層次愈上者則時代愈新。當岩石沉積的時候，往往含有生物的遺骸，埋沒後常可以完好保存，歷久就變成化石 (fossil)；在火成岩中則多無化石存在。

3. 變質岩 (Metamorphic Rocks)

原來的火成岩或沉積岩，再經過地殼運動或岩漿侵入作用所發生的高溫和高壓與熱液的影響，可以改變其原來岩石的結構或組織，或使部分礦物消失，而產生他種新的礦物，因而成為另外一種與原岩不同的岩石，稱為變質岩。

礦物乃是經地質作用所形成的均質固體，不僅構成五彩繽紛的大地，同時也為人類提供了生存的條件，礦物是指在地質作用下天然形成的結晶狀純淨物 (單質或化合物)。礦物是組成岩石的基礎 (像石英、長石、方解石都是常見的造岩礦物)。礦物可以用許多的物理性質來描述，而這些性質也和其化學結構及組成有關。常見的礦物物理性質有晶體結構及晶體慣態、硬度、光澤、透明度、顏色、條痕、韌性、解理、斷口、裂理及比重。進一步的特性包括對酸的反應、磁性、氣味或味道，以及放射性。

除此之外，礦物也是自然界中的化學元素，在一定的物理與化學條件下所形成的天然物體，依礦物學的定義，礦物需具備以下條件：

- a. 礦物是天然產出的均質固體，係由單一元素或無機化合物所組成。
- b. 礦物是由無機作用所生成。
- c. 構成礦物的原子或離子都有一定的排列方式，亦即每種礦物都具有固定的結晶構造。
- d. 礦物有一定的化學成分和物理性質。

自史前人類使用金屬開始，便是文明的開端，從銅器時代、鐵器時代，以至今日的高科技時代，絕大多數製造器具與機器的金屬原料，都是從礦物中冶煉而來。礦產資源的特性與分類礦產資源是指儲藏在地球內有經濟開採價值或潛在價值的自然資源。其中大部分是無生命，也是無法更新的資源，雖部分係來自有機生物，但以無機結晶物質為主。根據礦產資源的特性，可區分為三大類型：

(1) 燃料資源——包括煤、石油、天然氣、鈾礦。

(2) 金屬礦產——包括金、鉑、銀、鋁、銅、鉛、錫、鋅、鐵、鉻、鈷、錳、鎳、鉬、鎢、鈮等，這些金屬都是由礦物中冶煉而來。例如：鐵主要來自赤鐵礦、針鐵礦、磁鐵礦、菱鐵礦；而銅係從斑銅礦、輝銅礦、黃銅礦、自然銅、硫砷銅礦、孔雀石等含銅礦物中提煉出來。

(3) 非金屬礦產——包括大理岩、石灰岩、蛇紋石、石膏、石棉、黏土、長石、石英、鋁土礦、白雲石、螢石、硫磺、重晶石、石墨、雲母、滑石、硝石、磷灰石及各類寶石等。這些非金屬礦產可用在建築及石材材料、陶瓷器原料、冶金化工及耐火材料、工業及製造用材料、肥料原料、寶石配飾等方面，應用相當廣泛。

礦產資源乃是不可再生的資源，終有其枯竭的一天，面對這些問題，人類需要高度智慧來解決。在開發新能源的同時，我們更應珍惜與善用礦產資源，讓這些有限的人類共同資產能維持得更長久些。

三、 火對賽德克族歷史上的意義

火對於人類來說是不可或缺的物質，火的起源是人類史上最重要的發現，也是人類演進史上的一大突破。源至數萬年前偶然檢拾到的一顆白鐵礦，人類開始點燃火種，應用美麗的篝火在生活面，文化逐漸形成。

臺灣原住民用礦物取火的起源，可追究於史前時代。台灣史前主要分成三大階段：舊石器晚期、新石器（分作早期、中期、晚期）與金屬器時代。各階段的時間斷限約如下：舊石器晚期約在距今五萬年前以後，新石器時代約始自距今七千年前左右，金屬器時代約始自二千多年前左右。

舊石器晚期文化遺跡較少、且不完整，故研究成果較少。新石器早期全臺廣布大坌坑文化。大坌坑文化之後，臺灣史前文化呈現多元化的地域分布。新石器時代文化可能是南島民族的祖先遺跡，即今日臺灣原住民族的祖先。

舊石器晚期的遺址「長濱文化」所出土的人工器物，是以不加修整的原始礫石石片器最多，也出現用石器擊火的說法，是目前在臺灣所發現的最古老文化，此文化一直持續到五千年前才消失。之後的「網形文化」出土人工器物，以尖器、刮削器、砍器等居多，顯示當時舊石器生活會利用石器進行狩獵、採集及生火煮食。

新石器早期代表的文化為大坌坑文化，由出土人工器物看來，除礫石砍器外，已有磨製石器、骨角器、貝器的使用，也出現以罐、鉢為主的暗紅色、深褐色之陶器，製陶技術尚為原始，製作相當粗糙。新石器早期已有種植根莖類植物的原始農業出現，但生產方式仍以採集、狩獵、漁撈為主。多數學者認為大坌坑文化可能屬於外地移入的新文化，故此文化擁有者可能是乘船至臺，可能正是臺灣原住民族的祖先，或者進一步說是南島民族的祖先。

新石器中期，這個時期一方面是大坌坑文化在臺灣各地發展的適應期，一方面又是外來文化的移植期，以致具地方特性的文化風起雲湧。前者以細繩紋陶文化，後者以芝山岩、圓山文化為代表。(1) 細繩紋陶文化，所出土人工器物以石器種類繁多，製造方式有打製與磨製。陶器的特徵，就材質言，質地多含沙與細泥，就紋飾言，以繩紋陶最多，另外有大量的網墜、箭鏃等農耕漁獵用具，主要生產方式：狩獵、漁撈仍占重要地位，但稻米、小米等種子植物可能已是當時的重要作物，表示農業也逐漸占有重要地位。(2) 芝山岩文化出土的人工器物，有打製與磨製的石斧、石剷、石刀、石鋤等石器；製陶業很發達，其陶器特徵包括：質地不含砂，紋飾以彩繪為主，亦有少數大坌坑式的繩紋；有大量的骨角製尖狀器；另有木器、木製裝飾品，以及草編、藤編、繩索等編織物，居民過著於撈、狩獵以及種植稻米、蔬菜的生活。(3) 圓山文化出土人工器物，石器種類繁多，以磨製大剷、平凸形大鋤等居多，另有段石鏃和有肩石斧，為其他史前文化所無。陶器以淺棕色素面形圈足陶為主，質地含砂，紋飾為紅彩。晚期的植物園期，骨角器以漁叉數量最多；另有環、珮等玉器飾物。從圓山文化生產方式可知，當時已有進步的農業，能大量狩獵與撈捕河湖甚至海中的魚貝。

新石器晚期發展的共同傾向有四：其一，陶器方面逐漸放棄繩紋裝飾，器形多樣化；其二，聚落在規模方面也增大；其三，有往中央山脈區的臺地或山地移動的趨勢；其四，可能因為人口的增加，社會日漸複雜，加上資源的爭奪，已經有小規模的戰爭。出土人工器物，石器種類繁多，有石鋤、石鏃、石刀、網墜等，陶器以灰、紅兩色為主，有大量的黑陶與彩陶，器形有盆、杯、鉢、罐。其中，卑南文化出土人工器物豐富，以板岩石柱、石棺最受矚目。日用品包括石刀、石矛、石鏃、石杵、石針等石器，也有陶罐、陶紡輪和陶環等陶器；另有石質或玉質的各種裝飾品。從出土器物來看，農業較新石器中期更為發達。

金屬器時代，距今約二千年前左右，臺灣史前史進入使用與製造鐵質生產工具的時代，此時期文化持續至四百年前才逐漸結束，進入歷史時代。主要的文化包括十三行文化、蕃仔園文化、蔦松文化與靜浦文化等，這些文化可能均是新石器晚期文化的後裔。(1) 十三行文化（北部最早的金屬器文化）出土人工器物：石器不多；已用金、銀、銅和鐵等金屬器，且能製造鐵器；陶器數量多，多數為紅褐色夾砂陶，紋飾圖案豐富，以幾何形印紋為主；另有矛、鏃、裝飾品等骨角器；也出現瓷器、瑪瑙珠、玻璃製品、漢人銅碗、銅錢等(2) 蕃仔園文化（中部最早的金屬器文化）出土人工器物：石器數量少；陶器以灰黑色的罐、瓶、鉢最常見，紋飾形式豐富；有各種骨角器、瑪瑙珠、玻璃製品；也出現貝塚，以及鹿、羊、豬、鳥、魚等動物遺骸。(3) 蔦松文化（南部最早的金屬器文化）出土人工器物，遺址面積很大，多含貝塚；石器甚為稀少，有鐵器的使用；陶器質地硬度高，可知燒製的火候很高，以表面抹光的紅褐色素面陶為主；陶器

種類多，除罐、鉢外，尚有環、紡輪、支腳、網墜、鳥首狀等陶製品。(4) 靜浦文化（東部最早的金屬器文化）出土人工器物：石器稀少；陶器種類多，形狀豐富，顏色以紅褐色居多；有鐵器、青銅器、玻璃器、瓷器等的使用；另有青銅、金、玻璃、瑪瑙等材質的飾品。此文化可能是當地新石器文化的後裔，靜浦文化人可能是今天阿美族的祖先。（整理如下表）

時代	年代	出土遺物	與原住民族的關係
舊石器時代	距今 6500~30000	 礫石石片器	以尖器、刮削器、砍器等居多，顯示當時舊石器生活會利用石器進行狩獵、採集及生火煮食。
新石器早期	距今 4500~6500	石  鏟  石鏃  石鋤	1. 除礫石砍器外，已有磨製石器、骨角器、貝器的使用，生活仍以採集、狩獵、漁撈為主。 2. 臺灣原住民族的祖先，或者進一步說是南島民族的祖先，移入台灣。
新石器中期	距今 3500~4500	 有肩石斧  陶器	1. 器物以石器種類繁多，製造方式有打製與磨製。 2. 長期定居性質的聚落，農業頗為發達，但狩獵、漁撈的活動仍占著重要地位。
新石器晚期	距今 2000~3500	 人獸形玦耳飾  石棺	1. 石器種類繁多，有石鋤、石鏃、石刀、網墜...等，日用品包括石刀、石矛、石鏟、石杵、石針等石器。 2. 平原地區以農業為主，但狩獵漁撈仍重要；而山區與恆春半島，則以狩獵、漁撈為主，聚落大且多，推測人口應該相當多。

金屬器 時代	距今 400~2000	 陶器	1. 石器不多；已用金、銀、銅和鐵等金屬器，且能製造鐵器。 2. 此時期的靜浦文化人，可能是今天阿美族的祖先。
		 鐵刀	

由上述可知，台灣從舊石器時代晚期已開始有火的使用，會用石器進行打獵、煮食等，新石器時代早期台灣已有磨製石器、骨角器、貝器等，此時原住民族也在此時期發跡，可見使用石器擊火並不是難事，到了新石器晚期，眾多石器製品已出現，農業文化也漸漸成形，最後到了金屬器時代，更是結合鐵器，進行更多樣化的生活方式。

然而原住民傳統燧石點火是以燒過焦黑面的腐木或者乾腐的朽木當作引火絨，火星落入碳黑腐木點燃的效果是相當不錯的，在進行鑽木取火或是打火棒點火之前，必須先把火絨準備好，這也攸關能否把火種引燃火絨，以完成點火。火絨的種類非常多，台灣荒溪，野流之中常見的乾腐的朽木也是不錯的火絨，其它的火絨如乾草、植物纖維、腐木屑、樹皮...等，都是常用的引火材料。

對於賽德族來說，燧石點火的發明極具歷史意義，不但證明賽德克族是用火的族群，也證明賽德克族是熟食民族，不生吃食物。除此之外，地處高海拔的賽德克族部落來說，火一直是族人必備的物質，不管是上山狩獵、祭典、取暖等，都需要靠火來完成。過去族人要打獵之前，前一晚一定要起火（火不能滅），滅了獵不到獵物；狩獵祭，狩獵季節每年 10 -11 月舉行，選一座中小型山林或部份腳下點火圍燒，讓棲息覓食於該山林的獸類，因火勢向外逃竄，獵者隱身在火圈外以逸待勞，進行圍獵；早期房子會起灶火，天冷保暖用。一一說明火在部落得不可或缺性。

伍、薪火相傳精彩研究歷程

一、實驗 1：物質燃燒-燃點

1. 實驗主題:物質燃燒

(1)應用自然科學原理:物質燃燒三要素-可燃物、助燃物以及溫度要達到燃點。





(2) 實驗假設:不同中心點是否會影響燃燒?

2. 實驗材料:剪刀、錫箔紙、電池。

3. 實驗歷程：

(1)複習物質燃燒的要素、特性，瞭解物質燃燒原理。

(2)運用熱的傳導及電製造燃點，產生熱。

	
說明：實驗材料。	說明：裁切錫箔紙。
	
說明：不同中心點位置的燃點實驗。	說明：不同中心點位置的燃點實驗。

4. 研究結果：

(1) 不同中心點的位置，會影響燃燒。

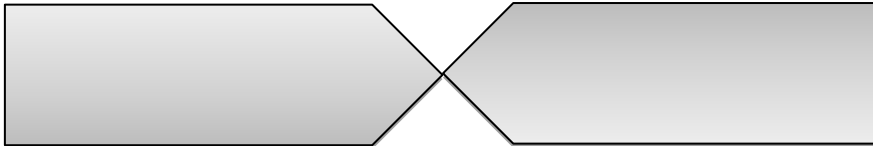
(2)在過程中只有冒煙，並未產生火光或火花。

(3)研究結果由表 1 及圖 1 至圖 3 可得知，中心點 1cm 較容易燃燒，0.9cm 後皆冒煙未產生火，後 1cm 寬度為燃點後的成易燃物 3mm 較容易產生火焰。

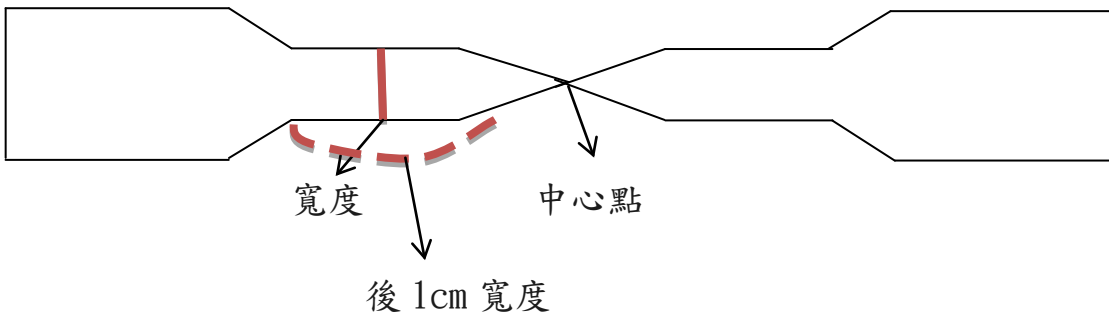
★表 1:不同實驗人員與不同中心點寬度

實驗人員	A	B	C	D
單位 mm				
中心點寬度	5	4	3	2
中心點寬度	1	0.9	0.8	0.7
後 1cm 寬度	10	9	8	7
後 1cm 寬度	6	5	4	3

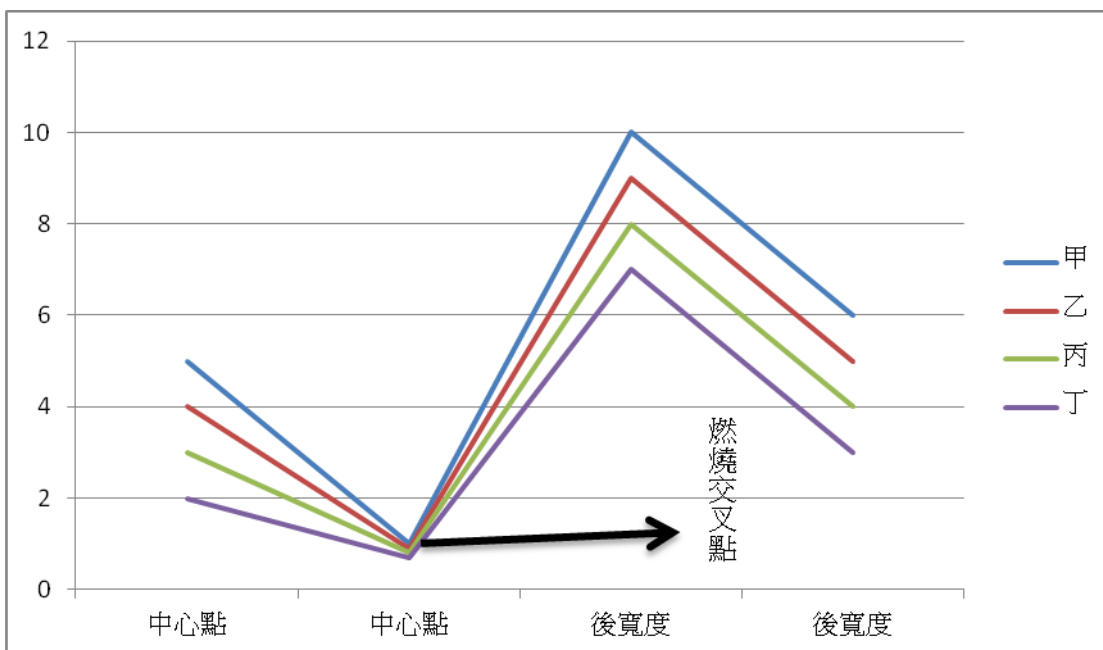
*圖 1：中心點寬度的實驗，實驗結果不會產生火，只會冒煙。



*圖 2：取 1CM 寬度，易燃物 3mm 較容易產生火焰。



*圖 3:不同實驗人員與不同中心點曲線圖。



二、實驗 2：物質摩擦生熱

1. 實驗主題:物質摩擦生熱。

(1)應用自然科學原理：**摩擦原理**--摩擦力與相互摩擦的物體有關，摩擦力來自於兩個物體接觸面間的附著力。

(2) 實驗假設：

a. 摩擦速度的快慢，是否會影響生熱的時間？

b. 位置不同是否會影響摩擦生熱的時間？

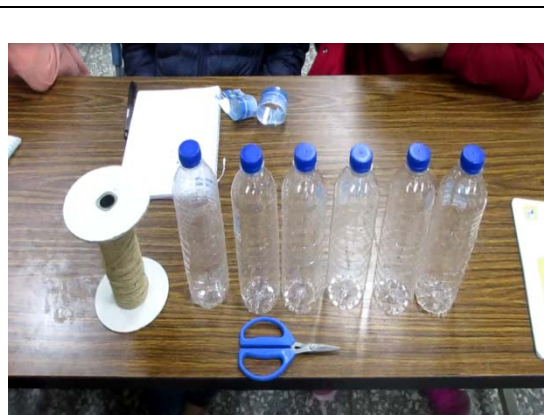
2. 實驗材料:剪刀、麻繩、剪刀。

3. 實驗歷程：

(1) 複習摩擦生熱原理，增加摩擦與減少摩擦。

(2) 使用寶特瓶進行摩擦實驗。

(3) 調整速度和位置，加快摩擦生熱的時間。



說明：實驗材料。



說明：實驗前解說。



說明：開始進行切割。



說明：改變力道及矯正相對位置。

4. 研究結果:

(1) 摩擦可以產生熱之外，摩擦可使物體產生帶電，並使正負極重新排列。

(2) 摩擦實驗後可得知，石頭生火需藉由摩擦原理產生火花。

(3) 切割保特瓶實驗：

a. 如下表 2 可發現，在 15 秒內未有學生成功使寶特瓶切割。

b. 教師引導學生加快左右手的速度，當速度加快時，由下表 2 可得知 A 學生已成功完成實驗，其餘學生繼續陪同實驗，後來接在 40 秒內完成。

★表 2 不同實驗人員在不同時間下，摩擦生熱的快慢

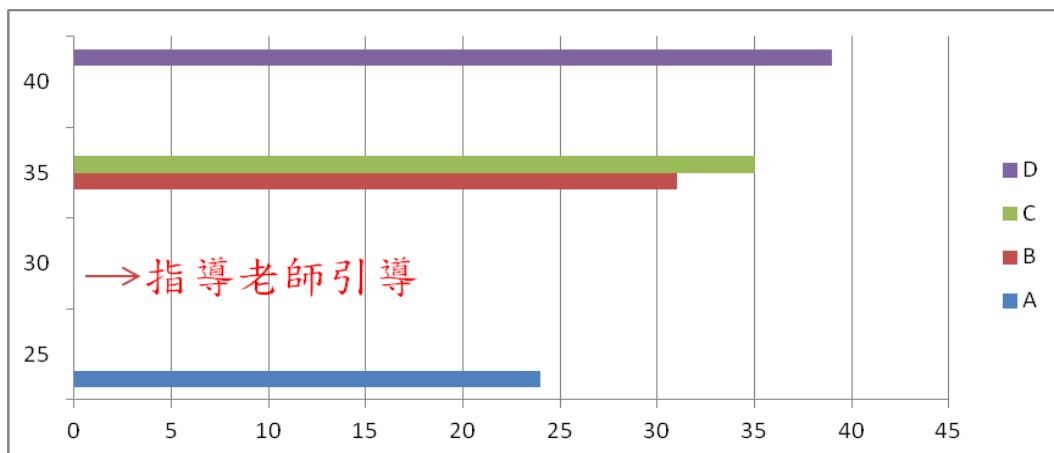
實驗人員 \ 時間(秒)	A	B	C	D
15	X	X	X	X
20	X	X	X	X
25	√ 24 秒	X	X	X
30	X	X	X	X
35	X	√ 31 秒	√ 34 秒	X
40	X	X	X	√ 39 秒

(2) 速度與相對位置

a. 由下圖 4 可得知，摩擦速度越快，所花費時間越少。

b. 再指導教師的引導下，學生矯正相對位置，亦可在時間內完成摩擦實驗。

*圖 4 不同學生在不同位置摩擦生熱的時間



三、採集體驗 1：採竹、撿石趣

1. 採集主題:竹子和石頭。

(1)採集目的:讓學生採集竹子及石頭後,就可實驗竹子摩擦及燧石點火兩種實驗,加深摩擦概念。

(2)採集地點:部落母安山路邊竹林、廬山精英溫泉。

2. 採集工具:鋸子、彎刀、桶子。

3. 採集歷程照片。

	
說明：前往採集地點。	說明：抵達採集地點。
	
說明：開始進行採集。	說明:不畏困難充滿女力的學生。
	
說明：撿到的石頭。	說明：邊玩邊撿!
	
說明：休息一下!	說明：滿載而歸!

4. 採集趣事：

學生在採集竹子時，部落民眾發現也會很好奇詢問我們在做什麼，學生回答說：「在做華碩科展！」，民眾則是聽得「霧沙沙」，有聽沒有懂，雙方雞同鴨講，你來我往的對話頗有趣。撿拾石頭時，學生邊玩水、邊撿石頭，個個玩得不亦樂乎，度過充實又有趣的一天！

5. 採集結果：

- (1) 採集竹子直徑多是 6-7 公分，每一節長度約 30 公分以上，採集完成後在學校把竹子曬乾。
- (2) 採集完新鮮的竹子後，讓每位學生都有兩支竹子，自行照顧，並提醒最重要是曬乾，保持乾燥，才能用在摩擦的實驗上。
- (3) 石頭清洗完畢後，先擦乾分類擺放。

四、訪問部落耆老 1：石秀玉--沙哇老師。

1. 採訪主題：了解賽德克族燧石點火的由來。

★採訪提綱：

- (1) 火在賽德克族人，有無特殊意義？
- (2) 印象中，是否有聽說、看過族人或長輩使用石頭擊石點火？
- (3) 是否知道石頭的名稱？
- (4) 擊石的過程中，是否有搭配打火草輔助使用？

2. 訪問地點：廬山社區發展協會活動中心。

3. 訪問歷程：

	
說明：指導老師解說。	說明：與耆老們分享和討論。
	
說明：耆老們分享。	說明：學生用心筆記。

4. 採訪結論：

- (1) 耆老小時候看過老人家使用石英打火，取火對以前生活環境條件不佳的族人來說非常不易。
- (2) 在族人家中，火是不可熄滅的；尤其在家人外出打獵的時候，若是熄滅，則有不祥之事發生。
- (3) 賽德克族及泰雅族使用打火石時，會配合芒草一起使用。
- (4) 目前本部落沒有一個人可以確切做出過去族人燧石點火的過程，兩位耆老也加入研究團隊。

五、實驗 3：聚光取火

1. 實驗主題：聚光取火，吸取熱能。

(1) 應用自然科學原理：**熱的傳導**—固體和固體之間的熱流動，是固體的一個分子向另一個分子傳遞震動能的結果。

(2) 實驗假設：

- a. 芒草花是否適合作為火絨？
- b. 日照時間不同，聚熱程度是否有差異？

2. 實驗材料：芒草花、燈罩、夾鏈袋、打火機。

3. 實驗歷程：

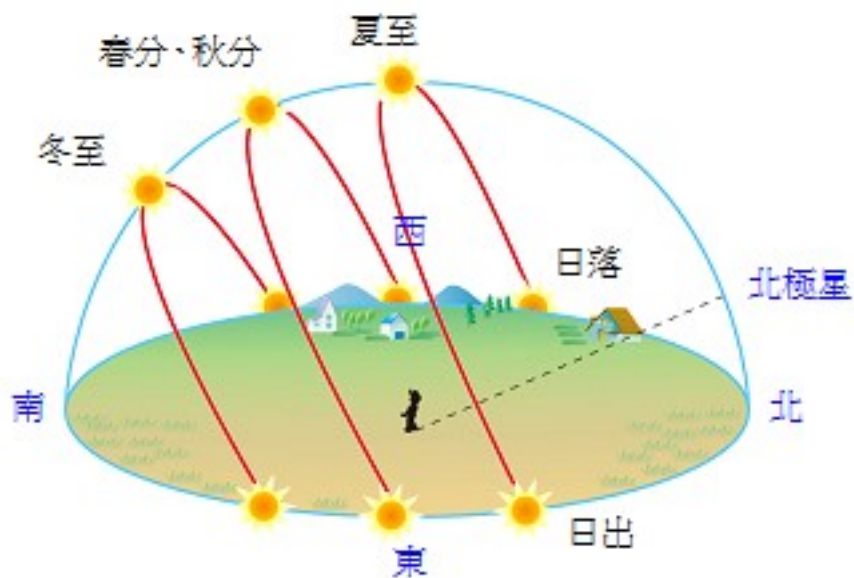
- (1) 前往母安山採集芒草花作火絨，進行修整，後用打火機燃燒芒草花。
- (2) 使用夾鏈袋與一般手電筒燈罩聚光，依據聚光方式改變所用物品。

	
說明：前往母安山採集芒草花。	說明：採集芒草花。
	
說明：芒草花修整。	說明：開始聚光。

	
<p>說明：聚光收集熱能。</p>	<p>說明：芒草花聚光點火。</p>
	
<p>說明：製做芒草花火絨。</p>	<p>說明：製做芒草花火絨。</p>

4. 研究結果：

- (1) 芒草花燃點低，不適合做為火絨，點燃不易。
- (2) 一般太陽日照較強的時間點在 10 點至 14 點間，燈罩聚光在中午是最好點燃產生火光或煙的時段，14 點後雖然還是可以點燃，但等待時間會過久。(如下圖 5 所示。)
- (3) 夾鏈袋聚光採集，不太好聚光，不容易讓光產生熱能。



※圖 5: 複習五年級上學期太陽，角度影響取火關鍵。

六、實驗 4：火炬法。

1. 實驗主題:物質摩擦生熱

(1)應用自然科學原理：**摩擦原理**—摩擦力與相互摩擦的物體有關，摩擦力來自於兩個物體接觸面間的附著力。

(2) 實驗假設：

- 摩擦速度的快慢，是否會影響生熱的時間？
- 位置不同是否會影響摩擦生熱的時間？
- 孔徑大小是否會影響摩擦生熱？
- 如何擷取竹子的火絨？

2. 實驗材料:芒草花、竹子、雕刻刀、剪刀、鋸子。

3. 實驗歷程：

(1) 挖孔取聚光點，雙手向下壓來回數次，調整位置、速度以便產生炭火。

(2) 共同討論最適合的方式。



說明：指導老師解說。



說明：指導老師解說。



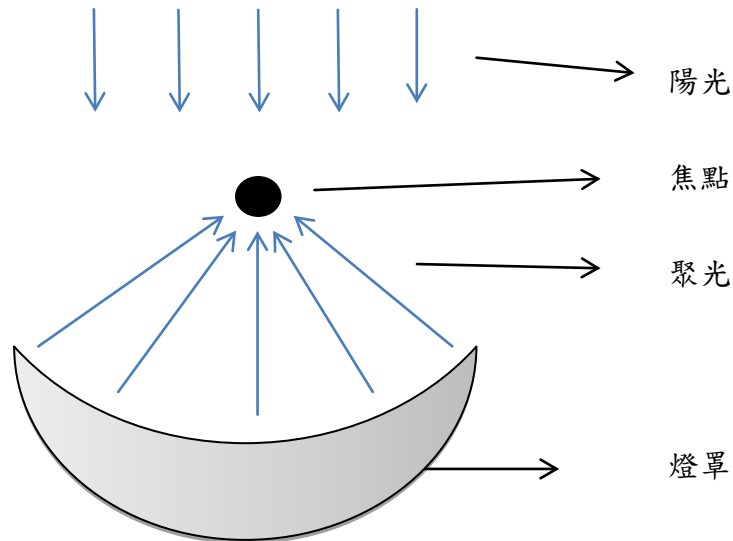
說明：學生實作分享。



說明：學生用心筆記。

4. 研究結果:


- (1) 試過 50 多次摩擦方式，改變姿勢後，由雙手向下壓來回數次，速度分別是由慢至快較容易產生炭火。
- (2) 火絨取得由竹子表皮刮出，即可取得火絨。
- (3) 外側鑽洞，炭火不易集中。
- (4) 此外竹子一定要乾，且竹子軟硬會影響研究結果，內部偏軟較好完成。
- (5) 聚光集中，較易取得熱能，如下圖 6 所示。







***圖 6 聚光取火示意圖，陽光必須直射。**

- (6) 竹片應由內側開孔；孔徑不用太大，開孔過大，孔易變大；需要用鋸子劃一道摩擦路徑，才不會偏離；火絨是刮竹子本身的表皮，來回試過幾次後分析如下表 3。

★表 3: 竹片開孔聚光、取火絨。

正確	錯誤
	
<p>說明: 竹片應由內側開孔。</p>	<p>說明: 破洞不易集中。</p>
	
<p>說明: 開孔至小孔即完成。</p>	<p>說明: 摩擦運動時容易偏移。</p>

正確	錯誤
	
<p>說明：在用鋸子劃一道摩擦路徑。</p>	<p>說明：開孔過大集中孔易變大。</p>
	
<p>說明：可燃物是刮竹子本身的表皮。</p>	<p>說明：芒草不適合做火絨適合可燃物。</p>

七、實驗 5：濃硫酸與方糖脫水反應。

1. 實驗主題：化學反應—認識有機物與無機物。

(1) 應用自然科學原理：化學反應——一個或一個以上的物質，經由化學變化轉化為不同於反應物的產物的過程。

(2) 實驗假設：

- 乾餾法式屬於化學反應還是物理反應？
- 透過乾餾法驗證芒草和棉花是否可以當作火絨？
- 如何分辨有機物與無機物？

2. 實驗材料：芒草根、棉花、濃硫酸、方糖、盤子、打火機。

3. 實驗歷程：

- 採集木棉花與芒草根。
- 講解有機物與無機物的差別。
- 說明乾餾法的實驗。
- 使用濃硫酸及方糖，實作化學反應。



說明：指導老師解說乾餾法。



說明：實驗材料。



說明：採集掉落的木棉花指導老師自行試驗。



說明：芒草根指導老師自行試驗。



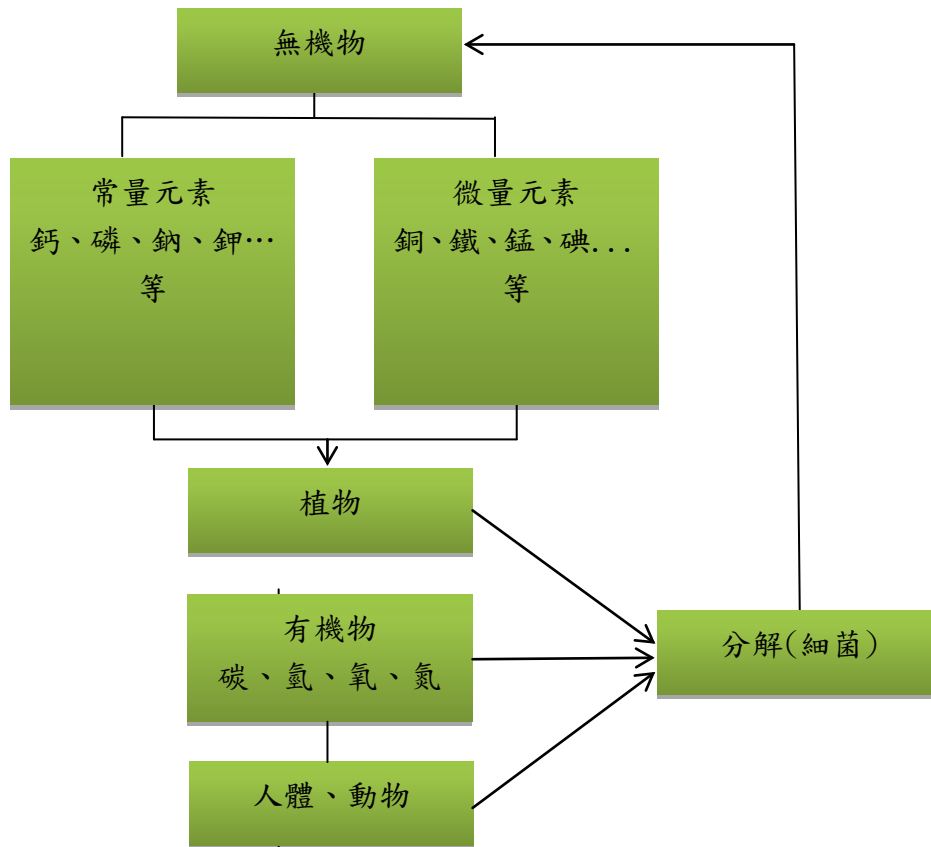
說明：老師說明並示範實驗。



說明：乾餾法實驗結果。

4. 研究結果：

- (1) 有機物與無機物的差別，如下圖 7 可知，有機物由生物體取得，無機物由礦物取得。



*圖 7:有機物與無機物差異

- (2) 乾餾法，又稱碳化作用，是指固體或有機物在隔絕空氣的條件下，加熱分解的反應過程，加熱固體物質來製取液體或氣體產物的一種方式，屬於化學變化。
- (3) 芒草雖然有木質部，曬乾點燃後，表皮會慢慢燃燒，但木質部燃燒過快，易熄滅，如改用細枝點燃，一樣會熄滅。
- (4) 芒草和棉花皆不適合作為引火絨。

八、實驗 6：棉花乾餾。

1. 實驗主題：棉花乾餾做引火絨，礦物石英敲擊實驗。

(1) 應用自然科學原理：

- a. 化學反應——一個或一個以上的物質經由化學變化轉化為不同於反應物的產物的過程。
- b. 乾餾法，又稱碳化作用，是指固體或有機物在隔絕空氣的條件下，加熱分解的反應過程，加熱固體物質來製取液體或氣體產物的一種方式。

(2) 實驗假設：

- a. 棉花是否可用乾餾法，作為火絨物？
- b. 棉花量的多寡是否會影響乾餾的過程？

2. 實驗材料:火箭爐、棉質抹布、打火機、木材、剪刀、小鐵盒。

3. 實驗歷程：

(1) 裁減棉布，擷取適當的量。



(2) 棉布裁剪後，放置火箭爐，烤火使其碳化。

	
說明：實驗材料。	說明：棉質抹布碳化前。
	
說明：棉質抹布完全碳化。	說明：擷取最適量的棉花抹布。
	
說明：乾餾法碳化抹布。	說明：實驗後的烤火小聚。

4. 研究結果：

(1) 棉製抹布量的取捨，決定碳化完全與否。（如次頁）。

(2) 棉花的量不可放太多，約A4紙張的6分之1量即可，因為量多易導致產生碳化不完全的情況發生。

放太多導致碳化不完全	成功碳化
	

- (3) 製作棉花乾餾產生白煙直狀，不可以馬上打開，一打開棉花會直接燃燒。
- (4) 棉花使用為純棉抹布，非木棉花。
- (5) 葉子乾餾成碳，不易點燃。

九、訪問部落耆老 2：春陽部落耆老拉拜、精英村耆老蔡林阿蒲。



1. 採訪主題：賽德克族燧石點火的由來、使用材料及來源。

★採訪提綱：

- (1) 過去族人使用哪種石頭敲打而產生火光？現今在哪裡可以採集得到？
- (2) 過去族人使用哪種植物作為點火的助燃物？現今是否有人種植？或者哪裡還可以發現蹤跡？

2. 訪問地點：春陽部落、廬山部落。

3. 訪問歷程：

	
<p>說明：精英村耆老蔡林阿蒲。</p>	<p>說明：與耆老對談並記錄。</p>



說明：春陽部落耆老拉拜。



說明：春陽部落耆老。

4. 採訪結論：

- (1) 兩位耆老皆說，燧石點火所用的石頭是白色的，石頭一樣叫做 qrari 及 putung 火柴，整句為 qrari putun 跟之前訪問的一樣。
 - (2) 拉拜耆老說明過去族人所用的草，是一種類似棉花的植物。
 - (3) 草的母語為 galiq，國語翻成布料，植物則長在日據時代時期的舊路，現今應可再看到，拉拜耆老也說此種植物往屯原方向找尋應該會有。
 - (4) 蔡林阿蒲耆老說，兩顆石頭敲打產生熱，變很燙之後，草就會燒起來，是一種矮矮的、長長的植物。
5. 採訪後記：與學生來回奔波霧社、春陽等鄰近部落，為了增加實驗的信、效度，卯足全力衝刺，耆老們說的滔滔不絕，學生聽得津津有味，用心做筆記，我想，身為老師兼司機的我，一切都值得，即使花了快四個小時的時間。

十、實驗 7：再現火鏟。

1. 實驗主題：礦物石英敲擊實驗。

(1) 應用自然科學原理：

- a. **火鏟**——一種久遠的取火器物，打造時把形狀做成酷似彎彎的鏟刀，與火石撞擊能產生火星而得名。
- b. **摩擦原理**——摩擦力與相互摩擦的物體有關，摩擦力來自於兩個物體接觸面間的附著力。

(2) 實驗假設：

- a. 石英敲打試驗，是否能打出火花？
- b. 任何鐵器都能和石英敲打出火花？

2. 實驗材料：礦物石英、傳統士林刀。

3. 實驗歷程：

- (1) 說明壓電效應。
- (2) 石英敲擊試驗。
- (3) 石英與傳統士林刀磨擦乾餹點火實驗。



說明：指導老師說明壓電效應。



說明：鐵器的擊石取火。



說明：火鏢與石英互敲，打出火星。



說明：傳統士林刀，須高碳鋼才能打出火星，一般鐵器不易敲擊。

棉花乾餹是目前現代野外求生必要首選



4. 研究結果:

- (1) 石英兩者互相敲打，可產生微弱火光。
- (2) 一般鐵器較難打出火星，需鋼製高碳化。
- (3) 火鏟與石英互敲可打出火星，石英具有壓電性，打擊下去後，鐵屑是極細小的顆粒，所以與氧氣接觸的表面積大大增加，氧化過程可產生大量熱力，足以克服能量在空氣中飄散，甚至可以使鐵屑著火自燃，而這些著火的鐵屑就是火星。
- (4) 目前取的乾餹棉花，而這現代科學火絨，必找出賽德族高山火絨，因已失傳深怕以問不到歷史文獻。

十一、訪問部落耆老 3：廬山部落--精英村耆老、長輩。

1. 採訪主題:打破砂鍋問到底之燧石點火的由來、使用材料及來源。

★採訪提綱:

- (1)過去族人使用哪種石頭敲打而產生火光？現今在哪裡可以採集得到？
- (2)過去族人使用哪種植物作為點火的易燃物？現今是否有人種植？或者哪裡還可以發現蹤跡？

2. 訪問地點:廬山部落-廬山社區發展協會、霧社、平靜。

3. 訪問歷程:

★利用廬山社區發展協會的活動中心召集長輩一同討論，訪問部落長輩、長老和耆老，不僅訪問過程中關懷長輩，還聽到許多珍貴的故事。

★這次一共召集 20 多位本部落的長輩，著實不容易，一一邀請他們到活動中心，那天天氣也很寒冷，感謝他們頂著不到 10 度的氣溫下，還願意撥空一起和我們分享過去所聽到、看到的故事，長輩們你一言、我一句，句句都是精彩的故事，有趣的是，長輩們還會為了不同的觀點「鬥嘴鼓」，看的、聽的我們都覺得很精彩，學生們也認真的記錄一切，著實像一場記者會一樣，精彩可期，最後長輩們還誠心的預祝我們可以勇取「金熊獎」，有了他們的加油、打氣，一股暖心直上心頭！



說明：馬拉松式的訪問鄰近部落耆老。



說明：馬拉松式的訪問鄰近部落耆老。



說明:馬拉松式的訪問鄰近部落耆老。



說明:馬拉松式的訪問鄰近部落耆老。



說明:在廬山社區發展協會與長輩們相見歡~我們要第一名!



說明:祝我得獎好耆老，難能可貴的畫面，謝謝你們。

4. 採訪結論：

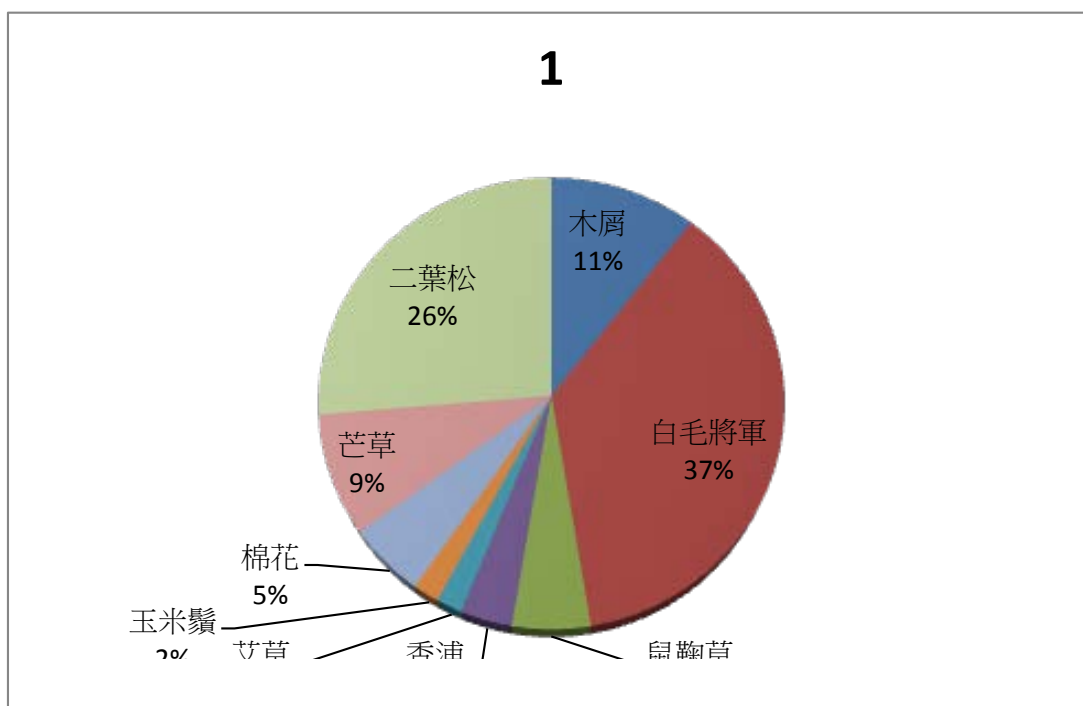
- (1) 賽德克族，都是男人外出打獵，因此點火都是男性。
- (2) 易燃物棉花植物確定是白毛將軍。經查證後發現，白毛將軍為一種藥用植物，生於海拔 1500 公尺以上，可取原野生，早期平地人藥商多數採收，現需要海拔較高的山上才能採取(如:雲海以上地區)。後期改用鼠鞠草，一種同科植物，但缺點是白毛將軍一株點火草的數量，鼠鞠草需要好幾株才能擷取。

- (3) 摘葉子並取棉花，長者們口述鼠鞠草在潮濕氣候亦可點燃。
- (4) 長者們口述，石頭有綠色、黃色、紅色、藍色、白色、黑色，多數說明石頭最好找尋玉髓。
- (5) 長輩口述的打火草及礦物，經整理後統計如下所示：
- a. 打火草：根據 30 位長輩描述打火草植物名稱，有些長輩說出兩種以上，有些是後來族人用來的打火植物如：艾草、香蒲、玉米鬚…等，統計圖表如下表 4、圖 8 所示。

★表 4、長輩口述各類打火草植物，共計 30 名長輩。

打火草	香蕉絲	木屑	白毛將軍	鼠鞠草	香蒲	艾草	玉米鬚	棉花	芒草	二葉松
人數	1	6	21	3	2	1	1	3	8	15

*圖 8 長輩口述各類打火草植物統計圖表，共計 30 名長輩。由下圖可知，白毛將軍比例占大多數。

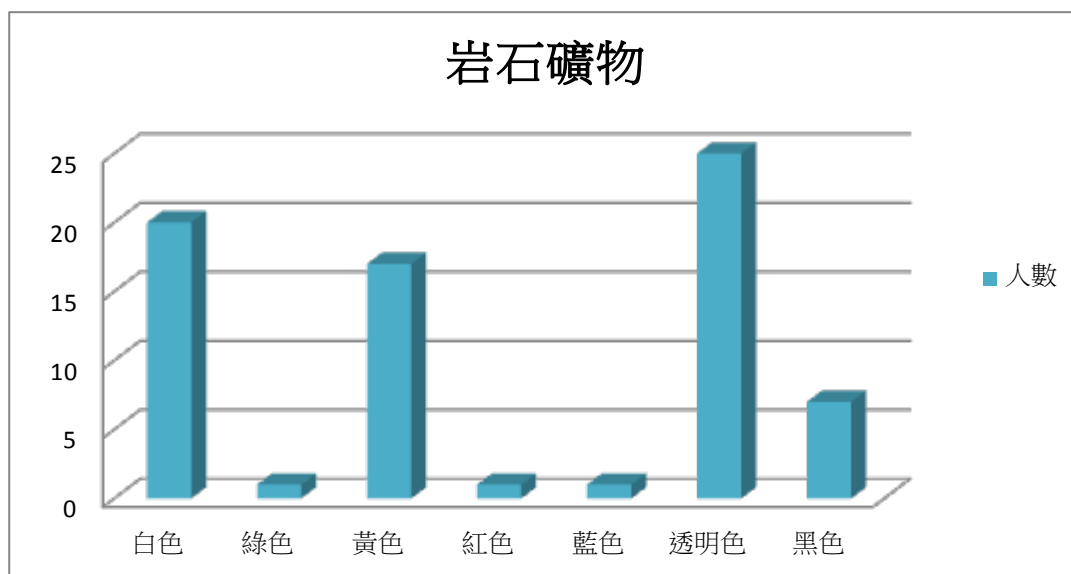


- b. 岩石礦物：根據 30 位長輩描述岩石礦物名稱，有些長輩說出兩種以上岩石礦物的顏色，統計圖表如下表 5、圖 9 所示，由下表亦可得知石頭礦物離不開玉髓... 等礦物。

★表 5、長輩口述燧石點火中所用的岩石礦物，共計 30 名長輩。

岩石礦物顏色	白色	綠色	黃色	紅色	藍色	透明色	黑色
人數	20	1	17	1	1	25	7

*圖 9: 長輩口述燧石點火中所用的岩石礦物統計圖表，共計 30 名長輩，由下圖可知，透明色的岩石礦物比例占大多數。



- 【補充資料】本研究所指的打火草，即為燧石點火裡的火絨，是重要助燃物，根據長輩口述的幾種植物，探究其特性，整理如下表 6-8 所示：

★表 6: 香蕉絲、木屑、白毛將軍、鼠鞠草簡介。

打火草	香蕉絲	木屑	白毛將軍	鼠鞠草
特性	香蕉絲就是用香蕉或者芭蕉的莖桿所製作出來的纖維材料，在植物纖維的分類上是屬於假莖纖維。香蕉絲的纖維特性是具有良好的光澤，它的纖維素很長也很柔軟；材質很輕，具有很好的吸濕性，是很好的火絨材質。	從樹皮中取得樹皮纖維製作火絨，大部分的喬木樹種樹皮纖維都適合拿來製作火絨，如白千層的樹皮、構樹的樹皮、乾燥後的杉木皮、乾腐的朽木...等，都是很好的火絨。	臺灣鼠麴草屬植物中最高大粗壯，且頭花直徑最大者。本種於秋、冬季開花，分佈於海拔 1,000-3,000 公尺，為高山特有种，用作藥材，清朝沿用至今。	一年生草本，植株高 30-90 cm。基部葉早凋；葉線形，4-5 至 0.2-0.7 cm，葉基耳狀，半抱莖。花期九至十一月。冠毛白色，易脫落，分佈於中海拔。

★表 7：香蒲、艾草、玉米鬚、棉花簡介。

打火草	香蒲	艾草	玉米鬚	棉花
特性	<p>多年生，挺水植物，草本，地下根莖粗狀，匍伏於泥中，地上莖直立呈圓柱型。可達 2 米。纖維用作物，常用於點綴園林水池、為製造人造棉及紙張之材料；葉供織蓆。</p> <p>種類可入藥，全草有利尿的作用、南美原住民使用香蒲製成船、編織草蓆、草鞋、草帽等傳統用具的重要材料。</p>	<p>多年生草本，揉之有香氣；葉子羽狀分裂，背面有白絲絨毛；秋季開花，頭狀花序小而多，排成狹長總狀花叢。可當成飲品、做成軟膏葯劑、可製成艾灸，全身九十八處穴道都能施灸，可收養生防病之神效、製成枕頭讓藥草成分緩和釋放，有健身保固之妙。</p>	<p>玉米鬚玉米鬚又稱“龍鬚”，性平，有廣泛的預防保健用途，玉米鬚煮水是非常好的飲品，有利尿、降血壓及血糖之功效。常集結成疏鬆團簇，花柱線狀或須狀，淡綠色、黃綠色至棕紅色，有光澤，略透明，柱頭 2 裂，又開，質柔軟，氣無，味淡。以柔軟、有光澤者為佳。</p>	<p>棉花是世界上最重要的紡織纖維。特性是無限生長習性、喜溫，好光，生長並進時間長，再生能力強。最好的生長環境是土壤肥沃、水氣適中平穩，棉花能至成各種衣物，堅固耐磨，能洗滌並在耐高溫。</p>

★表 8：香蒲、艾草、玉米鬚、棉花簡介。

打火草	芒草	二葉松
特性	<p>芒草是各種芒屬植物的統稱，含有約 15 到 20 個物種，屬禾本科。原生於非洲與亞洲的亞熱帶與熱帶地區。其中一個物種中國芒的生長範圍延伸到了溫帶亞洲，包括日本與韓國。</p> <p>一部分的芒屬植物，如中國芒與巨芒，被應用來作能源作物，以生產生物燃料，主要為酒精。也有一些芒草培養用來作為觀賞植物。更多則以雜草的形式，生存於野外或人工設施周圍。</p>	<p>台灣二葉松為常綠大喬木，樹幹通直且可達 30 公尺，樹皮為灰褐色，縱向深溝裂且呈不規則片狀剝落，枝條呈水平生長，葉深綠色，型態為兩針一束，稍硬質，橫斷面為半圓形，內具二維管束。</p> <p>毬果卵形或長橢圓狀，外部果鱗呈長橢圓狀矩形，鱗背肥厚且略呈菱狀四方形或五角形，鱗臍中央有一鈍尖。二葉松新鮮邊材呈淡黃白色，木質線極細小、不明顯，邊心材區分明顯，心材顏色較深呈黃紅褐色，年輪窄而明顯，具橫向樹脂溝，有樹脂香。</p>

※根據採訪結論、文獻資料及在地現有種植的植物，本次研究終於找出白毛將軍和鼠鞠草(是兩位經歷過日據時代並有上山打獵使用過)作為本次打火草、作為燧石點火的火絨物。

十二、採集體驗 2：採集打火草。

1. 採集主題:打火草-鼠鞠草。

(1)採集目的:

- a. 讓學生採集鼠鞠草，曬乾取棉花。
- b. 測試是否可以作為打火草。

(2) 採集地點:部落母安山路邊。

2. 採集工具: 乾燥機、桶子、篩子。

3. 採集製作歷程照片。

	
<p>說明：鼠鞠草。</p>	<p>說明：修整鼠鞠草。</p>
	
<p>說明：搓揉鼠鞠草。</p>	<p>說明：使用乾燥機烘乾鼠鞠草。</p>
	
<p>說明：使用乾燥機烘乾後成果。</p>	<p>說明:利用鼠鞠草葉末拼字。</p>



4. 採集趣事：

學生實作搓揉打火草覺得很新鮮、有趣，學生也玩起葉末，拼出廬山字樣。

5. 採集結果：



(1) 鼠鞠草經曬乾兩天，很神奇的產生毛茸茸的棉花(如照片 1 所示)。

***照片 1：鼠鞠草乾溼及取出棉花後的比較**

乾溼作為比較	乾燥後極為神奇產生毛茸茸棉花
	

(2) 試用兩種方式整株曬乾與葉子曬乾，兩者皆取棉花，有極大差別，一種好像棉絮，不易點燃；另一種則像棉繩，結成團狀（如照片 2 所示）。

***照片 2：鼠鞠草不同方式曬乾後的比較**

取葉子前綠色	葉子篩出後變白
	

打擊鼠鞠草方式



- (3) 依據耆老說法採用手搓與石頭搗兩種方式，實驗後發現用手搓容易取棉，葉子會呈茶葉末狀篩掉。
- (4) 耆老說過，潮濕天氣也能點燃鼠鞠草，此次使用乾燥機，用 60 度、70 度、80 度、90 度、100 度溫度烘乾，時間限定皆為 1 小時，可發現烘乾 80 度到 100 度的鼠鞠草比較容易點燃，亦可得知取棉絮須乾燥，稍微一點濕氣是可點燃的。(如下表 9 所示)

★表 9：不同溫度的烘乾程度，是否可點燃打火草(用鐵器試打)

時間 \ 溫度	60 度	70 度	80 度	90 度	100 度
烘乾一小時 點燃打火草	不可	不可	可	可	可
點燃火星	不可點燃	不可點燃	火星較大	火星較小	細小火星



十三、採集體驗 3：採集礦物。

1. 採集主題:礦物。

(1)採集目的:

- 讓學生採集礦物，進行燧石點火。
- 測試是否可以作為打火的礦物。

(2) 採集地點:精英溫泉。

2. 採集工具:桶子。

3. 採集製作歷程照片。

- (1) 採集礦物需要仔細觀察，隨處可能都可以發現需要的礦物，所以要蹲下來一顆一顆翻找。
- (2) 因玉髓在部落溪邊難找，因此使用石英替代，也順利的能敲擊出火星。

	
<p>說明：龍紋石、黃鐵礦、黑色片岩、玉髓…等。</p>	<p>說明：黑色片岩可打火(含石英、黑雲母…等礦物)。</p>
	
<p>說明：黃鐵礦。</p>	<p>說明：黃鐵礦。</p>
	
<p>說明：用來打擊的石頭。</p>	<p>說明：晶體又稱為玉髓。</p>
	
<p>說明：用來打擊的石頭。</p>	<p>說明：含銅礦龍紋石</p>

4. 採集趣事：

撿石頭，說實話會上癮，因為不是可以馬上就可以撿到我們想要的，需要花一些時間撿，撿到一顆時，會覺得很有成就感外，還會莫名的興奮，說是像撿到寶的心情也不為過。

5. 採集結果：

- (1) 石英、黃鐵礦、龍紋石最容易採集，然而玉髓需要切割或敲擊。
- (2) 龍紋石乃台灣特有礦產，其原石顏色以青銅色居多，主因為內含豐富的銅礦物，以及多種各樣的礦物質，龍紋石的平均硬度比石英還軟，約 5.5-6，與玻璃的硬度差不多，人類指甲的硬度為 2.5。
- (3) 黑色礦物有光滑表面用鐵器打擊也能產生火星，應該含有黑雲母。
- (4) 礦物敲擊產生的火星是非常微弱，使用方法是用一般石英敲擊黃鐵礦與龍紋石，皆能產生火星，網路搜尋西方國家有白樺木，極易燃的硬菇當引火物，但台灣未有生長這種植物，所以微弱火星鼠鞠草絕對是不能引火的。過濾掉日誌 11 所呈現的打火草，去掉鐵器時期的引火物剩下二葉松、木屑，去除掉原因依據香蕉絲、艾草、玉米鬚高山未生長，香蒲、芒草、棉花又屬可燃物，白毛將軍及鼠鞠草引火需火星較大，能接觸的微弱火星不太可能，固剩下二葉松、木屑，或許之前所看過的科學小原子山棟枯木可以點燃。
- (5) 已得知鐵器敲擊石英會產生火花，黃鐵礦與鐵器敲擊、龍紋石敲擊也會產生火花。

● 【補充資料】

本研究所指的礦物，即為燧石點火裡的燧石，礦物與礦物摩擦生熱，敲擊會產生火星，點燃火絨，進而完成生火。燧石俗稱火石，主要由隱晶質石英組成。石英的種類有很多，自古以來石英被廣泛用作製作珠寶和硬石雕刻，尤其在歐洲和中東地區。純潔的石英能夠讓一定波長範圍的紫外線、可見光和紅外線通過，具有旋光性、壓電效應和電致伸縮等性質。石英的完整晶體產於岩石晶洞中，塊狀的產於熱葉脈礦中，粒狀的則是花崗岩、片麻岩和砂岩等各種岩石的重要組成部分。

除了燧石之外，本研究依據耆老與長老們口述文獻中了解，過去族人所使用的礦物，不僅僅只有燧石，另有像玉髓、黃鐵礦、瑪瑙、石英、藍鐵礦、孔雀石...等礦物來點火，因此根據長輩口述的幾種礦物與本次所找到的礦物，探究其特性，整理如下表 10-1、10-2 所示：

表 10-1:長輩口述與結合在地資源的礦石

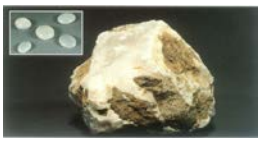




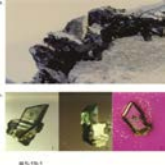

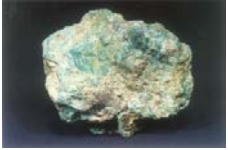
名稱	玉髓	燧石	石英	龍紋石
圖片				
化學成分	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂
產狀	<p>產於安山岩質集塊岩中，受熱液上昇侵入不規則裂罅中之充填物。主要受火山活動區域之熱液上昇至淺處時其溫度與壓力下降，使二氧化矽產生淋濾作用，轉化成隱晶質之玉髓；亦有透過非均勻結晶過程，侵入不規則之褶皺或裂隙中。</p>	<p>賦存於石灰岩之裂隙或薄層狀之凝灰質沉積物，受矽質溶液置換而形成，為海棲動物之化石材料，往往含有矽藻之遺骸，時混有碳酸鈣及有機物。</p>	<p>呈脈狀、塊狀、砂狀，常見於偉晶花崗岩、石英脈或礦脈的脈石，亦常見於酸性火成岩、變質岩、沉積岩中，且常於熱液礦脈中以脈石和金屬共生。</p>	<p>龍紋石的特點就是金、玉、石與共。石質的部分經琢磨後，可產生出，深綠，棕紅，深橙的美麗色澤。金屬的部分經琢磨後，可產生出鈦銀，金銅等色。玉質的部分經琢磨後，可產生出翠綠，乳白、琥珀等色。因為金屬在經過琢磨後，可展現不同的金屬線條與石玉鑲嵌，閃閃發亮，顧稱龍紋。</p>
特性	<p>隱晶質，比重 2.58~2.64，含水量較石英低。於顯微鏡下常呈放射纖維狀，有蠟狀光澤，透明至半透明，時有粒度或透明度不同的帶狀構造。</p>	<p>石髓之一種，為非晶質及結晶質矽酸之混合物，色灰黑、灰褐、褐黑。外表為結核、板、層狀，半透明，表面往往有白色之矽酸鹽被膜，結核中常含有有機物，蠟狀光澤，硬度 6.5~7，比重 2.60~3.65。化學性穩定，可溶於氟化氫但不溶於其他酸類，較石英易溶於苛性鹼。</p>	<p>由二氧化矽單獨形成的礦物，地殼中石英的含量約為 12%，僅次於長石族礦物的含量。硬度 7，比重 2.65，斷口貝殼狀，具脆弱性，玻璃光澤，白色至無色透明。含各種金屬雜質時呈現各種顏色，具壓電性及熱電性。</p>	<p>龍紋石乃台灣特有礦產，其原石顏色以青銅色居多，主因為內含豐富的銅礦物，以及多種各樣的礦物質，龍紋石的平均硬度比石英還軟，約 5.5~6，與玻璃的硬度差不多，人類指甲的硬度為 2.5。</p>

表 10-2: 長輩口述與結合在地資源的礦石

名稱	瑪瑙	藍鐵礦	黃鐵礦	矽孔雀石
圖片				
化學成分	SiO ₂	Fe ₃ (PO ₄) ₂ · 8H ₂ O	FeS ₂	CuSiO ₃ 2H ₂ O
產狀	<p>在火成岩的晶洞中，從水溶液沉澱而成。晶洞中心常伴有美麗的透明晶簇，甚至有水或氣泡，本身顏色變化極多，其內部亦常夾有其他礦石。</p>	<p>此礦物在臺灣常與泥煤共生，因其在潤濕時為無色土狀物或微細晶體，故在野外潤濕的岩層中不易發覺，但此礦物在空氣中乾燥後會氧化，而呈現灰藍色之粉末狀附著物。</p>	<p>有塊狀、散粒狀、腎狀、葡萄狀等，係一種最常見之硫化礦物，可在各種溫度形成，故火成岩、沉積岩、變質岩均含有。金瓜石金銅礦床中含量最多，與金、銅等礦物共生。</p>	<p>矽孔雀石為各種銅礦，如黃銅礦，黝銅礦變成的次生礦物。一般淺綠色或淺藍綠色的含水矽酸銅經常產在銅的氧化帶，常和石青及孔雀石伴生。本省壽豐之矽孔雀石成薄殼狀，賦存於磁鐵礦富集之次生礦床。</p>
特性	<p>屬隱晶質，重 2.62~2.64，硬度 6.5~7，具多孔性，解理不明顯，於顯微鏡下有結晶質構造。呈縞狀或帶狀，各層顏色可能不同，帶紋呈平行，但亦有波狀或不規則線狀，可呈白、淡至暗褐或青灰色，一般苔紋瑪瑙含有明顯之包裹物，而呈樹枝狀或苔紋狀。</p>	<p>藍鐵礦屬單斜晶系，晶癖為沿c軸伸長之柱狀體，集合體呈放射狀、球狀或土狀，硬度小（1.5~2），比重 2.68。當其原初在還原環境中生成時為白色至乳黃色，但暴露空氣中會漸漸轉成藍色至暗藍色，依氧化程度而異。</p>	<p>正八面體、五角十二面體的結晶，硬度 6~6.5，比重 5.0~5.2。具金屬光澤，不透明，呈淡銅黃色，黑色條痕，並有熱電性和順磁性，不溶於鹽酸，但粉末可溶於濃硝酸等為其特性；黃鐵礦常被誤認為黃金，故俗稱“愚金”。</p>	<p>為一種含水的銅矽酸鹽礦物，隱晶質，無解理，呈貝殼狀斷口，硬度 2~4，比重 2.0~2.4，條痕為白色，通常呈綠色或青色，半透明至不透明，玻璃或土狀光澤。可供作寶石的矽孔雀石經常夾有石髓，所以硬度較大。</p>

十四、實驗 8：史前生活——再現燧石點火。

1. 實驗主題：燧石點火。

(1) 應用自然科學原理：

- 火鏟**——一種久遠的取火器物，打造時把形狀做成酷似彎彎的鏟刀，與火石撞擊能產生火星而得名。
- 摩擦原理**——摩擦力與相互摩擦的物體有關，摩擦力來自於兩個物體接觸面間的附着力。

(2) 實驗假設：

- 賽德克族燧石點火，製作竹片鐵結合打火草，是否能點火？
- 了解史前時代燧石點火之礦物，龍紋石、黃鐵礦、石英... 等，是否能打出火星？
- 櫻花樹、樹舌、二葉松、迷迭香、五葉松、台灣松、山枇杷、鹽膚木、香蕉莖、檫木皮、龍柏、肖楠、楓樹、腐爛枯木、艾草、小塊漂流木、苔蘚、薰衣草、溝樹... 等植物，是否真能作為打火草？

2. 實驗材料：礦物、櫻花樹、樹舌、二葉松、迷迭香、五葉松、台灣松、山枇杷、鹽膚木、香蕉莖、檫木皮、龍柏、肖楠、楓樹、腐爛枯木、艾草、小塊漂流木、苔蘚、薰衣草、溝樹。(如下表 11 所示。)

			
說明：鹽膚木	說明：山枇杷	說明：櫻花樹	說明：樹舌(靈芝)
			
說明：櫻花樹樹皮	說明：溝樹樹皮	說明：龍柏樹皮	說明：檫木樹皮

3. 實驗歷程：

- 各類礦石敲擊實驗。
- 各類打火草試驗。
- 完成燧石點火。



說明：講解礦物打擊方式。



說明：採集腐木。



說明：磨碎的腐木。



說明：香蕉莖。



說明：迷迭香粉末。



說明：指導老師不斷嘗試礦物擊石點火而長繭破皮。



說明：礦物取火真的太難的，試一個禮拜才讓火絨點燃(如影片)，研究人員就先學會鼠鞠草取火。

4. 研究結果:

- (1) 鐵片敲擊能產生較多火星，礦物打擊龍紋石產生微弱火星；黃鐵礦若用力敲擊會產生較大的火星。
- (2) 曾有文獻指出賽德克族取火不易，指導老師嘗試過二葉松、迷迭香、五葉松、台灣松、山枇杷、鹽膚木、香蕉莖、櫟木皮、龍柏、肖楠、楓樹、腐爛枯木、艾草、小塊漂流木、苔蘚、薰衣草、溝樹...等植物，發現最容易點燃的是腐爛枯木，但若與礦物一起，微弱的火星還是不易點燃。
- (3) 黃鐵礦與黃鐵礦敲擊不會產生火花，要與石英母一起才會有火星。
- (4) 國外有研究指出使用白樺茸可以輕易產生火星，台灣則有牛樟芝，但因時間上的考量以及植物為台灣保育類的關係，所以僅提出想法而未能執行。
- (5) 礦物與礦物敲擊指導老師花 60 多小時以上才打擊成功，火絨為鼠鞠草並將鼠鞠草乾燥後反覆試驗，並讓指導老師記起長輩說過要在太陽下取火較容易。

十五、實驗 9：薪火相傳-成果展現。

1. 實驗主題：薪火相傳-成果展現。

- (1) 應用自然科學原理：
 - a. 將摩擦係數降低，鐵片改薄片，因礦物敲擊為微弱火星。
- (2) 實驗假設：
 - a. 集中火絨是否能讓學生點燃？
 - b. 在太陽下敲擊，測試火絨溫度，是否可以點燃？
 - c. 溫度、溼度是否為影響點燃的關鍵因素？

2. 實驗材料：石英、黃鐵礦、竹片、竹子引火物。

3. 實驗歷程：

- (1) 製作竹鐵片。
- (2) 製作引火物
- (3) 成果發表-完成燧石點火。
- (4) 成果展現(順便表演鑽木取火指導老師研究前已會)。

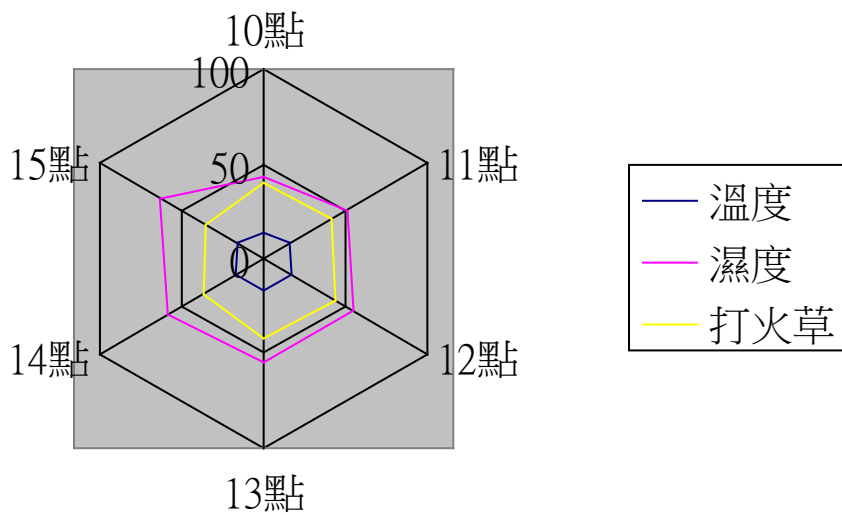
4. 研究結果:

- (1) 使用竹鐵片增加與手的握合，竹子重量又可讓敲擊更多火星。
- (2) 皇天不負苦心人，終於在海拔 1600 公尺以上的山坡地發現白毛將軍。
- (3) 引火物讓鼠鞠草集中，拿在手上敲擊容易掉落。

(4) 發現濕度影響火絨，濕度高不容易點燃指導老師，關鍵是要在大陽底下(11點至 13 點)取火會變得非常易燃，受光照草的溫度約要 40 度以上。(分析如下表 12、圖 10)

*表 12 不同時間、不同濕度下打火草點燃程度(4/1 實驗當天溫度為主)

時間	10 點	11 點	12 點	13 點	14 點	15 點
溫度	14°C	16°C	17°C	17°C	17°C	16°C
濕度	43%	50%	55%	55%	58%	63%
打火草溫度	39	41	43	42	37	36
打火草可否點燃	否	可	可	可	否	否



★圖 10: 三角溫度分布圖

說明:由三角溫度分布圖看，濕度若減少，打火草較容易點燃，由表 11 亦可得知太陽較大時，打火草比較容易接住微弱火星；10 點時，由圖表可知，雖然打火草接近燃點，但燃點還是不夠，因此無法點燃。

(5) 長輩說明以前取火也都是大人，讓學生取火成功在本族也是創舉。



說明：學生賣力的製作專屬竹鐵片。

說明：替自己的竹鐵片綁上麻繩。



說明：製作完成的竹鐵片。



說明：海拔 1600 公尺的登山口找到蹤跡。



說明：白毛將軍。



說明：辛苦採集到的白毛將軍。



說明：火絨物-鼠鞠草。



說明：使用溫度計測量鼠鞠草溫度。



說明：與白毛將軍合影



說明：我們的研究成果。



說明：薪火相傳—波瓦倫研究團隊。

四、 研究結論

一、 文獻探討可得知：

1. 賽德克族過去也屬用火的族群，亦證明賽德克族不吃生食。
2. 賽德克族燧石點火的由來是根據繡眼畫眉的傳說故事。繡眼畫眉是賽德克族中規範的依歸，委託烏鴉和紅嘴黑鶉尋覓火之源，成功尋找火之源之後，族人就懂得利用燧石點燃火源，從此族人不生吃食物，也不擔心傳染病肆虐了。
3. 火是族人必備的物質。不管是上山狩獵、祭典、取暖等，都需要靠火來完成。族人打獵之前，前一晚一定要起火（火不能滅），滅了獵不到獵物；狩獵祭，狩獵季節每年 10 -11 月舉行，選一座中小型山林或部份腳下點火圍燒，讓棲息覓食於該山林的獸類，因火勢向外逃竄，獵者隱身在火圈外以逸待勞，進行圍獵；早期房子會起灶火，天冷保暖用。
4. 人類從猿到人轉變的決定性的一步是使用岩石製作的工具。因此，人類的第一個文明時期被稱為石器時代。
5. 燧石點火關鍵要件，就是以能夠找到容易接火的火絨為先決條件。燧人氏發明鑽木取火後，人們只知道用火，卻不會保存火種。在因緣際會下，祝融發明了“擊石取火”，使人不再為保存火種發愁，因火又是紅色的，所以後世人都把祝融稱為“赤帝”。

二、 訪問部落、鄰近部落耆老、長老和長輩，共計 30 名，可得知：

1. 賽德克族及泰雅族的家中，火是不可熄滅的；尤其男人外出打獵的時候，火若是熄滅，則有不祥之事發生；族人使用打火石時，會配合芒草一起使用。
2. 過去族確實有使用礦物敲擊取火，亦有使用打火草做為火絨物，拉長燃燒時間。
3. 族人燧石點火，是使用兩顆石頭敲打產生熱，變很燙之後，會搭配一種矮的、長長的植物，讓草燒起來。
4. 長輩描述打火草植物名稱，有艾草、香蒲、玉米鬚香蕉絲、木屑、白毛將軍、鼠鞠草、棉花、芒草、二葉松…等。
5. 長者們描述，礦物顏色有綠色、黃色、紅色、藍色、白色、黑色，多數說明石頭最好找尋玉髓。
6. 目前可在登生口附近採集到白毛將軍，至於礦物則可在菁英溫泉尋找。
7. 以前取火也都是大人，讓學生取火成功在本族是創舉。

- 三、 在採集的體驗中，可得知，學生對於所有的體驗都感到新鮮有趣，不管上山尋找植物，或下海尋找石頭，都是樂此不疲，找尋的過程中也能感受到學生用對於此次研究的認真，大家邊做研究、邊聊天，感情也變好了呢！
- 四、 研究歷程中可得知，所應用到的**科學原理**有：
1. **物質燃燒原理**：燃燒是物體快速氧化，產生光和熱的過程。燃燒的本質是氧化還原反應，燃燒需要三種要素並存才能發生的燃點實驗。
 2. **熱的傳導**：是固體和固體之間的熱流動，是固體的一個分子向另一個分子傳遞動能的結果。
 3. **摩擦原理**：摩擦力與相互摩擦的物體有關，摩擦力來源於兩個物體接觸面間的附著力，但摩擦力大小與接觸面積大小幾乎無關。
 4. **化學反應**：是一個或一個以上的物質，經由化學變化轉化為不同於反應物的產物的過程。
- 五、 經由**物質燃燒**實驗，可得知：(1)不同中心點的位置，會影響燃燒。(2)在過程中只有冒煙，並未產生火光或火花。
- 六、 經由**熱的傳導**實驗，可得知：(1)芒草花燃點低，不適合做為火絨，點燃不易。(2)一般太陽日照較強的時間點在 10 點至 14 點間，燈罩聚光在中午是最好點燃產生火光或煙的時段。(3)使用夾鏈袋聚光因使用寶特瓶採集聚光，不太好聚光，不容易讓光產生熱能。
- 七、 經由**摩擦原理實驗火炬法**，可得知：(1)姿勢和速度會影響產生炭火快慢。(2)外側鑽洞，炭火不易集中。(3)竹子一定要乾，且竹子軟硬會影響研究結果，內部偏軟較好完成。(4)聚光集中，較易取得熱能。
- 八、 經由**摩擦原理、熱的傳導**實驗，可得知：(1)摩擦可以產生熱之外，摩擦可使物體產生帶電，並使正負極重新排列。(2)石頭生火需藉由摩擦原理產生火花。
- 九、 經由**化學反應-濃硫酸與方糖脫水反應實驗乾餾法**，可得知：乾餾法是指固體或有機物在隔絕空氣的條件下，加熱分解的反應過程，屬於化學變化。
- 十、 經由**化學反應實驗棉花乾餾**，可得知：(1)棉製抹布量的取捨，決定碳化完全與否，適宜的量約 A4 紙張的 6 分之 1。(2)製作棉花乾餾產生白煙直狀，不可以馬上打開，一打開棉花會直接燃燒。
- 十一、 經由**摩擦原理實驗火鍊法**，可得知：(1) 石英兩者互相敲打，可產生微弱火光。(2)一般鐵器較難打出火星，需鋼製高碳化。(3)火鏟與石英互敲可打出火星，石英具有壓電性，打擊下去後，鐵屑是極細小的顆粒，可產生大量熱力，產生火星。

十二、 **再現燧石點火**，利用**火鍊及摩擦原理**，燧石取火真的相當不簡單，除了手要不斷地敲擊礦物外，還要擔心是否能順利產生火星，不僅手都打到破皮長繭，還要擔心是否真能呈現過去族人的智慧。如果要再一次實驗，展現燧石點火，還是寧願選擇鐵器。

十三、 **薪火相傳-成果展現**。皇天不負苦心人，終於在海拔 1600 公尺以上的山坡地發現白毛將軍，發現使用自製竹鐵片可以增加與手的握合，竹子重量又可讓敲擊更多火星，使用自製引火物讓鼠鞠草集中，不易掉落，不斷測試後發現濕度影響火絨，濕度高不容易點燃，在大陽底下取火會變得非常易燃，也發現受光照後的打火草的溫度約要 40 度以上較易點燃。

【後記】心得感想：

這一次的實驗，對整個團隊或部落來說是非常珍貴的研究結果，因為連原住民族委員會有關賽德克族鑽木取火及燧石點火皆指出文獻不可考，也因為這句話讓人更感好奇，過去族人到底是怎麼取火的，也展開我們一連串辛苦的研究旅程。從燃燒三元素讓研究團隊有基本的自然科學知識，到國中課程-有機物及無機物，因小學還沒學習到化學元素，所以指導基本觀念讓學生可以有概念進而實驗、推論，對於學生才有實質成效；後續尋找賽德克族的打火草的過程更是艱辛，資料報告呈現 30 位訪問長輩，因有學生參與，焦慮的指導老師花了相當多時間探訪仁愛鄉各個賽德克族部落，連中原、清流、新生...等都一一訪談，不放過任何資訊，眾說紛紜，主要關鍵由部落長輩指出，打火草長得，草生長於岩壁，原本辦理保險要前往奇萊山尋寶，後因長輩口而相傳指出日據時代還有兩位 90 多歲的耆老還存活著，而這兩人又使用過打火草的經驗，著實令人振奮不已，並急切前往拜訪，得知打火草為白毛將軍及鼠鞠草，一切辛酸都停留在那一刻，覺得再辛苦都值得。之後在部落附近到處尋找、採集打火草，且試打火草燃點程度，打擊時需要一些技巧，下雨天須將打火草搓熱才能點燃；太陽下會較易燃，而耆老指出以前打火都是成年人，若是像學生這樣的年紀也點燃起來，是一個創舉！像是把賽德克族文化也點燃了，但只可惜礦物及礦物取火，指導老師花了兩個禮拜，不斷的嘗試，手破皮、長繭、破皮、長繭，仍想要找出最佳的取火點，最後雖可點燃打火草，但機率真的太低了。現在回頭看來，真的是辛苦的歷程，有甘苦、有收穫。這份成果報告書有如黃金屋，裡面有著挖不完的寶藏，希望此研究報告書能作為部落文化資產，廬山社區發展協會也會將這一次研究歷程開班授課，指導部落居民、學生，未來將成部落文化資產，不只給遊客們體驗，也讓部落世世代代的居民延續這份感動，延綿不絕，薪火相傳。

陸、 參考文獻

1. 郭明正，2008。由日治文獻及當今部落耆老的口述歷史初構賽德克族的口傳歷史。
<http://www.knowlegde.ipc.gov.taipei/ct.asp?xItem=659930&CtNode=7359&mp=c b01>，台灣原住民知識網。
2. 台灣主要礦石與岩石。<http://gis.geo.ncu.edu.tw/mineral/mineral.htm>。
3. 漫談礦物用途。
<http://digimuse.nmns.edu.tw/da/collections/gg/m0/ex/0b00000181f4c785>，數位典藏學術研究資源網。
4. 岩石與礦物的差別。
<http://scienceede.pixnet.net/blog/post/22396512-%E5%B2%A9%E7%9F%B3%E8%88%87%E7%A4%A6%E7%89%A9%E7%9A%84%E5%B7%AE%E5%88%A5>，花爸科學教育網。
5. 史前時代的台灣。
<file:///C:/Users/user/Downloads/%E7%AC%AC%E4%B8%80%E7%AB%A0%E5%8F%B2%E5%89%8D%E6%96%87%E5%8C%96%E6%BC%94%E9%80%B2.pdf>。
6. 嚴新富，2013。植物園的臺灣原住民民族植物系列(二)-山枇杷。
<http://web2.nmns.edu.tw/PubLib/NewsLetter/102/313/a-4.pdf>，國立自然科學館，館訊第 313 期。