

# 第五屆原住民華碩科教獎

## 研究成果報告

團隊編號：2013022

主辦單位：華碩文教基金會

國立清華大學

行政院原住民族委員會

原住民族電視台



# 第五屆 原住民華碩科教獎

## 作品說明書

國小組

主題:打鐵趁熱



### 摘要

有一天下課時，老師請我們到辦公室，問我們有沒有興趣去認識一下打鐵的故事，因為銅門村最有名特色的就是村內林立的打鐵店，而我們生活在其中卻不瞭解這些有趣的故事，當下我們聽了都很開心，

也產生了濃厚的興趣。

第一次去到了鐵匠家，我們就像好奇寶寶一樣的東張西望，對於鐵店裡的一切充滿好奇心，首先，鐵匠叔叔先跟我們講解打鐵的過程，之後，他說要現場打一把刀給我們看，我們聽了雀躍不已。

製作刀的過程非常辛苦，必須先把粗胚放進一千多度的火裡頭燒到通紅，使鋼軟化後，再拿出來用機器敲打成刀的形狀，且要適時的用水來快速冷卻刀子，而後再反覆這些步驟。在這過程中用水將鐵快速冷卻下來的步驟，叔叔說叫作「淬火」，是決定一把刀子好壞的關鍵呢！鐵匠叔叔又說，在以前沒有機械幫忙的時代，這個工作可都是要用手拿鐵鎚一槌一槌的敲打出來，長久下來鐵匠們的手都會受傷的，哇！真辛苦。

有了刀的形狀之後，接下來就是準備要打磨了，一把刀要從粗胚磨到光亮可不是這麼簡單的工作，這過程需要一顆細膩的心與豐富的經驗，看到叔叔在砂輪機前那認真磨刀的神情，和他剛剛在火爐前揮汗如雨的樣子，真的，我們深深的覺得這是一件不簡單的事。

刀子磨好了之後最後就是刀柄與刀鞘的製作了，除了刀體本身的形態外，這最後兩樣功夫就最能表現出各家刀房的特色所在了，隨著社會不斷的變遷，叔叔告訴我們刀柄與刀鞘的設計也要不斷的創新來迎合消費者的口味，正是所謂的紅花要有綠葉襯，再好的刀也是要賦予他一個有生命力的外表，鐵匠叔叔說的真是有道理呀！

整把刀的製作過程讓我們看得是收穫滿行囊，最後鐵匠叔叔問我們有沒有問題，我們想了一想，提出了一個問題，既然叔叔說淬火是決定一把刀好壞的關鍵，那麼其中是不是有特別需要注意的事情呢？叔叔想了想，告訴我們說，他的長輩把技術傳授給他的時候一再的告誡他，打鐵的時候，淬火的水一定要用家裡的山泉水，不可以用自來水或是其他的水，或許這裡是最關鍵的地方，要我們好好思考一下，有了叔叔的提示，經過團隊成員的討論，這個實驗的架構就這樣大致成形了。

## 壹、研究動機

經過了多次的參訪及與鐵匠叔叔的互動與交談，我們發現打鐵是一門相當高深的學問，從材料的選擇開始，直到最後的成品出現，每一個環節都不能馬虎。而叔叔在製刀的過程中提醒我們淬火這個步驟的重要性，尤其是長輩交代關於冷卻用水的部分，為什麼一定要使用家裡的山泉水？自來水不行嗎？或是其他的水不行嗎？這個疑問促成了我們開始研究淬火過程中，「水」所扮演的角色。

## 貳、文獻探討

既然我們決定以「水」來當作我們研究的目標，淬火這個過程就一定要先了解，老師先讓我們上網去查資料，我們在網路上面找到這樣一段文字「淬火是使鋼強化的基本手段之一，將鋼淬火成馬氏體，隨後回火以提高韌性，是使鋼獲得高綜合機械性能的傳統方法。為了充分發掘鋼的強度，必須首先使鋼完全轉變成馬氏體，即必須以足夠快的速率冷卻，避免奧氏體在淬火過程中分解成鐵素體、珠光體或貝氏體一類組織、這一速率稱為臨界冷卻速率、一般也稱作臨界冷卻速度。有些高合金鋼如沉澱硬化型不鏽鋼(17-7PH 鋼等)，或有色金屬如硬鋁合金(Al-Cu-Mg 系合金)等，也都進行類似淬火的快冷處理，它們的目的是為了把高溫相(分別為奧氏體和固溶體)保持到室溫，其呈過飽和狀態，後需另通過時效處理才能使材料硬化，類淬火稱為固溶熱處理。

從工藝的角度出發，火溫度和淬火介質的選擇，影響淬火效果的重要因素，這些都取決於鋼和合金的性質。鋼的性質而言。在淬火中形成馬氏體的能力取決於鋼的臨界冷卻速度(鋼的淬透性)。鋼的淬透性則是由奧氏體的成分和其他一些因素，奧氏體晶粒度、合金元素在奧氏體中分布的均勻程度等決定的。鋼的淬透性至關重要，是選擇淬火工藝參數的重要依據。」

老師要我們試著把這段文字反覆的讀個一兩遍，但是因為我們還小，這段說明對我們來說實在是太深奧的，所以我們向老師求救，恰巧學校的替代役哥哥是台灣大學材料工程研究所畢業的，所以老師就

安排了一堂淺顯易懂的課程，讓我們瞭解了淬火的原理。

原來鋼鐵的硬度和鋼鐵中碳原子還有鐵原子排列的情形有相當大的關係。純鐵的材料中，是由一顆顆排列整齊的鐵原子所組成，當受到外力時，容易會產生移動，而被破壞，因此較為柔軟，而鋼鐵即是在排列整齊的鐵原子中加入碳原子，當在排列整齊的鐵原子裡面插入了碳原子時，碳原子會阻礙鐵原子的移動，因此當受到外力的時候，鐵原子比較不容易移動，而增加材料強度。

在一般的情況下，鋼鐵中鐵原子和碳原子的含量和排列情形，會影響鋼鐵的硬度。在打鐵的過程中，提高到一定的溫度會使鋼鐵中的鐵原子較易移動，碳原子可插入空隙中，而後鋼鐵在淬火這個步驟，快速冷卻下來，此時碳原子會留在鐵原子的間隙中，阻礙鐵原子的移動，使材料強度提高，這樣一說我們就懂了，難怪鐵匠叔叔要一直重複把鐵燒紅，然後敲打，再用水冷卻。

#### 參、 研究目的

- 一、 認識山刀製作的歷史。
- 二、 了解山刀製作的過程。
- 三、 了解各族山刀的特色。
- 四、 探究製作一把鋒利山刀的秘訣。
- 五、 探討銅門村打鐵產業的創新與未來。

#### 肆、 研究設備及器材

- 一、 製刀的鐵材(卡車避震器的鋼板或切割大理石的鋸片)
- 二、 製刀的工具(火爐、砂輪機)
- 三、 淬火冷卻用的水(山泉水、逆滲透 RO 水)

#### 伍、 研究過程與方法

### 5-1 認識山刀製作的歷史及各族山刀的特色

#### 5-1-1 銅門山刀製作的歷史

此次研究，我們去到了位於銅門村的連茂鐵店，以下引用連茂鐵

店的簡介說明：「連茂鐵店~源自第一代的祖先(Losin. Lolon)，因荷蘭人至日本人統治期，習得鍛刀技術；當時製刀是耗時又耗力，沒有機器的工作下，以人力須要七天的工作天始可完成！時至傳到第五代(Losin. Zelo)，仍承繼祖先的傳統工法，並陸續引進新的打鐵機器融合傳統的技術打造成實用的刀器~進而在民國八十二年登立營利事業，成立了連茂鐵店。」

### 5-1-2 各族山刀的特色

連茂鐵店第五代傳人 Losin. Zelo 走訪台灣各原住民族部落，研究各族用刀之精髓，融合改良之打鐵技術，製作出一把把各具特色的好刀。各族特色山刀簡介如下：

	
<p>德魯固族:德魯固族最傳統的製法，刀鞘及刀柄均用藤編製，刀身微彎，刀柄與刀身大致呈 15 度角，以利突刺使用。</p>	
	
<p>阿美族:阿美族用刀的刀身平直，直至刀尖上揚。劈柴、殺魚、殺豬都好用。</p>	



賽夏族、鄒族:居住於阿里山一帶的賽夏族與鄒族用刀，刀刃如於魚肚一般，適合宰割禽、獸。



賽德克族:因電影賽德克巴萊影響，賽德克族用刀聲名大噪，各族間就屬賽德克族用刀刀身最彎，且因出草的習俗而帶有神祕的色彩。



泰雅族:泰雅族用刀，刀身平直，與阿美族不同的是其刀尖角度順勢下切，砍、劈或刺殺都適合。



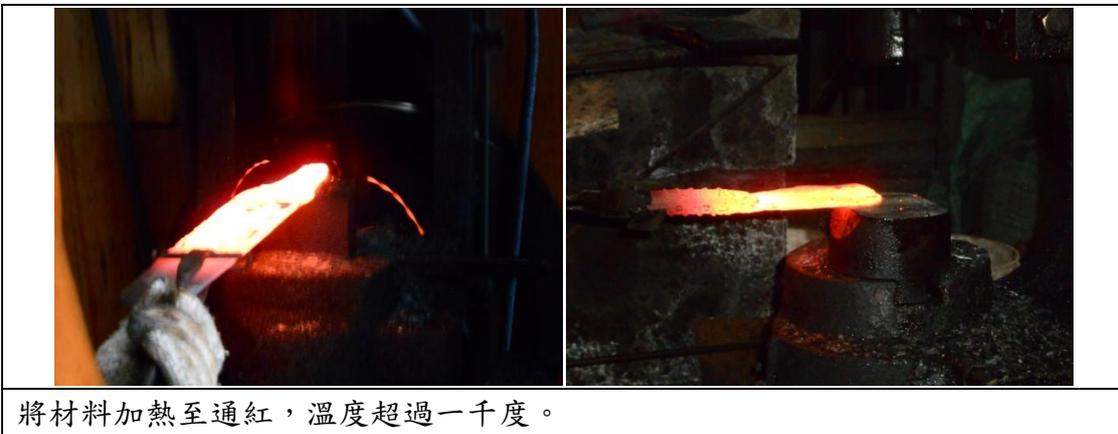
排灣族:排灣族用刀刀身微彎，刀尖形似於阿美族用刀，宰殺禽、獸都適合。

## 5-2 了解山刀製作的過程

### 5-2-1 材料選擇



### 5-2-2 鋼鐵加熱



### 5-2-3 反覆敲打



#### 5-2-4 敲打成型



反覆數次的敲打與加熱刀子漸漸成型。

#### 5-2-5 焯火



成型後開始進行焯火，這是一把刀好壞的關鍵，冷卻用水傳統上用的是山泉水。

#### 5-2-6 整平



一邊焯火，一邊要手工用鐵鎚把刀型整平，以利後續的作業。

## 5-2-7 磨製成型



完成淬火的刀身，接著用砂輪機把刀型磨到完整的形狀，毛邊修整掉，最後將刀磨出來，依據需求決定開鋒與否。

## 5-2-8 裝飾



最後將完成的刀身裝上刀柄，一把刀就完成了，後續還有刀鞘的製作、裝飾等等。

## 5-3 打鐵時使用不同水淬火的比較實驗

### 5-3-1 實驗步驟

1. 選用同樣的材料製作用以製作兩把刀。
2. 兩把刀皆用相同的製作過程，僅在淬火的步驟，選用兩種不同的水作為淬火用的冷卻水，用山泉水的為實驗組，用 RO 逆滲透水的為對照組，其他變因皆相同。
3. 將兩把用不同冷卻水淬火過後的刀砍劈同樣一根鐵絲三次。
4. 由經驗豐富的鐵匠說明兩把刀用不同冷卻水時打製過程的差異性。
5. 依據砍劈後刀刃的破損情形來比較兩種冷卻水淬火過後的刀的硬度。

### 5-3-2 實驗變因

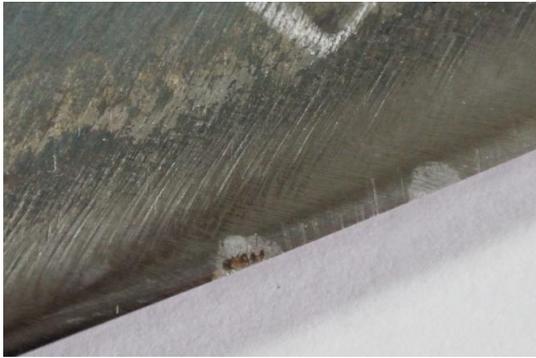
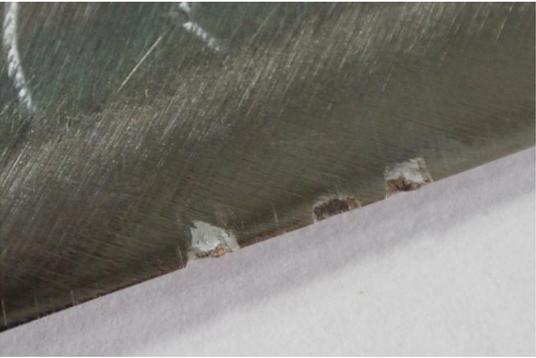
這次實驗的變因我們設定為淬火過程所使用的冷卻水，表列如下

山泉水	RO 逆滲透水
含有豐富礦物質的水，煮沸時容易造成水垢，部分礦物質為人體所需，然而人體最主要的礦物質來源並不是來自於飲用水，而是來自於日常攝取的蔬果等食物。	指經過逆滲透處理過的水，去除絕大部分的雜質，具有很高的純度，表示幾乎可以視為純粹的水，這種水是不導電的（電阻值極高），在某些目的（工業、科學研究）上有使用純水需求時使用。

### 5-3-3 實驗過程

	
1. 用不同的冷卻水製作兩把刀子。	2. 製作完成的兩把刀，分別標記上使用的冷卻水
	
3. 由經驗豐富的鐵匠為我們砍劈同一根鐵絲各三次	4. 觀察砍劈過後刀刃的破損情形

### 5-3-4 實驗結果

對照組:山泉水	實驗組:RO 逆滲透水
	
砍劈過後，用山泉水的刀刃上有傷痕。	用 RO 逆滲透水的刀子也同樣有傷痕。
	
近拍發現用山泉水冷卻的刀子砍劈三次，只出現了兩個傷痕。	用 RO 逆滲透水冷卻的刀子，砍劈三次過後出現了三個傷痕。
	
把鏡頭拉更近一看，發現用山泉水淬火的刀子，除了擦傷之外，刀刃並沒有凹陷或破損。	而用 RO 逆滲透水淬火的刀子，三次砍劈之後，刀刃都出現了破損的缺口。

### 5-3-4 結果與討論

根據實驗結果，可以推測在淬火時所使用水的不同，確實會影響最後刀的強度，且以使用山泉水的刀，強度較使用 RO 逆滲透水淬火的刀為高。

經過這次實驗後，我們終於了解，看似不起眼的水，原來扮演著一把刀成敗的關鍵。

回想起之前老師教我們關於打鐵的原理時，以及分析會影響鋼鐵強度的原因，根據實驗結果推測影響實驗結果的原因如下：

淬火中所使用的兩種不同的水中，山泉水富含礦物質，因此在淬火過程中，當鋼鐵在極高的溫度下，快速冷卻下來時，所加入的山泉水會影響鐵原子和碳原子排列的情形，提高碳原子停留在鐵原子間隙，而有助於增加鐵材的剛性；而 RO 逆滲透水因為經過了機器的過濾，幾乎去除了水中所含的礦物質和金屬，沒有了礦物質，會影響碳原子停留在鐵原子間隙的情形，所以強度較低，砍劈鐵絲的時候就這樣被破壞了。

	山泉水	RO 逆滲透水
實驗後外觀描述	有擠壓後造成的擦傷，刀刃無破損	有擠壓後造成的擦傷，並且刀刃破損
推斷硬度	較硬	較軟

## 陸、 結論

在整個實驗的過程中，我們了解到了銅門刀的製作過程與特別的地方，並且對於打鐵過程中很重要的淬火這個步驟，做了更進一步的探討，而且也設計了一個實驗，實際比較在淬火這個步驟中，使用不同的水，對於做出的刀的影響，並且透過找到的資料和實驗結果，驗證了打鐵時，淬火所使用的水，會對刀的強度產生重要的影響。

實驗過後我們訪問經驗豐富的鐵匠叔叔，他說在淬火的過程中，使用不同的水，確實有感覺不太一樣，雖然我們不太明白他說的感覺是什麼樣的感覺，我們想應該只有親自打鐵的人才會有辦法體會吧。

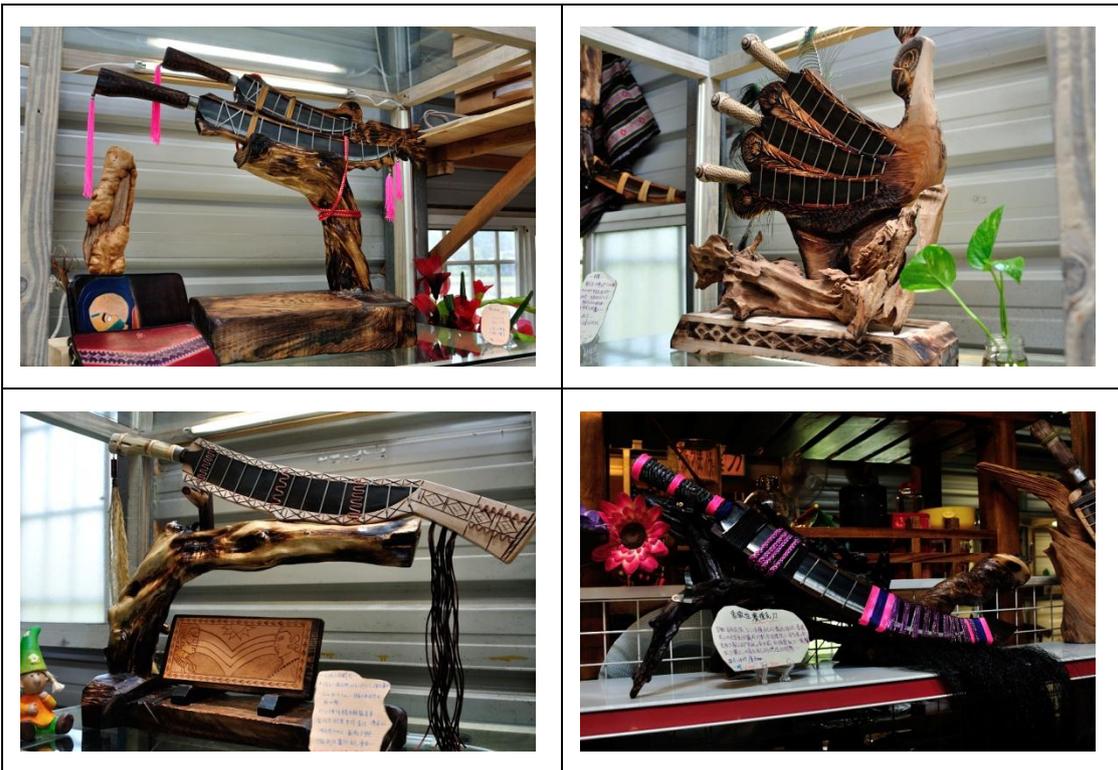
最後鐵匠叔叔告訴我們一個祕密，這是他第一次用山泉水以外的水來打鐵，讓他大開眼界，因為我們的實驗，也讓他終於知道長輩們

傳承下來的智慧真是可貴，他說他也被我們上了一課呢！

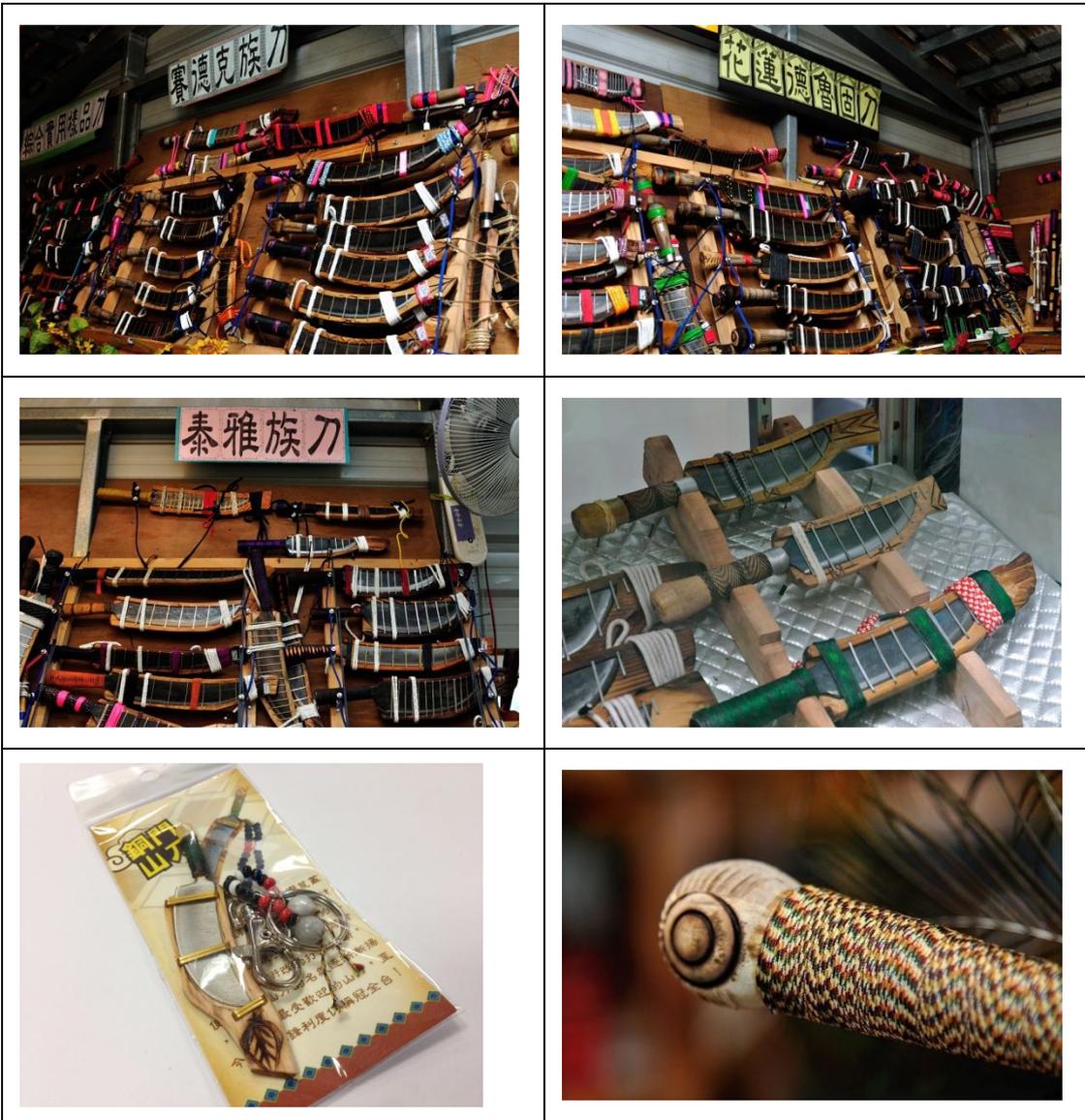
## 柒、 展望

銅門村的鐵店從以前的十數家減少到現在只剩下七家，除了年輕人口外移的影響之外，打鐵這個工作因為長期要在高溫及高噪音的環境下工作相當辛苦，應該也是鐵店變少的原因之一。在協助我們進行實驗計畫的連茂鐵店內，我們看到了許多創新概念的刀，有些甚至是非賣品呢，這些刀跟以往以工作為目的製作的刀已經很不一樣了，幾乎就是一件件的藝術品，令人歎為觀止。

以下是我們在連茂鐵店看到許許多多充滿創意的刀，最後希望藉由我們的實驗，讓更多人知道銅門村是個專門製作好刀的村落，大家有想要買刀的都可以來到我們銅門村。







### 捌、研究花絮

整個實驗從報名參加的十月份開始，每個禮拜三下午老師都為我們安排了不同的課程，其中有關於攝影技巧的，也有戶外拍攝的練習，也安排了好多次親自到了連茂鐵店與店裡頭打鐵的阿公，叔叔們聊聊天，以下是我們這幾個月來辛苦的花絮。



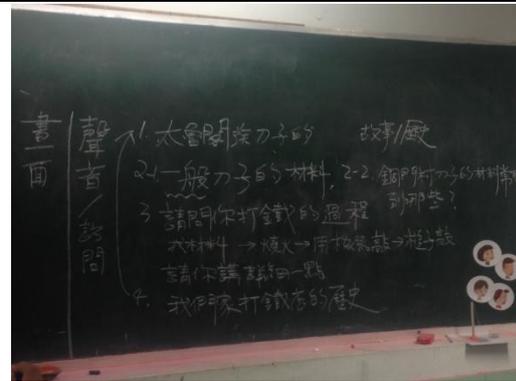
校長請到了一位導演來教導我們拍攝的技巧。

第一天我們上過課後就實地到了學校的龍門館練習拍攝同學們在學習織布的情形。



這是我們第一次去到了連茂鐵店參訪，見到了現在鐵店傳人 Losin. Zelo 的兒子，他也是我們同學的爸爸唷!那天老師教我們訪問的技巧。

鐵匠叔叔在為我們講解製作山刀的材料，並且實際的拿給我們看，當我們知道那是卡車避震器的鋼板時，都好奇的一直發問。



回到學校內我們從腳本討論開始計畫我們的實驗該怎麼做。

這是我們討論出來的腳本，老師說往後的進度就照著這個腳本做了。



第二次來到了連茂鐵店，鐵匠叔叔在那天示範了打鐵的過程給我們看。

我們看得津津有味，也開始了我們拍攝的工作。



第二次討論腳本，要看看第一次去拍攝後還有什麼資料是我們必須要補充的。



由於我們對於訪問技巧還很陌生，所以我們在學校裡勤加練習。



我們請鐵匠叔叔幫我們介紹各族山刀的特色，也同時讓我們磨練訪問的技巧。



這就是我們訪問時的情況，我們的編組有，導演、攝影師、燈光師還有場記，大家輪流來練習。



這是連茂鐵店的現任傳人 Losin. Zelo，因為爺爺平時很忙，所以大多都是他的兒子來協助我們，今天爺爺有空且願意讓我們訪問，難得有這機會，我們好開心。



爺爺很親切，對於我們的問題也是有問必答，我們真的很感謝他。



這天是我們實驗的那一天，也是我們實驗計畫外出的最後一天，我們好珍惜，鐵匠叔叔也很認真的在幫我們製作實驗要用的刀。

同學們都好認真的把握這最後一次實驗機會，希望我們實驗可以得到好成績。



這張照片是由我們團隊中的李豔雲拍攝的，參加 102 年度花蓮縣小小眼睛大大世界攝影比賽，在百餘件作品中，脫穎而出，奪得銀牌獎，我們團隊於有榮焉，也為豔雲感到高興，以下是這張照片的說明：

那一早，阿公打鐵的畫面，瞬間被相機給凍結了，阿公阿嬪攜手打鐵已經數十年頭了，打造出來一把把閃亮的山刀，是我們家經濟的來源，也是我們文化的傳承，更是家族情感的連繫。製刀的技術在我們家已經一代又傳了一代，雖然過程很辛苦，但是阿公和阿嬪一直堅持著這樣的文化精神和理念。阿公在打鐵的時候，好幾次不小心燙傷手和腳，阿嬪為了要幫阿公控制著超過一千度的爐火，也常常傷了眼睛，他們留下的汗水更濕潤了不計其數的衣服一件又一件，辛苦你們了！你們真偉大！伴隨著打鐵的聲音咚！咚！咚！希望阿公和阿嬪能夠健健康康，快快樂樂。



團隊合影

#### 玖、參考資料

- 一、奇摩知識。金屬處理的「回火」、「淬火」、「退火」分別是指什麼呢？

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005010601289>

- 二、Robert William Kerr Honeycombe, Harshad Kumar Dharamshi Hansraj Bhadeshia(2004)。鋼-顯微組織與性質。蔡明欽譯。台北。五南圖書出版股份有限公司。