

教育部 104 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱： 國家寶藏(二)東臺灣寶玉石之科學特性及實驗模組研發
主持人： 周裕欽 電子信箱： ching591@gmail.com
共同主持人： 廖品蘭
執行單位： 國立東華大學附設實驗國民小學

一、背景說明

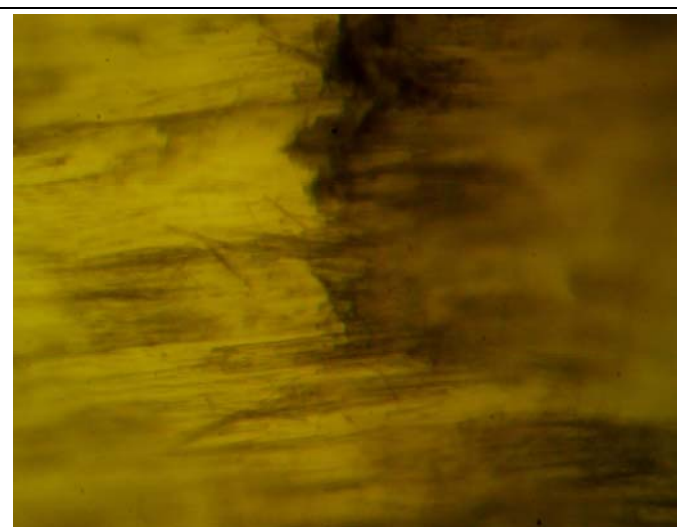
103 學年度主持人邀集志同道合教師組織「臺灣玉科學特性與文化探究團隊」社群，透過田野踏查及行動研究的方式，一方面對臺灣玉的地質、產狀及物理、化學特性進行研究，另一方面對臺灣玉所潛藏的歷史與文化價值，進行考察探究。累積一年的研究發現，大致可歸納出幾點成果：

(一) 臺灣玉貓眼與內含石棉成分的關係值得持續追蹤探究

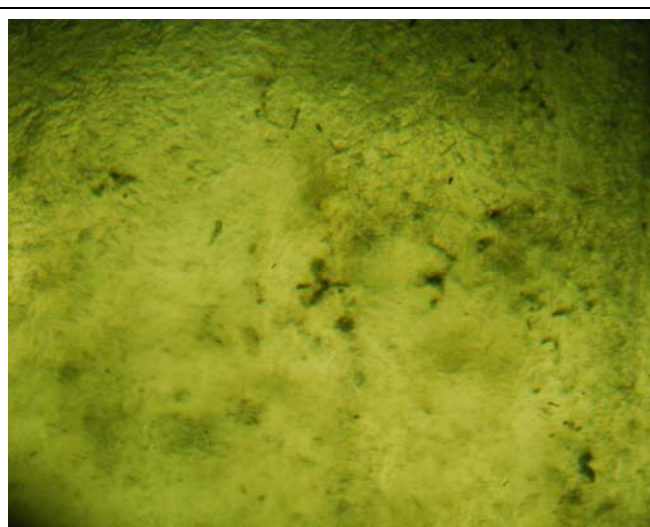
在光學實驗的過程中，我們分別採取臺灣玉「貓眼原礦」及「碧玉原礦」切割樣本，再透過用放大 400 倍的光學顯微鏡內部結構。發現帶有貓眼現象的臺灣玉貓眼石內部結構是由呈現平行、相互交錯的管狀、針狀排列石棉纖維所構成；翠綠色臺灣碧玉則由稀疏、不勻稱的小黑點及半透明玉石原礦所構成，並沒觀察到管、針狀的石棉纖維構造。

閱讀許多文獻時發現，臺灣玉是全世界公認韌性最佳的玉石，但並未比較究竟是帶有石棉纖維的「貓眼玉」或者未含石棉纖維的「碧玉」韌性較佳？後續的研究，應可以持續關注此一問題的答案，找出臺灣玉展現優勢韌性的成因，是否為內部交錯、膠結的石棉纖維排列所致？

另一方面，臺灣玉貓眼內含的石棉纖維在光線投入的過程會產生反射、折射現象，市場上公認較佳的臺灣玉貓眼現象必須是聚光效果佳、貓眼眼線要夠直且靈活，進一步探討臺灣玉貓眼內部纖維結構的排列方式與聚光效果的關係，也能夠協助廣大的民眾進一步認識臺灣玉貓眼的光學現象，甚至探討此聚光效應是否具備光電領域的開發應用價值，值得持續給予追蹤與探究。



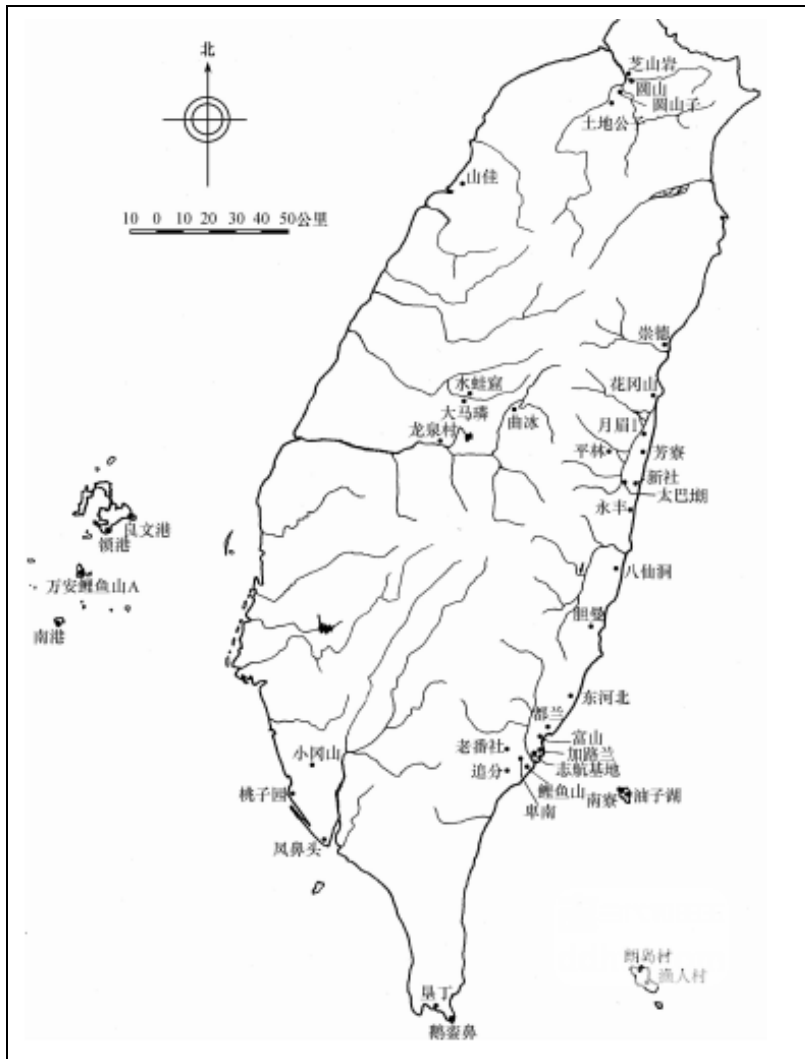
臺灣玉貓眼在 400 倍光學顯微鏡下的結構特色



臺灣玉碧玉在 400 倍光學顯微鏡下的結構特色

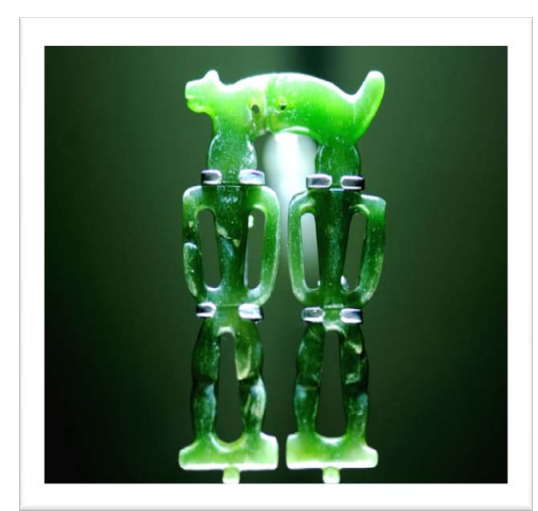
(二) 3000 年前的科學治玉材料與工藝值得模擬探究

研究團隊在探索臺灣玉的文化價值過程發現，早在 3000 年前，臺灣全島已散布各種雕工精美的臺灣玉飾品，甚至菲律賓、越南、泰國等東南亞國家也出現來自臺灣花蓮豐田的臺灣玉(洪曉純, cite)。這些近年在各地出土的考古玉飾，除了證實史前時代臺灣玉的存在，並藉由國際貿易的方式擴散到東南亞菲律賓、越南及泰國等南島語系國家之外，也引發我們對於史前先人治玉工藝的興趣與好奇。3000 多年前，我們的祖先究竟是利用哪些材料來鑽、切、磨、製礦石硬度介於 6-6.5 的臺灣玉?治玉過程究竟展現了哪些科學技術與智慧?各種疑問，驅動著本研究團隊積極探究解答的強烈動機。



台灣出土玉器的史前分布圖

引自陳仲玉(1998)「台灣史前玉器工業」一文。



卑南遺址出土的台灣玉

上圖：人獸形玉耳飾 下圖：鈴型玉飾

(三) 東海岸玉髓特性與文化探究之潛在價值

玉髓，是花東兩縣市有別於臺灣玉之外的另一種寶石礦物。研究者在 103 學年度探究臺灣玉文化價值的過程發現，台東縣「長濱文化」考古出土許多玉髓的切、割、刮器，證明了台灣先民早在 10000-15000 年前即已使用玉髓礦物作為生活工具。由於玉髓屬於石英質礦物，莫氏硬度高達 7 度，若與硬度介於 6-6.5 的臺灣玉相較，明顯稍硬許多。從「以石攻石」的邏輯角度來思考，我們的先民是否有可能會使用玉髓礦物來做為台灣玉的鑽、切、鋸等媒材呢？此外，玉髓礦物具備清、透、明、亮的特性，在中國歷史的發展中，不乏以玉髓礦作為臻品的藝術作品出現，例如故宮所珍藏的「肉形石」

以及「清朝乾隆三連印」。此等美麗的礦物，在台灣的歷史發展中是否也可能和台灣玉一樣扮演著重要角色，時值得重視與關注，

為能持續關注以上各議題，本研究團隊續提 104-105 學年度的「國家寶藏(二)之兩年計畫，除了將研究範圍擴大到臺灣東部海岸(台 11 線沿岸)玉髓礦物的科學與特性調查之外，亦期望能從考古科學的方向發展，用以探究史前時代我們的祖先用以治玉的科學智慧，深入了解臺灣寶玉石所具備臺灣歷史與文化發展的潛在價值。

		
10000-15000 年前長濱文化出土的刮削器：材質全為玉髓	10000-15000 年前長濱文化出土的尖器：材質全為玉髓	10000-15000 年前長濱文化出土的磨製石器：材質為片岩及玉髓

二、研究目的

根據上述之研究背景，本 104 學年度之研究目的如下：

目的一：持續探究臺灣玉礦物所具備的光學效應，並加入玉髓礦物的科學特性觀察。

目的二：模擬 3000 年前史前時代的治玉科學。

目的三：編輯東臺灣寶玉石科學特性及文化教材，並規劃臺灣玉及玉髓地質考察路線。

三、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

(一) 行政支援情形

處室	任務	備註
教務處	協助課務與編排與調整	
研究處	協助研習開立及相關研究行政工作	
主計室	協助經費審核	

(二) 參與計劃人員

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>參與教師</th> <th>職責/學歷</th> <th>專長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周裕欽</td> <td>主持人/博士</td> <td>綜合方向與進度</td> </tr> <tr> <td>廖品蘭</td> <td>協同主持人/博士</td> <td>美工專長</td> </tr> <tr> <td>吳美鈺</td> <td>研究教師-碩士</td> <td>多元文化專長</td> </tr> <tr> <td>林蕙芬</td> <td>研究教師-碩士</td> <td>科學專長</td> </tr> <tr> <td>陳宜旻</td> <td>研究教師-碩士</td> <td>藝術專長</td> </tr> <tr> <td>陳立宇</td> <td>研究教師-碩士</td> <td>語文專長</td> </tr> </tbody> </table>	參與教師	職責/學歷	專長	周裕欽	主持人/博士	綜合方向與進度	廖品蘭	協同主持人/博士	美工專長	吳美鈺	研究教師-碩士	多元文化專長	林蕙芬	研究教師-碩士	科學專長	陳宜旻	研究教師-碩士	藝術專長	陳立宇	研究教師-碩士	語文專長	
參與教師	職責/學歷	專長																					
周裕欽	主持人/博士	綜合方向與進度																					
廖品蘭	協同主持人/博士	美工專長																					
吳美鈺	研究教師-碩士	多元文化專長																					
林蕙芬	研究教師-碩士	科學專長																					
陳宜旻	研究教師-碩士	藝術專長																					
陳立宇	研究教師-碩士	語文專長																					

四、研究方法

第一階段：臺灣寶玉石地質條件之田野調查

分就臺灣玉及玉髓之地質條件進行調查。臺灣玉地質條件調查主要區域在花蓮縣壽豐鄉；玉髓地質調查區域在於花東海岸線(臺 11 號公路)。透過實際的地質景觀調查，蒐集彙整造山運動所遺留下來的地質樣貌與證據，並加以統整撰寫教材，以利後續之推廣。

第二階段：臺灣寶玉石科學實驗及模組研發

本階段將統整前兩階段所探究之結果，採用 PDCA(Plan-Do-Check-Act Cycle)之品質管理循環模式，研發設計動手做之臺灣寶玉石光學實驗模組。

(1)Plan：提出臺灣寶玉石光學動手做實驗模組構想，並完成設計圖之繪製。

(2)Do：依照設計的模組圖，準備相關材料，並且動手製作模組。

(3)Check：測試並評估完工後之動手做模組是否具有信、效度，可否達成預計之目標。

(4)Act：進行實際教學測試，並依照測試結果調整與修正實驗模組，已達預期之目標。

第三階段：臺灣寶玉石科學及歷史文化教材編纂

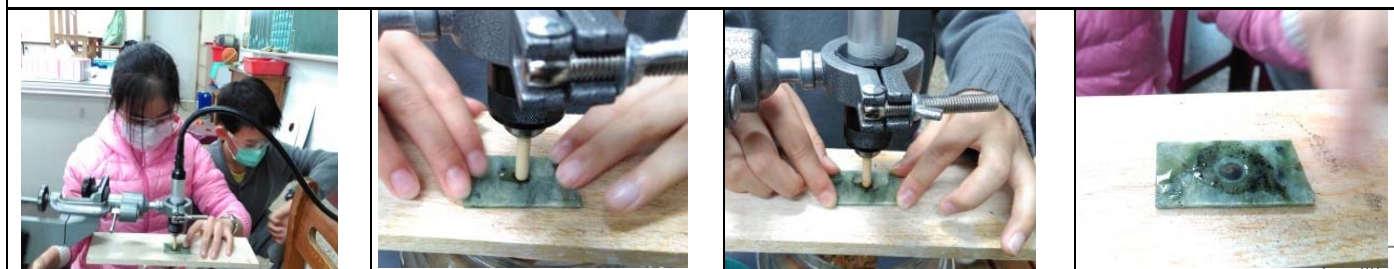
統整 103 學年度臺灣玉的文化調查資料，以及 104 學年度玉髓文化調查所得之資料，統整編纂一套臺灣寶玉石歷史文化教材。透過教材的編纂與實際應用，協助參與的學生建立臺灣寶玉石的文化印象，增加文化之美與認同感。

五、執行進度

一、科學觀察實驗部分：本年度預計完成「透光實驗」、「光源角度實驗」、「考古科學治玉實驗」，並視時間資源評估完成「貓眼玉與石棉排列的微結構觀察」等四項科學觀察與實驗。

礦物別	實驗名稱	透光實驗(不同厚度的透光效應，實驗變因為 0.1、0.2、0.4、0.8 公分厚的玉料)		光源角度實驗(不同光射角對玉石的反、折射效果，實驗變因為 30、60、90、120、150 度角)		古代治玉科學實驗(不同材料鑽孔效果，實驗變因木棍、竹子、板岩、玉髓)		貓眼玉與石棉排列的微結構觀察(尚在構思中)	
	百分比	70%		40%		20%		20%	
	類別	備料	實驗	備料	實驗	備料	實驗	備料	實驗
臺灣玉	貓眼	✓	✓	✓	X	無此實驗		✓	X
	臘光玉	✓	✓	✓	X	無此實驗		無此實驗	
	碧玉	✓	✓	✓	X	✓	✓	無此實驗	
玉髓	白玉髓	✓	X	✓	X	✓	X	無此實驗	
	黃玉髓	✓	X	✓	X	無此實驗			
	紫玉髓	✓	X	✓	X				
	藍玉髓	✓	X	✓	X				

整體科學實驗進度約達成 40%

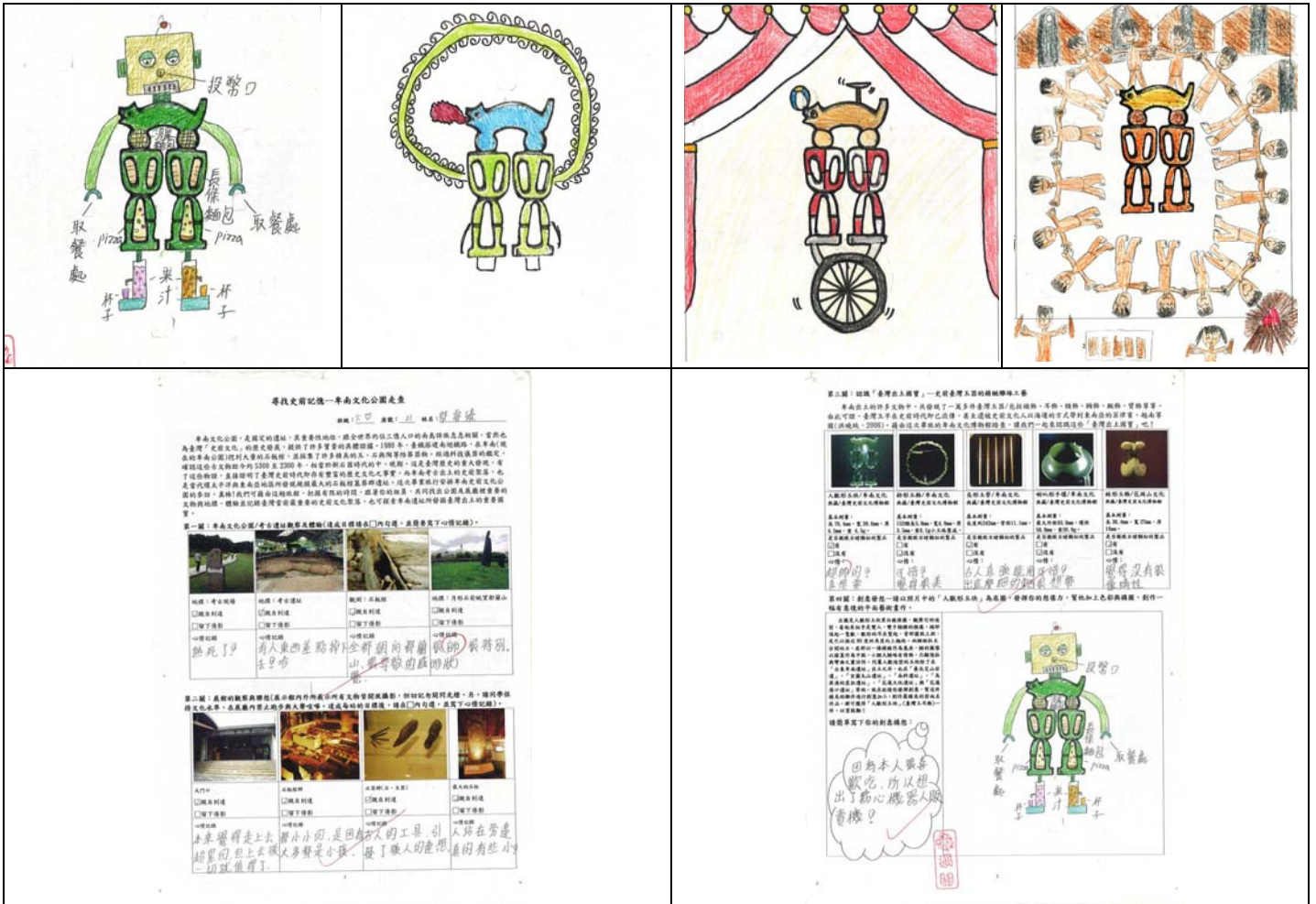


二、推廣教育活動：

(一)教師部分：完成一場東岸玉石的科學與文化講座，參與教師：36 人。



(二)學生部分：完成一場台灣玉的科學及文化價值講座，並搭配六年級的畢業旅行，設計一套台灣玉探索活動教材，指導學生完成「卑南考古公園探索活動」，參與學生 280 人/次。



六、預期成果

瞭解史前文化人治玉科學，探討先人的治玉科學及智慧，具有深層的文化意義。
發展 3-4 套動手做之東岸寶玉石科學實驗模組，讓學生可以親身觀察及體驗東岸寶玉石的科學特性。
編擬一套東岸寶玉石科學與文化教育教材教育，對於推廣台灣寶玉石文化具有卓著的成效。

七、檢討

本研究僅能以課餘時間執行研究，因此無法擁有充足的時間可以進行實驗過程所需的備料、器材架設與實驗整理等工作，此乃美中不足之處。