

## 跨領域美感課程教學方案

- 壹、 學校名稱：國立東石高級中學
- 貳、 團隊成員：曾英翔 李通榮 林巖郡
- 參、 跨領域科目：化學 地球科學 美術
- 肆、 教學對象與先備能力

(一) 教學對象：高一下學期普通科學生，共 35 名。

(二) 先備能力：

擁有影響溶解度因素、沉澱反應、電池、地質礦物、美術等科目之基本素養與能力。

- 伍、 跨領域美感課程實施模式

106 學年度第二學期利用化學、地科及導師班之綜合活動進行，按照課程設計主題，從現象觀察、理論介紹、預測現象、歸納結論、實驗實作，讓學生從觀察、歸納、思考到實作，有次第的邏輯推演、達到實作成品分享成果。

- 陸、 跨領域美感課程應用策略

引起動機、發展活動、綜合活動、應用藝術素材之問題導向教學、合作學習、創造思考教學、學習單、遊戲評量、展演實作、創造思考。

- 柒、 教學計畫

- 一、 單元名稱：晶雕細琢

主題一：鹽類結晶 主題二：金屬結晶 主題三：樹脂封膠

- 二、 設計理念

撥開層層包裝，萬物精彩的源頭，即是物質元素簡單的本身。各種物質的生成，都是原子堆疊的過程，堆疊出這千變萬化的世界，讓我們於微觀的世界裡，探索一沙一世界 一花一天堂。龐加萊於《科學與方法》中指出人不能「為科學而科學」，而應選擇「美」的特質來研究科學。而「簡單」(simplicity)，正是龐加萊認為「美」的其

中一大特點。在自然之中萬千現象中，科學家的責任便是於繁複之中抓緊其共通之處，抽絲剝繭，找出最簡單，而又最普及 (universal) 的法則，解釋各種現象。而本課程希望能由結晶的角度切入，認識物質堆積的世界，探索生活周遭的礦物或地形，並讓學生認識物質的本質，由物質的本質去延伸出藝術的創意。

### 三、藝術概念與美感元素

美感判斷 理解力 感受力

美感經驗 色彩 比例 質感

意象 視覺藝術 表達媒介

活動實踐 結構 構造 構成立體性

### 四、教學方法

講解、影音、發問、討論、實作、創作、發表。

### 五、設計依據 (含核心素養)

#### (一) 學習表現：

延伸結晶生成的方式，並學習觀察生活中的結晶，由結晶的現象中，推演結晶製作的過程，並啟發藝術美感。

#### (二) 學習內容：

1. 溶解度的意義
2. 影響溶解度的因素
3. 地質與礦物結晶
4. 氧化還原反應
5. 金屬活性大小判斷
6. 金屬的氧化還原反應
7. 樹脂的聚合反應
8. 藝術結晶樹脂封膠

### (三) 核心素養：

U-A2 具備系統思考、分析與探索的素養，深化後設思考，並積極面對挑戰以解決人生的各種問題。

U-B3 具備藝術感知、欣賞、創作與鑑賞的能力，體會藝術創作與社會、歷史、文化之間的互動關係，透過生活美學的涵養，對美善的人事物，進行賞析、建構與分享。

### 六、 教學目標

1. 拓展學生對化學及地質結晶型態的認識。
2. 增加學生對溶解度狀態概念的認識。
3. 分組分工合作製作結晶成品。
4. 藉由實驗結果推測金屬活性。
5. 利用金屬活性設計製作金屬結晶樹。
6. 提供學生練習討論，以理解或熟練學習內容。
7. 激發學生美感的興趣、創作與能力。

### 七、 課程架構圖



### 八、 教學活動與教材內容

節次	課程名稱	教學重點	教學工具
1	認識結晶的形式	播放影片及各種元素結晶的圖片，解釋結晶物質的特性	投影片

2	認識生活周遭的結晶礦物	介紹地質的行程及組成，並地質標本給學生觀察，認識校園周遭的岩石	礦石標本
3-5	鹽類結晶 製作熱冰/黃金雨/結晶樹	熱冰—過飽和醋酸鈉結晶疊疊樂 黃金雨—碘化鉛結晶 尿素結晶—結晶樹製作	實驗器材 化學藥品
6-7	金屬結晶 認識金屬活性/銅樹開花	金屬活性觀察 鋅片 + 銅離子反應	化學器材 實驗藥品
8-9	結晶藝術 結晶樹脂封膠	環氧樹脂聚合反應 個人作品完成	樹脂材料
10	成果分享並佈置展覽	學習成果分享 視覺藝術設計	

## 九、 教學評量

學習單、發表、實作。

### 捌、 教學省思與建議

1. 在既有的學校表定課表與作息中，高一化學課每週僅有一節，在必須顧及既有教學進度之下，壓縮導師班的自習課及輔導課時間，實驗課程之運作上相對緊湊而密集，少了深入思考探究的時間，而有點偏向食譜式的操作與觀察，故概念與意涵無法更加深入引導。
2. 各實驗課程之間，需要結晶反應/樹脂凝固時間，故各課程間不可安排太密集。
3. 課程構想需搭配課程的背景知識，所以開始進行時間已是學期後段，以致學生所需額外的實作時間，與期末課業和考試無法順利進行而有所拖延。
4. 教學內容包含太多面向，課程緊湊，導致學生較缺乏深入學習，若為一學期一學分之選修課，期待有更多時間可以進行深入探討探究思考。

### 玖、 課程研發成果（如學習單、觀察紀錄表、評分規準等）

1.學習單      2.實驗操作      3.成品展示

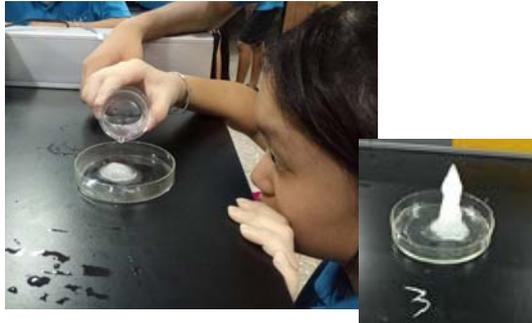
### 壹拾、未來推廣計畫

1. 將本實驗課程加以修正並擴充，發展成為校定彈性選修課程或校定必修課程。
2. 可應用於 108 課綱一般科目跨領域之探究與實作課程中。

### 壹拾壹、 課程實施紀錄

課程實施紀錄 (教學照片 10 張加說明)

鹽類結晶 (實驗 1 — 過飽和醋酸鈉疊疊樂)



鹽類結晶 (實驗 2 — 黃金雨)



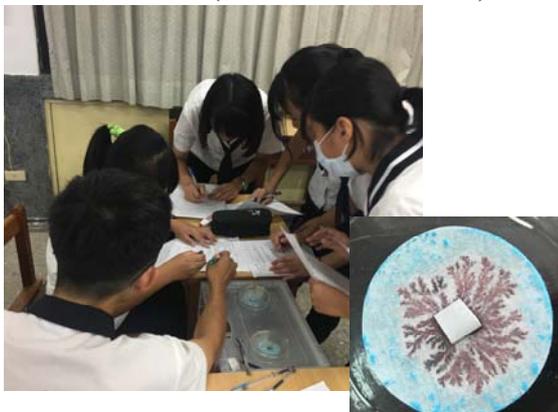
鹽類結晶 (實驗 3 — 尿素結晶樹)



金屬結晶 (實驗 1 — 金屬活性觀察)



金屬結晶 (實驗 2 — 銅樹開花)



結晶成品 結晶樹脂封膠



成果展示分享



壹拾貳、 參考資料

科學月刊第 539 期 臺灣結晶學發展史 作者／王 瑜

NHK 紀錄片ワンダー×ワンダー

科學月刊第 557 期 留住永恆的美麗—水晶膠標本製作與應用 作者  
／陳志勇

陳蘇 (1989)。標本採集製作技術。台北市：華聯出版社

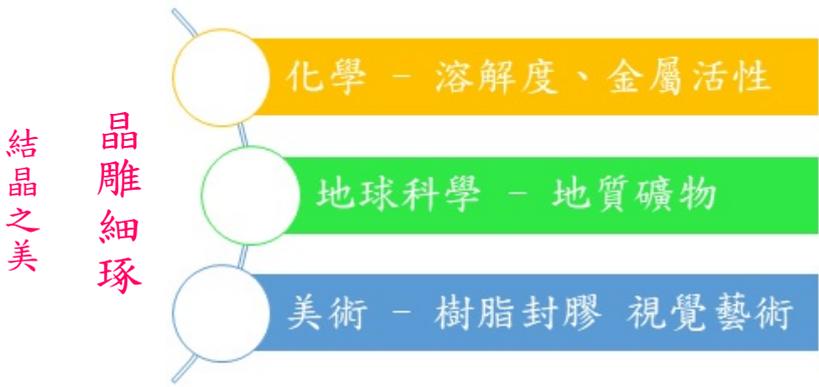
陳維壽 (1982)。生物標本之科學。順天出版公司發行所，132 頁

※請先以文字進行論述，再輔以表格等說明。

## ■ 跨領域美感課程教學方案格式 ■

所 屬 區 域 / 學 校 名 稱

<b>學校名稱</b>	國立東石高級中學		
<b>團隊成員</b>	曾英翔 李通榮 林巖郡		
<b>跨領域學科</b>	化學	<b>藝術學科</b>	美術 地球科學
<b>教學對象 先備能力</b>	<p>教學對象： 高一下學期普通科學生，共 35 名。</p> <p>先備能力： 擁有影響溶解度因素、沉澱反應、電池、地質礦物、美術等科目之基本素養與能力。</p>		
<b>跨領域 美感課程 實施模式</b>	<p>利用 106 學年度第二學期導師班之化學課及自習課實施，讓學生將學習過的概念應用於化學藝術品的製作，利用溶解度、金屬活性、化學反應的觀念，由實驗觀察中進階想像構思出結晶作品。由美的角度切入結晶的微觀世界，理解化學與生活中的結合，實踐美感的啟發。</p>		
<b>跨領域 美感課程 應用策略</b>	<b>應用策略 (請勾選)</b>		
	<p><b>使用時機</b></p> <p><input type="checkbox"/> 課前預習</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 引起動機</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 發展活動</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 綜合活動</p> <p><input type="checkbox"/> 課後複習</p> <p><input type="checkbox"/> 其他</p>	<p><b>教學策略</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 應用藝術素材之問題導向教學</p> <p><input type="checkbox"/> 虛擬實境之情境教學</p> <p><input type="checkbox"/> 網路資源之體驗學習教學</p> <p><input type="checkbox"/> 應用藝術類數位典藏資源之探究式教學</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 合作學習式教學</p> <p><input type="checkbox"/> 專題討論式教學</p> <p><input type="checkbox"/> 協同教學</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 創造思考教學</p> <p><input type="checkbox"/> 其他</p>	<p><b>評量模式</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 學習單</p> <p><input type="checkbox"/> 試題測驗</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 遊戲評量</p> <p><input type="checkbox"/> 專題報告製作</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 展演實作</p> <p><input type="checkbox"/> 影音紀錄</p> <p><input type="checkbox"/> 其他</p>

<p>課程架構 與跨領域 課程設計 概念</p>	<p>課程架構圖</p> 		
<p><b>教學計畫</b></p>			
<p>單元名稱</p>	<p>晶雕細琢 (主題一：鹽類結晶 主題二：金屬結晶 主題三：樹脂封膠)</p>		
<p>教學時數</p>	<p>10</p>	<p>實施班級</p>	<p>高一孝班</p>
<p>實施情形</p>	<p>106 學年度第一學期自習課及化學課</p>		
<p>設計理念</p>	<p>撥開層層包裝，萬物精彩的源頭，即是物質元素簡單的本身。各種物質的生成，都是原子堆疊的過程，堆疊出這千變萬化的世界，讓我們於微觀的世界裡，探索一沙一世界 一花一天堂。龐加萊於《科學與方法》中指出人不能「為科學而科學」，而應選擇「美」的特質來研究科學。而「簡單」(simplicity)，正是龐加萊認為「美」的其中一大特點。在自然之中萬千現象中，科學家的責任便是於繁複之中抓緊其共通之處，抽絲剝繭，找出最簡單，而又最普及 (universal) 的法則，解釋各種現象。而本課程希望能由結晶的角度切入，認識物質堆積的世界，探索生活周遭的礦物或地形，並讓學生認識物質的本質，由物質的本質去延伸出藝術的創意。</p>		
<p>藝術概念與 美感元素</p>	<p>美感判斷 理解力 感受力 美感經驗 色彩 比例 質感 意象 視覺藝術 表達媒介 活動實踐 結構 構造 構成立體性</p>		
<p>教學方法</p>	<p>講解、影音、發問、討論、實作、創作、發表。</p>		
<p>教學資源</p>	<p>化學實驗器材、化學藥品、相機、錄影機、文具、樹脂封膠製作相關材料</p>		

設計依據			
學習重點	學習表現	延伸結晶生成的方式，並學習觀察生活中的結晶，由結晶的現象中，推演結晶製作的過程，並啟發藝術美感。	核心素養  U-A2 具備系統思考、分析與探索的素養，深化後設思考，並積極面對挑戰以解決人生的各種問題。  U-B3 具備藝術感知、欣賞、創作與鑑賞的能力，體會藝術創作與社會、歷史、文化之間的互動關係，透過生活美學的涵養，對美善的人事物，進行賞析、建構與分享。
	學習內容	1. 溶解度的意義 2. 影響溶解度的因素 3. 地質與礦物結晶 4. 氧化還原反應 5. 金屬活性大小判斷 6. 金屬的氧化還原反應 7. 樹脂的聚合反應 8. 藝術結晶樹脂封膠	
教學目標			
單元目標	1. 拓展學生對化學及地質結晶型態的認識。 2. 增加學生對溶解度狀態概念的認識。 3. 分組分工合作製作結晶成品。 4. 藉由實驗結果推測金屬活性。 5. 利用金屬活性設計製作金屬結晶樹。 6. 提供學生練習討論，以理解或熟練學習內容。 7. 激發學生美感的興趣、創作與能力。		
課程架構			
節次	課程名稱	教學重點	教學工具
1	認識結晶的形式	播放影片及各種元素結晶的圖片，解釋結晶物質的特性	投影片
2	認識生活周遭的結晶礦物	介紹地質的行程及組成，並地質標本給學生觀察，認識校園周遭的岩石	礦石標本
3-5	鹽類結晶 製作熱冰/黃金雨/結晶樹	熱冰—過飽和醋酸鈉結晶疊疊樂 黃金雨—碘化鉛結晶 尿素結晶—結晶樹製作	實驗器材 化學藥品
6-7	金屬結晶 認識金屬活性/銅樹開花	金屬活性觀察 鋅片 + 銅離子反應	化學器材 實驗藥品
8-9	結晶藝術 結晶樹脂封膠	環氧樹脂聚合反應 個人作品完成	樹脂材料
10	成果分享並佈置展覽	學習成果分享 視覺藝術設計	

### 教學流程

節次	活動	時間	藝術媒介 藝術資源	藝術概念 美感元素	跨領域 策略	評量模式	備註
1	認識結晶的形式	50 分鐘	影音素材	美感經驗	問題導向		
2	認識生活周遭的結晶礦物	50 分鐘	影音素材 生活觀察	美感經驗 美感發現	探究性		
3-5	製作熱冰/ 黃金雨/ 結晶樹	150 分鐘	實驗	美感經驗	探究實作	學習單	
6-7	認識金屬 活性/ 銅樹 開花	100 分鐘	實驗	美感經驗	探究實作	學習單	
8-9	結晶樹脂 封膠	100 分鐘	視覺藝術	美感經驗 審美知覺	實作		
10	成果分享	50 分鐘	視覺藝術	表達媒介	合作學習	成果展示	

### 教學省思與建議

1. 在既有的學校表定課表與作息中，高一化學課每週僅有一節，在必須顧及既有教學進度之下，壓縮導師班的自習課及輔導課時間，實驗課程之運作上相對緊湊而密集，少了深入思考探究的時間，而有點偏向食譜式的操作與觀察，故概念與意涵無法更加深入引導。
2. 各實驗課程之間，需要結晶反應/樹脂凝固時間，故各課程間不可安排太密集。
3. 課程構想需搭配課程的背景知識，所以開始進行時間已是學期後段，以致學生所需額外的實作時間，與期末課業和考試無法順利進行而有所拖延。
4. 教學內容包含太多面向，課程緊湊，導致學生較缺乏深入學習，若為一學期一學分之選修課，期待有更多時間可以進行深入探討探究思考。

## 教學研發成果

### 106-2 跨領域美感教室實驗課程開發計畫 《晶離細琢》

#### 三、實驗步驟：

1. 取 100 毫升燒杯，裝入 7 毫升水。
2. 加入大約 20 克醋酸钠，並加熱攪拌使醋酸钠完全溶解（持續加熱，避免固體溶解造成溫度下降太多，也要避免沸騰）。
3. 將上層澄清溶液倒入外層套住錫箔紙的錐形瓶，並放置溫度計，再置於冰箱或冰浴中冷卻，待溫度下降至約 40℃ 以下（不可高於 40℃）。
4. 將澄清溶液倒入乾淨的培養皿中，然後以手指輕輕碰觸溶液表面，此時可以看到醋酸钠溶液，由接觸點擴散地迅速凝結為白色固體。
5. 在培養皿中放置少許幾粒醋酸钠固體，將已冷卻的醋酸钠溶液覆倒在培養皿上，仔細觀察，可以看到一接觸培養皿上的醋酸钠固體，溶液馬上就凝結為固體，請試著將醋酸钠高塔疊得越高越好。

#### 四、實驗記錄：

<b>【Prediction 預測】</b> 我的醋酸钠比例：三水合醋酸钠 $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (20 g) + 蒸餾水 $\text{H}_2\text{O}$ (_____ mL)
<b>【Observation 觀察】</b> 製作過程中觀察到的現象：
<b>【Explanation 解釋】</b> 為什麼會有這個現象？
<b>【Comparison 比較】</b> 最後我們得到_____公分高的醋酸钠高塔 我們的預測跟結果_____ (相同 or 不同)，為什麼？  我們覺得應該要怎麼把高塔疊得更高？

### 醋酸鈉疊疊樂(熱冰)學習單

### 106-2 跨領域美感教室實驗課程開發計畫 《晶離細琢》

#### 金屬結晶系列 — 實驗一：金屬活性反應觀察

#### 一、實驗目的：

由金屬與其離子之間的反應探討各金屬活性。

#### 二、實驗器材及藥品：

48 孔盤、塑膠滴管\*4、砂紙 1 張、金屬片 (Mg, Zn, Cu, Ni)、1 M 硫酸鎂 ( $\text{MgSO}_4$ )、1 M 硫酸鋅 ( $\text{ZnSO}_4$ )、1 M 硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4$ )、1 M 硫酸鎳 ( $\text{NiSO}_4$ )、放大鏡。

#### 三、實驗步驟與紀錄：

【金屬活性的測試】：

1. 請取五種不同的金屬片，並用砂紙將其磨亮（請於下方墊紙，不要磨到桌面）。
2. 取 48 孔盤，請依下方表格順序分別置入金屬片。
3. 滴入 5 滴 1 M 不同的金屬離子溶液。

#### 四、實驗紀錄：

於以下表格中，紀錄混合後的變化（顏色、反應速度、結晶形狀、氣泡）：  
並於下方空格判斷金屬失去電子能力大小

	$\text{MgSO}_{4(aq)}$	$\text{ZnSO}_{4(aq)}$	$\text{NiSO}_{4(aq)}$	$\text{CuSO}_{4(aq)}$
$\text{Mg}_{(s)}$	$\text{Mg} + \text{MgSO}_4$ 	$\text{Mg} + \text{ZnSO}_4$ 	$\text{Mg} + \text{NiSO}_4$ 	$\text{Mg} + \text{CuSO}_4$ 
	>	>	>	>
$\text{Zn}_{(s)}$	$\text{Zn} + \text{MgSO}_4$ 	$\text{Zn} + \text{ZnSO}_4$ 	$\text{Zn} + \text{NiSO}_4$ 	$\text{Zn} + \text{CuSO}_4$ 
	>	>	>	>
$\text{Cu}_{(s)}$	$\text{Cu} + \text{MgSO}_4$ 	$\text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ 	$\text{Cu} + \text{NiSO}_4$ 	$\text{Cu} + \text{CuSO}_4$ 
	>	>	>	>
$\text{Ni}_{(s)}$	$\text{Ni} + \text{MgSO}_4$ 	$\text{Ni} + \text{ZnSO}_4$ 	$\text{Ni} + \text{NiSO}_4$ 	$\text{Ni} + \text{CuSO}_4$ 
	>	>	>	>

### 金屬活性學習單

### 106-2 跨領域美感教室實驗課程開發計畫 《晶離細琢》

#### 金屬結晶系列 — 實驗二：微型電化學電池

#### 一、實驗目的：

由電流方向及電壓大小探討各金屬活性。

#### 二、實驗原理：

#### 三、實驗器材及藥品：

培養皿\*1、鱷魚夾(紅色、黑色各一)、濾紙、塑膠滴管、金屬片 (Mg, Zn, Cu, Ni)、砂紙 1 張、三用電表、剪刀、0.1 M 硫酸鎂 ( $\text{MgSO}_4$ )、0.1 M 硫酸鋅 ( $\text{ZnSO}_4$ )、0.1 M 硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4$ )、0.1 M 硫酸鎳 ( $\text{NiSO}_4$ )、0.1 M 硝酸鉀 ( $\text{KNO}_3$ )。

#### 四、實驗步驟與紀錄：

微型電化學電池的組裝與測試：

1. 取一張濾紙剪成十字形如右圖，置入培養皿中。
2. 將鎂、鋅、銅及鎳四種金屬離子的溶液各滴上 1 滴，滴加在濾紙的四個端點。
3. 接著將四種金屬片，覆蓋於個別的鹽類溶液上，略微緊貼濾紙。
4. 將  $\text{KNO}_{3(aq)}$  點在兩金屬間的濾紙上，當作鹽橋連接各電路，完成微型電化學電池裝置。相關裝置示意圖如右圖 1 所示。
5. 利用三用電表的紅色和黑色鱷魚夾，輕壓金屬片，量測兩金屬間的電位差。利用測量的電位差值，探討電子的流出方向以及判斷電極的正極和負極。

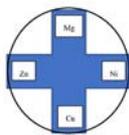


圖 1：在培養皿中，濾紙的五個角落設置五種不同金屬片

### 微型電化學電池學習單

### 106-2 跨領域美感教室實驗課程開發計畫 《晶離細琢》

#### 五、實驗紀錄：

#### 1. 請記錄電壓及電流流向：

量測電極	正極 (填入金屬名稱)	負極 (填入金屬名稱)	電位差 (V)	圖示電流流向 (向左或向右?)
Mg - Zn				
Mg - Pb				
Mg - Cu				
Mg - Ni				
Zn - Pb				
Zn - Cu				
Zn - Ni				
Pb - Cu				
Pb - Ni				
Cu - Ni				

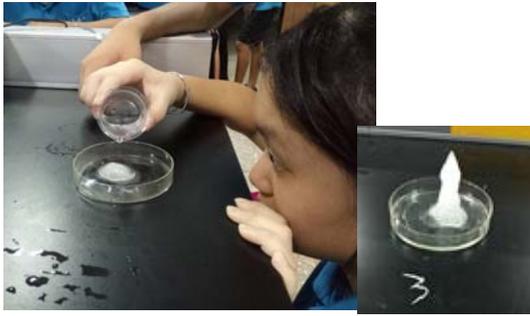
#### 2. 結果與討論：

### 未來推廣計畫

1. 將本實驗課程加以修正並擴充，發展成為校定彈性選修課程或校定必修課程。
2. 可應用於 108 課綱一般科目跨領域之探究與實作課程中。

課程實施紀錄 (教學照片 10 張加說明)

鹽類結晶 (實驗 1 — 過飽和醋酸鈉疊疊樂)



鹽類結晶 (實驗 2 — 黃金雨)



鹽類結晶 (實驗 3 — 尿素結晶樹)



金屬結晶 (實驗 1 — 金屬活性觀察)



金屬結晶 (實驗 2 — 銅樹開花)



結晶成品 結晶樹脂封膠



成果展示分享



## 參考資料

科學月刊第 539 期 臺灣結晶學發展史 作者／王 瑜

NHK 紀錄片ワンダー×ワンダー

科學月刊第 557 期 留住永恆的美麗—水晶膠標本製作與應用 作者／陳志勇

陳蘇 (1989)。標本採集製作技術。台北市：華聯出版社。

陳維壽 (1982)。生物標本之科學。順天出版公司發行所，132 頁。