

教育部106年度中小學科學教育計畫專案
成果報告



計畫編號：55

計畫名稱：立足中寮，穿越古今、探索起源

--三海化中寮

主持人：陳嘉成

參與團隊：楊坤仁、廖長荷、劉麗鈴、張素敏

余叙儀、劉麗娜、許婉真、田玉綾

執行單位：南投縣中寮國民小學

目 錄

壹、計畫緣起與研究目的	02
貳、團隊形成歷程與運作模式	03
參、特色課程理念與發展歷程	07
肆、活動內容及步驟	10
伍、活動成果	11
一、3D中寮	11
二、海洋中寮	13
三、化石中寮	16
陸、省思與展望	19

壹、計畫緣起與研究目的

化石是生活在遙遠的過去的生物的遺體或遺跡變成的石頭。在漫長的地質年代里，地球上曾經生活過無數的生物，這些生物死亡後的遺體或是生活時遺留下來的痕跡，許多都被當時的泥沙掩埋起來。我們把這些石化了的生物遺體、遺跡就稱為化石。從化石中可以看到古代動物、植物的樣子，從而可以推斷出古代動物、植物的生活情況和生活環境，可以推斷出埋藏化石的地層形成的年代和經歷的變化，可以看到生物從古到今的變化等等。

中寮鄉一直是國內化石的著名產地，流經本校的平林溪，有鐵丸石、龜甲石、黃蠟石、石心石、化石五大寶石是中寮的珍寶，更是國內雅石玩家眼中的蒐集聖地。尤其以中寮不靠海的內陸地理條件，居然發現極其珍貴的鸚鵡螺化石、海膽化石、貝類化石，而聲名大噪，也引起國內外學術界高度的研究興趣，這也解釋著台灣陸地形成的一段古地史，更是中寮地區曾經是在海面下的證據。

因此，藉由對化石的認識，可以讓學童了解海洋的地質變遷，也是讓位處不靠海的南投中寮學生，有一個海洋教育的契機。學校嘗試以教科書中的單元活動，結合海洋教育的內涵，透過1. 講述2. 實地考察3. 生活體驗4. 實作等教學活動，讓學童對於海洋有更深一層的瞭解。

創客教育是目前教育部推廣的重點之一，本計畫嘗試以化石為主題，結合3D列印化石的「繪圖技術」、「程式設計」，讓學生可以充分發揮創意，把自己的想法實際做出來，達成創客教育的目標。

此外，也希望透過以 Delphi Method 的方式，來進行學校教師對此校本特色課程，與十二年國民教育新課綱的內涵及教學的理解程度，讓此特色課程可以在未來新課綱實施之後，讓學校特色課程更加落實。

本研究的主要目的，在透過學校教師團體之運作，以發展學校的特色

課程教學活動，來增進學童對十二年課綱「符號運用與溝通表達」及「科技資訊與媒體素養」的學習，並提供實地實驗之具體成效評估。這個研究係採協同行動研究的方式來進行，除了呈現具體的教學方案，同時藉由行動研究，呈現學童在特色課程發展時的現實問題，以提供教育革新之參考。

貳、團隊形成歷程與運作模式

- 一、「學校教師團體」的契機：106年1月，學校退休的王老師突然來電，與筆者討論想要將他畢生在中寮地區蒐集的雅石與化石，在中寮國小成立化石教室或者化石館，在與王老師的討論中，他感慨於中寮地區的雅石與化石，乃是世界級的瑰寶，然而本地的學生卻對這樣的瑰寶所知不多，反而是外地的人們經常會到中寮鄉各地撿拾珍貴的化石，這樣情況讓他感到很憂心。與他洽談完後，和學校的校長及老師討論，看看學校是否可以支持這樣的想法，並且落實在教師的教學，以及學生的學習上。獲得學校同仁們的支持，因此由筆者向縣府申請本計畫-立足中寮，穿越古今、探索起源--三海化中寮。
- 二、教師教學團體的成員：在合作學習的理論基礎中，專家學者強調應採異質性分組（張清濱，1997），較能夠激起火花，更能激發出教師們不同的想法。而我們的成員就是由不同的背景與不同的領域所組合而成的（如下表一），期望能激發出課程改革的火花。

表一 成長團體成員背景一覽表

成員編號	畢業科系	擔任班級工作	專長領域
成員一	國立台灣師範大學環境教育研究所	自然科任	自然領域
成員二	國立台中教育大學社會教育研究所	教學組長	社會領域
成員三	國立台北教育大學教育經營研究所	訓導組長	自然領域
成員四	亞洲大學資訊工程研究所	五年級導師	資訊領域
成員五	國立台中師範學院初等教育系	四年級導師	數學領域
成員六	逢甲大學銀行保險系	三年級導師	語文領域

成員七	國立屏東師範學院美勞教育系	一年級導師	藝文領域
成員八	國立屏東教育大學體育系	體育科任	體育領域
成員九	高苑科技大學資訊傳播系	藝文科任	藝文領域

三、團體的形塑：在生物學的發生論中提到：「地球形成之初，在一片混沌之中，透過強烈的能量與混沌的氣體起作用，於是產生了氨基酸，「生命」於是誕生。」同樣的在成長團體的形成之初，在一片未知的領域，所有成員並未接觸過相類似的活動。因此，用什麼方式來進行？時間要多長才足夠？討論的內容為那些？如何配合十二年課綱來實施？…等，這些問題便成為團體主要的探討，透過各位教師的不同專長，於是激起了生命的火花。

四、共識的形成：從團體的討論中逐漸形成共識，為了要配合十二年課綱，還需顧及不同領域，最後以如下的方式，來達成共識。

達成共識的方式採用 Delphi Method 來進行，讓教師在十二年課綱課程核心素養中，選擇較適合校本特色課程培養的素養。

Delphi Method 的具體實施步驟：

1. 組成小組。按照課題所需要的知識範圍，確定人員（通常為專家）。人數的多少可根據預測課題的大小和涉及面的寬窄而定，一般不超過20人。
2. 向所有人員提出所要預測的問題及有關要求，並附上有關這個問題的所有背景材料，同時請所有人員提出還需要什麼材料。然後做書面答覆。
3. 各個人員根據他們所收到的材料，提出自己的預測意見，並說明自己是怎樣利用這些材料並提出預測值的。
4. 將所有人員第一次判斷意見匯總，列成圖表，進行對比，再分發給所有人員，比較自己同他人的不同意見，修改自己的意見和判斷。
5. 將所有人員的修改意見收集起來，匯總，再次分發下去，以便做第二次修改。

6. 逐輪收集意見並為所有人員回饋資訊是 Delphi 的主要環節。收集意見和資訊回饋一般要經過三、四輪，在向所有人員進行回饋的時候，只給出各種意見，但並不說明各種意見發表人員的具體姓名。這一過程重複進行，直到每一個人不再改變自己的意見為止。

7. 進行最後的進行綜合處理。

本次的計畫因為要發展學校的特色課程，所以讓全校教師共同參與討論，在每輪的修改意見時都給老師充分討論，並請老師發表自己的看法，再修正老師自己的排序。

8. 使用工具

我們表列十二年課綱課程「總綱」所揭示的素養導向的課程內容，讓老師依其觀點，以 1—9 來排序（1 為最高，其餘類推），然後以全校 12 位教師的排序總得分來看，最低分數為最符合發展本校特色課程的素養，且在「校本特色課程」教學中，較易培養學生達到的素養。設計的表格如下表二。

表二 十二年課綱課程「總綱」所揭示的核心素養內容

能力	1. 系統思考與解決問題	2. 規劃執行與創新應變	3. 符號運用與溝通表達	4. 科技資訊與媒體素養	5. 藝術涵養與美感素養
國小階段內涵	E-A2 具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題。	E-A3 具備擬定計畫與實作的能力，並以創新思考方式，因應日常生活情境。	E-B1 具備「聽、說、讀、寫、作」的基本語文素養，並具有生活所需的基礎數理、肢體及藝術等符號知能，能以同理心應用在生活與人際溝通。	E-B2 具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響。	E-B3 具備藝術創作與欣賞的基本素養，促進多元感官的發展，培養生活環境中的美感體驗。
程度					

能力	6. 道德實踐與公民素養	7. 人際關係與團隊合作	8. 多元文化與國際理解	9. 身心素質與自我精進
國小階段內涵	E-C1 具備個人生活道德的知識與是非判斷的能力，理解並遵守社會道德規範，培養公民意識，關懷生態環境。	E-C2 具備理解他人感受，樂於與人互動，並與團隊成員合作之素養。	E-C3 具備理解與關心本土與國際事務的素養，並認識與包容文化之多元性。	E-A1 具備良好的生活習慣，促進身心健全發展，並認識個人特質，發展生命潛能。
程度				

9. 討論結果

第一輪的結果如下表三：

能力	1. 系統思考與解決問題	2. 規劃執行與創新應變	3. 符號運用與溝通表達	4. 科技資訊與媒體素養	5. 藝術涵養與美感素養
老師的排序	886474233681	999751397794	532113116412	72112763211235	377822964543
總得分	60	79	30	35	60
序位	5	8	1	2	5

能力	6. 道德實踐與公民素養	7. 人際關係與團隊合作	8. 多元文化與國際理解	9. 身心素質與自我精進
老師的排序	663285745321	832556583444	979878999857	665668449855
總得分	52	57	95	72
序位	3	4	9	7

新課綱的九項素養，第一輪經過全校12位老師共同以德懷術（Delphi）的方式，將其具體化可以實施在學校本位課程的素養，達到共識為最可以轉化為課程的二個素養為「3. 符號運用與溝通表達」及「4. 科技資訊與媒體素養」二項素養。再給所有教師充分討論後，進行第二輪。

第二輪的結果如下表四：

能力	1. 系統思考與解決問題	2. 規劃執行與創新應變	3. 符號運用與溝通表達	4. 科技資訊與媒體素養	5. 藝術涵養與美感素養
老師的排序	686474238688	899963397796	232111112312	121222211233	577737964567
總得分	70	85	20	22	73
序位	6	8	1	2	7

能力	6. 道德實踐與公民素養	7. 人際關係與團隊合作	8. 多元文化與國際理解	9. 身心素質與自我精進
老師的排序	313385745121	744556583444	968898999879	455648446955
總得分	43	59	99	65
序位	3	4	9	5

第二輪的序位結果「3. 符號運用與溝通表達」及「4. 科技資訊與媒體素養」二項素養，仍是前二序位，顯示教師在課綱能具體化實施的觀點已達成共識。因此，在發展學校特色課程時，在課程融入設計中，將以這二項素養為主。

參、特色課程理念與發展歷程

透過成員的溝通與討論，研究者嘗試以「立足中寮，穿越古今、探索起源--三海化中寮」作為學校特色課程的主軸。

已先行聘請外聘教師依所介定的課程先行進行教學，課程內容如下：

本次課程的發展，以海洋教育為主軸，結合在地特色「化石」並導入新科技「3D 列印」，讓學生了解台灣島嶼形成、中寮地區的地理位置、地形地質、化石形成由來與海洋關係，並透過現地踏查、標本採集、模型製作、資料蒐集、分組報告，展現學校特色，課程結合自然科學、藝術人文、語文、社會等領域，產出作品有大型台灣島地圖拼圖、中寮丘陵3D 立體模型、化石形成模擬實作、中寮化石產地分布地圖、化石拓印、化石3D 例題模型製作列印、社區化石收藏家採訪報導、野外踏查日記與心得等。

課程分為三大主題活動：如下圖一

一、海洋中寮：

1. 台灣島嶼的形成及地質地地形特色
2. 中寮鄉與台灣各縣市的相對位置(製作大型台灣島縣市分布拼圖)
3. 中寮丘陵的地質地地形與景觀特色
4. 中寮地區化石怎麼來的，化石的形成與海洋的關係。

二、化石中寮：

1. 中寮地區有哪些化石。
2. 拜訪社區化石收藏家。
3. 社區化石產地踏查與樣本採集。
4. 中寮地區化石的分布情形，繪製中寮地區化石分布地圖。
5. 製作化石石膏模型
6. 拓印常見的化石

三、3D 中寮：

1. 收集相關資料，製作中寮地區3D 立體模型，並以3D 列印機印出。
2. 利用3D 掃描器掃描中寮地區常見的化石標本，建立3D 模型檔資料庫。
3. 上網收集相關的化石3D 圖形檔。
4. 利用3D 列印機印製化石模型。

課程計畫

中寮國小特色課程

主題：三海化中寮

課程主題 1： 海洋中寮

教學目標：

1. 台灣島嶼的形成及地質地形特色
2. 中寮鄉與台灣各縣市的相對位置(製作大型台灣島縣市分布拼圖)
3. 中寮丘陵的地質地形與景觀特色
4. 中寮地區化石怎麼來的，化石的形成與海洋的關係。

相關領域：綜合領域 1 節
藝文領域 2 節
自然領域 3 節

課程內容：

- 活動一：介紹台灣的地形特色
活動二：介紹中寮鄉與台灣各縣市的相對位置
活動三：製作大型台灣島縣市分布拼圖
活動四：介紹中寮的景觀特色及中寮地區化石怎麼來的。
活動五：介紹化石的形成與海洋的關係

課程主題 2： 化石中寮

教學目標：

1. 中寮地區有哪些化石。
2. 拜訪社區化石收藏家。
3. 社區化石產地踏查與樣本採集。
4. 中寮地區化石的分布情形，繪製中寮地區化石分布地圖。
5. 製作化石石膏模型
6. 拓印常見的化石

相關領域：綜合領域 1 節
藝文領域 4 節
自然領域 2 節

課程內容：

- 活動一：介紹中寮有哪些化石。
活動二：拜訪社區化石收藏家。
活動三：實地踏查。
活動四：繪製中寮地區化石分布地圖。
活動五：製作化石石膏模型及拓印常見的化石

課程主題 2： 3D 中寮

教學目標：

1. 收集相關資料，製作中寮地區 3D 立體模型，並以 3D 列印機印出。
2. 利用 3D 掃描器掃描中寮地區常見的化石標本，建立 3D 模型檔案資料庫。
3. 上網收集相關的化石 3D 圖形檔。
4. 利用 3D 列印機印製化石模型。

相關領域：綜合領域 2 節
藝文領域 4 節

課程內容：

- 活動一：3D 列印製作中寮地區 3D 立體模型。
活動二：建立中寮地區常見的 3D 化石標本模型資料庫。
活動三：3D 印製化石模型。

肆、活動內容及步驟

一、3D 中寮

1. 收集相關資料，製作中寮地區3D 立體模型，並以3D 列印機印出。
2. 利用3D 掃描器掃描中寮地區常見的化石標本，建立3D 模型檔資料庫。
3. 上網收集相關的化石3D 圖形檔。
4. 利用3D 列印機印製化石模型。

目前發展教案及活動為：

- (1) 「**3D 建模與列印**」—設計者劉麗鈴老師(資訊領域)。**【如附件一】**

二、海洋中寮

1. 台灣島嶼的形成及地質地形特色
2. 中寮鄉與台灣各縣市的相對位置(製作大型台灣島縣市分布拼圖)
3. 中寮丘陵的地質地形與景觀特色
4. 中寮地區化石怎麼來的，化石的形成與海洋的關係。

目前發展的教案及活動為：

- (1) 「**認識台灣的昆蟲**」—設計者陳嘉成老師(自然領域) **【如附件二】**
- (2) 「**划出山林裡**」—設計者田玉綾老師(體育領域) **【如附件三】**
- (3) 「**生物與環境**」—設計者廖長荷老師(自然領域) **【如附件四】**
- (4) 「**地方的故事與特色**」—設計者楊坤仁老師(社會領域) **【如附件五】**

三、化石中寮

1. 中寮地區有哪些化石。
2. 拜訪社區化石收藏家。
3. 社區化石產地踏查與樣本採集。

4. 中寮地區化石的分布情形，繪製中寮地區化石分布地圖。

5. 製作化石石膏模型

6. 拓印常見的化石

目前發展的教案及活動為：

(1) 「會說故事的石頭」—設計者余叙儀老師(語文領域)【如附件六】

(2) 「有趣的化石」—設計者張素敏老師(數學領域)【如附件七】

(3) 「手作葉脈化石」—設計者許婉真老師(藝文領域)【如附件八】

(4) 「恐龍化石拓印」—設計者劉麗娜老師(生活領域)【如附件九】

伍、活動成果

一、3D 中寮

1. 學校為了培養種子教師與學生，因此成立了程式運算思維及電腦創客社團，外聘專家教師指導學童與教師，在程式設計部份，用 mBlock 程式，以積木堆疊的方式設計程式，使用套裝組件控制感應器。有了這些基礎之後再進行3D繪圖的軟體設計。

2. 3D繪圖使用的是Tinkercad的軟體

3. 教師講解 Tinkercad 操作進階操作課程，並讓學生實際操作練習。進階操作課程包含：造型控制：

●點選造型→放置在工作平台→調整造型尺寸、旋轉、移動→拖曳滑鼠選取多個造型→群組選取的造型（或取消組合）

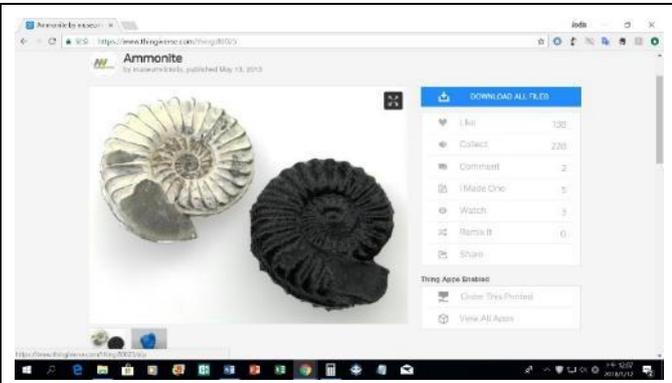
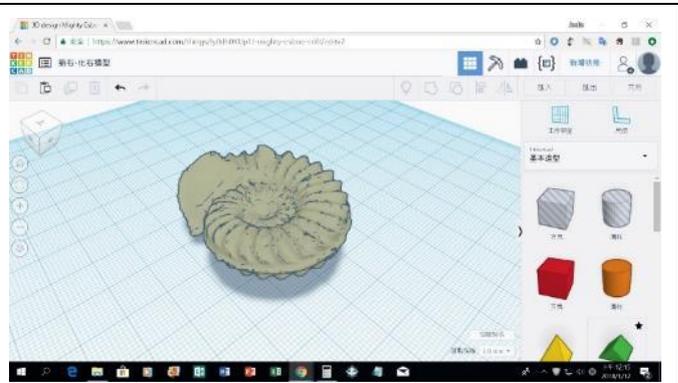
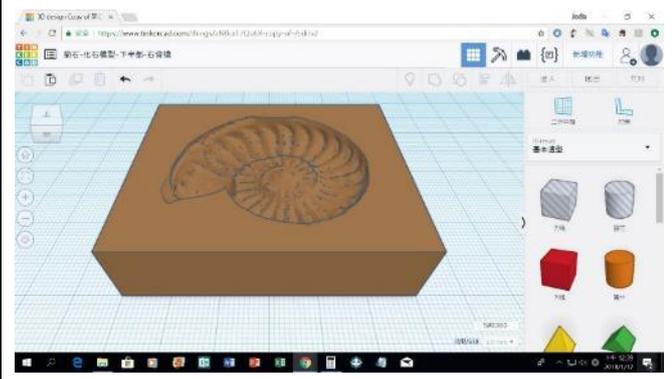
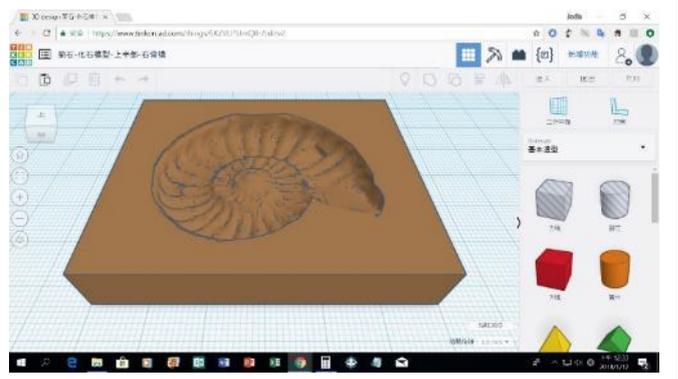
●為造型挖孔：點選造型→放置在工作平台→調整造型尺寸、旋轉、移動→點選第二個造型→將造型轉為孔→群組兩個造型→完成被第二造型挖出孔洞的新造型

●練習複製、貼上、對齊、群組與取消群組造型

●練習切換工作平台

4. 教師講解 Tinkercad 檔案匯出功能與操作。學生在繪圖軟體上應用不同的技巧，例如：孔、堆疊、螺旋…等方法，設計出3D 的作品。學生學習並實際操作將自己製作的3D 模型檔案匯出為3D 列印機使用的.stl 檔案，並儲存於雲端作業區。學生學習並實際操作如何利用線上轉檔平台（<https://picsvg.com/>）進行2D 相片(jpg)轉3D(svg)內容。（學生已於課餘時間將自己所組的恐龍模型拍照存檔。）

◎「3D 建模與列印」—設計者劉麗鈴老師(資訊領域)

	
<p>掃描化石製作成二維圖檔匯入軟體</p>	<p>將二維圖檔軟化成3D 圖檔</p>
	
<p>製作底座將3D 圖嵌入成為石膏模</p>	<p>製作底座將3D 圖嵌入成為石膏模</p>



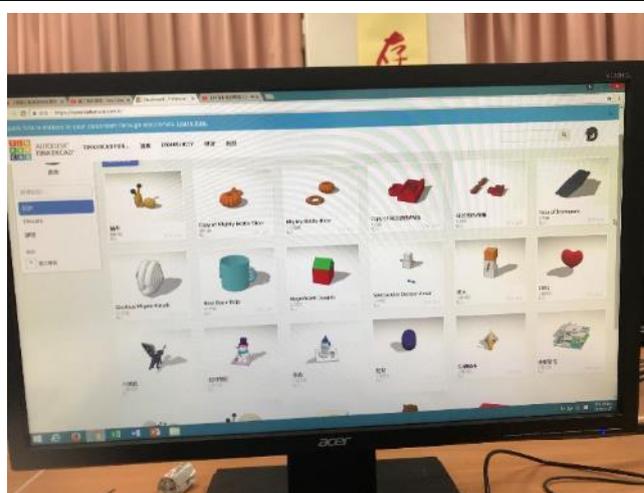
學生學習3D繪圖中”孔”的技法



學生學習3D繪圖中”孔”的技法



教師講解2D圖檔如何轉換成為3D圖



學生的3D繪圖作品



學童學習如何將2D圖檔轉換成3D圖



學童實作將2D圖檔轉換成3D圖

二、海洋中寮

中寮國小於921大地震時，是嚴重的災損學校，重建時為了讓學童能夠習得水域安全的知識，不到中寮鄉的危險水域去嬉戲，因此向重建單位申請蓋游泳池，而在學校的政策下，學生畢業前都會游泳及水中自救的能力。然而，戶外游泳池受天氣的影響冬天時不宜下水，於是學校為了使游泳池更加符合效益，增購了二艘海洋艇，讓學生可以習得操舟的能力及海洋休閒文化的知能，結合海洋教育是為海洋中寮的部份。

海洋中寮希望學生從認識自己的家鄉開始，從而了解幾千萬年前中寮也是海洋的一部份，從中寮的人文歷史、自然生態到中寮的特色物產—雅石及化石，因此發展：「認識台灣的昆蟲」—設計者陳嘉成老師、「划出山林裡」—設計者田玉綾老師、「生物與環境」—設計者廖長荷老師、「地方的故事與特色」—設計者楊坤仁老師，四個教學活動。



學生上游泳課，在水域環境中不會慌張



教師教導學生如何正確使用划槳



教師指導學生正確的划水及擋水技巧



學生可以熟練的操舟前進、後退



教師於課堂上講解昆蟲與化石的關係



藉由認識昆蟲，學習探索的樂趣



教師指導學生觀察的注意事項



讓學生實際在自然中探索



教師於課堂上講解生物與環境的關係



教師讓學童討論化石的生物當時的環境



教師於課堂上講解生物會隨環境演化



學生寫出討論結果與同學分享



教師講解中寮鄉在地的故事



中寮原本是在海洋中才會有化石



學生填寫學習單-中寮化石的分布



學生填寫學習單-中寮的地質風景區

三、化石中寮

本校位於南投縣中寮鄉，中寮鄉亦是化石的天堂，尤其以中寮不靠海的內陸地理條件，居然發現極其珍貴的鸚鵡螺化石、海膽化石、貝類化石，由此推測台灣由曾是海洋環境而形成陸地的一段古地史。

因此希望學生：

1. 透過閱讀教學活動，能將提問討論與生活經驗連結，幫助孩子解人與自己及人與自然。
2. 透過思考力及行動力去關懷周遭環境。
3. 透過閱讀了解化石的形成過程及原因。
4. 透過化石的介紹，讓學生能借此分析、比較家鄉文物，更重視自己的文化，保護它、珍惜它。

化石中寮希望學生從認識幾十萬年前的化石，穿越古今更加認識自己的家鄉與化石的結合，是多麼不容易與難能可貴的。發展的教學活動有「會說故事的石頭」—設計者余叙儀老師、「有趣的化石」—設計者張素敏老師、「手作葉脈化石」—設計者許婉真老師、「恐龍化石拓印」—設計者劉麗娜老師。



教師利用繪本來敘說化石的故事



學生與老師互動討論化石如何說故事



學生藉由繪本了解化石的由來



學生分享看完繪本後的心得



教師用化石分布來作為分數教學題材



學生根據不同的分數了解化石分布狀況



教師指導學童分數的概念



中寮的五大特色石頭化身為五種分數



教師指導學生如何手作葉脈化石



教師實際示範手作葉脈化石



學生用石膏作媒材來拓印葉脈



學生聚精會神的製作葉脈化石



教師講解化石拓印的方法



教師示範化石拓印的技巧



教師協助小朋友進行化石拓印



小朋友認真化石拓印的情形

陸、省思與展望

- 一、改變是困難的，尤其在一個具有傳統習慣的文化環境中；然而改變是必須的，尤其在瞬息萬變的資訊時代。如何在傳統的校園中，激發教師的熱忱，而讓學校能夠產生自發的改變，這是本成長團體所要達到的，因此與其說這個研究要傳達什麼研究成果，倒不如說這個研究是在目前傳統校園裡，在十二年國教課程改革的衝擊中，所要改革的內心強大的反應，更期望閱讀文章的先進能夠不吝賜教。
- 二、環境的改變是漸進的，而非躍進的，教師與學童在目前的環境下太過於安樂，而失去了對環境應有的敏感性，如何讓學童在現有的安樂環境中去產生危機感與敏感性，是我們這次特色課程發展可以達成的目標。
- 三、特色課程的例子需與學童自己的生活貼進，才能增進其學習。尤其生長在環境漸進改變的生活環境中之學童，並不能體會環境的變遷，因此化石結合海洋教育教學的活動，更能提高學生對鄉土特色的體認。

四、我們發現每一教案及教學活動，在討論時不同的觀點，可以激發教師自己所專長的想法，恰為特色課程統整時可以實施之教材。

參考資料

王雅玄（民87）：德懷術（Delphi）在課程評鑑上之應用。國立台灣師範大學教育研究所博士論文，未出版。

教育部（民103）：十二年國民基本教育課程綱要總綱，國家教育研究院。

Uhl, N. P. (1990). Evaluation model and approaches—Delphi technique. In Walberg, H. J., & Haertal, G. D., The international encyclopedia of educational evaluation. Oxford: Pergamon.

感謝貴單位挹注此計畫的活動經費。校本課程在未來十二年課綱頒布後，將會是各個學校相當重視的教育環節，南投縣的教育資源相對於其他縣市，相對缺乏，而中寮鄉尤甚。此次提出這樣的計畫，能夠讓學生有一個接觸新課綱以及新的創客概念的機會，相信對學生而言未來能有出色的表現。而透過此計畫的進行，讓學生有機會拉近城鄉差距，大大提振學生學習熱情，如果未來能有更多機會經費的挹注，應使此教學活動更加充實有效。