

教育部 101 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：南澳鄉南區（谷風、澳花、大濁水）特殊教學資源之調查研究(續)

主持人：吳元和

E-mail：haya@ilc.edu.tw

共同主持人：楊志文、楊偉琳、陳芄軒

執行單位：宜蘭縣南澳鄉碧候國民小學

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：102/5/20 田野調查（由計畫參與人員做蘇花公路沿路地質地形的調查）、戶外教學(配合暑期活動，帶)。

4. 辦理活動或研習會對象：碧候國小高年級學生

5. 參加活動或研習會人數：田調活動參與人員有 4 位；戶外教學預定高年級學生 20 位。

6. 參加執行計畫人數：8 人。

7. 辦理/執行成效：

南澳地區為台灣泰雅族原民世居地，西側中央山地盤互、東臨浩瀚大洋，本地區之河谷與海岸殆成聚落、人口密集所在。

本研究前二年已完成南澳溪集水域、南澳北區海岸地區特殊教學資源調查，唯獨在本鄉南段之谷風地塹、漢本礦區、澳花瀑布以及和平溪三角洲等地，因交通阻梗，迄今未見有任何鄉土教材、岩礦生態等重要研究。故建立南澳全鄉系統化特殊教學資源基礎調查、教學及旅遊網路，乃有其需求和必要。

本計畫係去年度計畫之延伸部分，南澳地區近年來因氣候突變，蘇花公路災變時聞，礦區造成的環境影響也讓人不斷省思人地關係之倫理，這是美麗背後的哀愁，也是我們嘗試將相關防災概念透過教學扎根的動力。

二、計畫目的

1. 本鄉除萼溫斷崖、觀音海岸列自然保留區外，其餘沿蘇花公路大斷崖自谷風往南，經漢本、和中、和仁（開南崗）、和平一帶，皆為台灣最大石礦開採區（大理岩、白雲石、風景石），作為水泥、煉鋼原料使用，故千瘡百孔。掠奪性開發行為對環

境、生態所造成之影響，本研究將對此種開發行為之適宜性及對自然景觀之相容性做初步探勘評估，並提出因應策略。

2. 訂定教材選取準則，以九年一貫之新課程標準及能力指標，列出相關學習內涵：如自然與生活科技—地球(社區)環境體認、生態保育、資訊科技運用；社會—地理環境、環境保護與實踐；綜合活動—運用校內外資源獨立設計等。
3. 本研究區除台灣最大規模的石礦開挖地外，蘇花改正如火如荼進行中，和平水泥工業區也公害時聞（空污、三角洲變異、漁撈減產），是以河口三角洲半邊開發行為（和平溪中線縣界，南邊已開發成水泥工業區，北邊未有開發行為），公共工程所帶來衝激、敏感潛勢區之調查、評估，轉化成環境與自然災害教材，以符合新課程標準及能力指標：自然與生活科技——地球（社區）環境體認、生態保育、資訊科技運用；社會——地理環境認識、環境保護與實踐；綜合活動——運用校內外資源獨立設計等。
4. 達成運用基本能力，能主動觀察、描述原民與土地的正確依存關係，體認人是自然環境一部份，並主動參與、關心，對自然環境進行分享、親近、欣賞。
5. 經課堂試教，田野教學試用修正後，延續前二年研究，建立一套完整之南澳原民鄉鄉土教材。並以基礎調查（理論架構）——教學指引；教學活動設計（方法與過程）；教學媒體（傳輸及欣賞）三者合一，以達成兒童及社區人士對自然生態和文化資產深切體認及參與，建立熱愛鄉土、襟懷自然之目的。

三、研究方法

1. 資料蒐集：彙整本調查有關各項基本資料，如報告、論著、政府機構文件、網路統計等。
2. 地圖判析：含地質(中央地調所)、地形(聯勤及農林航空測量隊)、遙測(空照)、DTM 數值模型及水利署、交通部國工局、縣政府、鄉公所、水保局、林務局等單位施工計畫以及網路資料(google)。
3. 九年一貫課程目標(科學概念、技能、態度等)之界定，使課程目標、能力指標與研發教材互相呼應。
4. 田野調查：研究小組研議計畫路線—(1)武塔部落沿觀音海岸(瀑布)、谷風地塹、漢本，轉澳花村(瀑布、林礦)。(2)和平溪扇洲、火力發電廠、水泥工業區、礦區(榮民、永建等)；作全區域基礎調查，並攜帶地圖、地質羅盤、GPS、I Phone 4GS(Google earth)、採集袋及調查表等。表內主要列出時間、地點、教材類型或主題、概念及應用性等。經篩選、討論編輯成教材細目。

田野調查約 4~5 次，其中至少有 1~2 次讓學童(5~6 年級)與家長參加，並特別加強安全。在野外實察時，隨機作形成性評量(formative evaluation)，以為嗣後編擬教案活動設計參考。

5. 研究活動：計畫小組至少每三月集會一次，討論有關工作事項及進度。
6. 規劃設計以調查地區自然景觀及其所形塑之特殊地質、地形現象、敏感區與土地利用現況，輯成生動活潑之環境教育統整課程，盡量以圖表、照片、寫生(學生)

等多面向空間形式呈現，並開發多媒體教材來增加課程魅力。

7. 教材經本校或其他學校試用修正後定稿。

8. 耆老詢問：詢問部落耆老以瞭部落史跡文化。

四、研究成果

(一) 期中報告簡報過「南澳之南——山河海協奏曲」戶外教學活動設計，所涵蓋的觀音海岸、和平溪扇洲、漢本山崩、澳花礦區、澳花瀑布等景點，於期末報告略過。

(二) 南澳南區第二次戶外教學特殊教學資源：



1. 蘇花公路 144.2K：本景點主要介紹排水設施，包含了三個觀察重點：(1) A 點的人工河床，是水平狀的型態，以避免流水切割。(2) B 點的設施，稱為「涵洞」，以方便快速排水，避免水流損害道路。(3) C 點的設施，稱為「攔沙壩」，先攔阻土石，以免淤積涵洞。教學上的重點在於引導學生由此處的工程設施顯示南澳南區蘇花公路的自然條件具有雨量豐沛、坡度陡峭、風化劇烈等特性。



2. 蘇花公路 144.7K(無名橋)：本景點主要介紹護坡工程類型與瀑布地形，包含了三個觀察重點：(1) 駁坎磚與重力式擋土牆的比較：A. 駁坎磚類別為坡面保護工，目的為防止山坡風化。B. 重力式擋土牆類別為擋土護坡工，目的為防止山坡崩塌。C.

排水孔所扮演的功能為確實排除地下水，否則擋土牆會因水壓過高而容易崩塌。(2) 植生格樑護坡與漿砌塊石護坡的比較：這二種防災工程外觀上最大的不同是前者有植被綠美化，後者則無；用意為增加道路美觀。(3) 多折狀瀑布：由無名橋野溪上溯，可觀察一條多折狀瀑布。由上到下依序可編號為第一折瀑布、第二折瀑布、第三折瀑布。A. 各段瀑布的特徵 (A) 第一折瀑布：瀑高 6m、瀑布類型為單線匹練型、瀑身類型為貼壁型。(B) 第二折瀑布：瀑高 4m、瀑布類型為單線匹練型、瀑身類型為懸衝型。(C) 第三折瀑布：瀑高 4m、瀑布類型為多掛匹練型、瀑身類型為懸衝型。B. 瀑布下方石堆觀察：石頭圓磨度差，代表被搬運的距離短；石頭的排列方式為由小到大，這種構造稱為反淘選，顯示主要受到重力的營力影響；這樣的堆積物被歸類為落石堆。



3. 蘇花公路 147K(第二觀音橋)：本景點主要介紹災害與防災設施的補強以及岩石構造的思考，包含了二個觀察重點：(1) 土石流與掛鐵絲網：河床土石流的特徵：巨礫、大礫為主，角礫為主，石塊排列無方向性，河床已被堵塞。可與孩子討論如果再度降下豪大雨的話，將會再度發生更嚴重的土石流災害。而在另一側的崩塌區工程單位正在掛鐵絲網，掛網的功效為防止落石掉下來。(2) 岩石構造：河床上的石頭裡出現凸鏡體、剪裂構造等變質構造代表岩石受到長時間的作用力、岩石受到高溫的作用、岩石受到應力的擠壓、岩石受到高度變質的作用等意義。



4. 蘇花公路 148K：本景點主要介紹在落石特別頻繁的地點，可看到的「明隧道」工程；在邊坡容易崩塌不穩定的地區，也可看到的「噴漿」工法。包含了二個觀察重點：(1) 明隧道：明隧道是為



了阻擋落石，避免造成往來車輛、人員的傷亡。以前的明隧道頂部是平坦的，上面擺放輪胎，減輕落石撞擊力量；現在的明隧道頂部是傾斜的，以便讓落石滾下去，延長明隧道的使用年限。我們可觀察明隧道的壁面出現許多同方向的裂紋，為剪力所造成，代表此處明隧道快要壞掉了。(2) 噴漿：噴漿是利用噴漿機將混凝土噴到山壁上，可以防止岩石風化、剝落，適合施作於岩石表面，優點是施作的坡度沒有限制。此處噴漿剛好噴到一半，我們可以觀察到坡面有縱橫交錯的鐵絲網增加強度，現場還可聞到刺鼻的雞屎味，因為混凝土內加入雞屎(肥料)可使植物長得很快，經過二、三個月就一片綠意了。另一方面，沿途可見野溪噴漿，但其效益容易被土石流所掩埋，徒勞而無功。



5. 蘇花公路 150.3K(關戶橋)：在蘇花公路中，一座橋梁代表著一條溪流。而溪流又是大自然中侵蝕作用與堆積作用展現力量的主要場域。本景點包含了二個觀察重點：(1) 蛇籠：適合運用於地層沉陷量較大之處，用鋼絲編成筐籠狀，再裝填入卵石，透水性佳。特色為對生態較友善、使用年限較短、擋土強度較低。所符合的「綠建築」概念包括就地取材、與環境融為一體、少用水泥、涵養水源、增加雨水滲透入土壤的機會等。(2) 野溪瀑布：從橋旁小徑上溯，可觀賞到一條絹絲般的瀑布。依瀑布的瀑身形態分類，屬於匹練型瀑布的型態。而瀑布在地理學上的意義包含了：地質年代裡短時間的現象、瀑布會不斷後退、河床落差會越來越小等。



6. 蘇花公路 150.6K(谷風橋)：本景點可觀察到破損的護坡設施、更有效的擋土牆與紫明瀑布，包含了三個觀察重點：(1) 變形的駁坎磚：可觀察到：駁坎磚功能以坡面保護為主、駁坎磚因壓力擠壓而變形、駁坎磚無法承受邊坡側面壓力、駁坎磚的材料以混凝土為主。(2) 錨拉式擋土牆：坡度陡峭的邊坡可觀察到一顆顆突出的正方體水泥物，稱為「地錨」或「錨釘」，裡面有鋼鍵深深地釘入岩層內，以固定地層。特徵為要先灌漿、能提供較大的抗滑力、成本較高、適用於岩層破碎帶。(3) 紫明瀑布：地層傾向與河流流向相反時，岩帽不易被侵蝕，比較容易產生瀑布。紫明瀑布下方應有潭坑，但被工程單位灌漿埋掉了。在面向瀑布的左側地面附近，有許多一團一團的、表面鬆軟的石塊，而且長滿了苔蘚植物。那是一種特殊的地景，稱為「鈣華」。鈣華形成的原因是因河流沖下時所堆積的碳酸鈣礦物，來源為附近的黑色大理岩。



7. 蘇花公路 151.9K(一路通餐廳)：本景點有大規模的崩塌區，觀察重點為：(1) 擋土牆與防落石網：落石堆的土石到了某個角度時就不再滾動了，這個角度稱為「安定角」，教學重點為引導孩子認識：安定角愈大愈危險。而此處複合式防災設施包括了重力式擋土牆與防落石網，能發揮的效用包括了：擋土牆能保護邊坡，避免崩塌；防落石網能攔阻跳動的落石破壞道路；輪胎能降低落石的撞擊力量；削坡整形能減低落石堆崩塌的機率。



五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

1. 研究經費一再萎縮，申請的研究案也大幅減少了，以前期末報告需要三天時間，現場人山人海；現在半天即告結束。令人感嘆的是：巧婦難為無米之炊！建議經費核撥要視研究性質而論，若是以紙上作業、室內研究為主的計畫，經費可酌量縮減；但若是田野調查的計畫，常常需要上山下海、探究大地變遷的研究，則不應限縮研究經費。
2. 研究經費的金額只有一點點，但會計單位常常拿著雞毛當令箭，例如野外調查租車金額所費不貲，若自行開車補貼油錢應可同意；又如研究區(南澳鄉)住宿條件不佳，夜晚要印資料、補充文具等事項皆不方便，請勿限制須住宿於研究區內，希能放寬至臨近城市，比如羅東市或花蓮市等。
3. 田野調查相當辛苦，又無利可圖，若研究計畫成效不錯，希請相關單位酌予嘉獎鼓勵。

附錄、「蘇花之路——變奏的大地之歌」戶外教學設計

一、單元目標

1. 能運用基本能力，主動觀察、描述大地生成背景與地形景觀。
2. 能認識南澳鄉南區蘇花公路沿線的地質災害與防災工程的類別。
3. 由人地關係的認識，啟發學生對環境的正確態度與價值觀。

二、能力指標

1. 自然 1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。

2. 自然 2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用。
3. 社會 1-3-4 利用地圖、數據和其它資訊，來描述和解釋地表事象及其空間組織。
4. 社會 1-3-10 舉例說明地方或區域環境變遷所引發的環境破壞，並提出可能的解決方法。
5. 環境教育 3-3-1 瞭解人與環境互動互依關係，建立積極的環境態度與環境倫理。

三、教學對象：國小高年級學童。

四、教學過程

教學流程	教學時間	教學資源	教學評量
<p>一、引起動機</p> <p>蘇花公路以開鑿山壁而建造，一直面臨岩石風化與剝落之威脅。因此，認識蘇花公路之災害現況及初步防災工程的認識有其必要。</p> <p>現在，就讓我們一起走入南澳南區蘇花路段，拜訪大自然舞台中各種營力交織的建設與破壞吧！</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 引導學生瞭解南澳南區蘇花路段的先天條件。 2. 介紹歷年來蘇花公路的重大災變。 3. 引導學生認識南澳南區蘇花路段的地形變化。 	1 節課	單槍 筆記型電腦 教學簡報	聆聽態度
<p>二、發展活動</p> <p>活動一、蘇花公路 144.2K</p> <p>(一) 排水設施</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察：能觀察 A 點人工河床的型態。 2. 分類：能判斷 B 點排水設施的類型。 3. 分類：能判斷 C 點排水設施的類型。 4. 推理：由上列工程設施歸納出此處的自然條件。 	1 小時	大字報 學習單	細心觀察 用心思考
<p>活動二、蘇花公路 144.7K(無名橋)</p> <p>(一) 駁坎磚與重力式擋土牆的比較</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分類：能判斷二種防災工程的類別與目的。 2. 測量：以手邊的工具測量排水孔的水平與垂直間距。 3. 推理：能思考排水孔在擋土牆內扮演的角色。 <p>(二) 植生格柵護坡與漿砌塊石護坡的比較</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察：能發現二種護坡設施的差異處與其用意。 <p>(三) 多折狀瀑布</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分類：能比較各段瀑布的瀑高、瀑布類型與瀑身類型。 2. 觀察：能發現河床上石頭堆的圓磨度、排列方式與堆積物的特徵，並歸納代表的意義。 	1 小時	大字報 學習單 直尺 望遠鏡	細心觀察 用心思考
<p>活動三、蘇花公路 147K(第二觀音橋)</p>	1 小時	大字報 學習單	合作學習 實際操作 聆聽態

<p>(一) 土石流與掛鐵絲網</p> <ol style="list-style-type: none"> 觀察：能了解土石流的各種特徵。 預測：能預測若降下豪大雨會發生的狀況。 分類：能判斷掛鐵絲網的功效。 <p>(二) 岩石構造</p> <ol style="list-style-type: none"> 推理：河床上散落的石頭裡出現了凸鏡體、剪裂構造等變質構造，能推理出所代表的意義。 	1 小時	大字報 學習單	度 討論發表
<p>活動四、蘇花公路 148K</p> <p>(一) 明隧道</p> <ol style="list-style-type: none"> 推理：能比較以前與現在明隧道設計的實用性，並引導出其原因。 預測：由明隧道壁面出現的裂紋推論其變化。 <p>(二) 噴漿</p> <ol style="list-style-type: none"> 推理：能思考噴漿混凝土內加入雞屎的用意。 推理：能評估野溪噴漿的效益度。 	1 小時	大字報 學習單	用心思考 細心觀察
<p>活動五、蘇花公路 150.3K(關戶橋)</p> <p>(一) 蛇籠</p> <ol style="list-style-type: none"> 觀察：請發現出蛇籠的特色。 推理：能推論出蛇籠所符合的「綠建築」概念。 <p>(二) 野溪瀑布</p> <ol style="list-style-type: none"> 分類：依這條瀑布的瀑身形態判斷其種瀑布型態。 推理：能推論出瀑布在地理學上的意義。 	1 小時	大字報 學習單	細心觀察 用心思考
<p>活動六、蘇花公路 150.6K(谷風橋)</p> <p>(一) 變形的駁坎磚</p> <ol style="list-style-type: none"> 觀察：能發現駁坎磚的材質、變形原因與功能。 <p>(二) 錨拉式擋土牆</p> <ol style="list-style-type: none"> 推理：能由錨拉式擋土牆的外觀及特質判斷其擋土強度。 <p>(三) 紫明瀑布</p> <ol style="list-style-type: none"> 觀察：觀察出地層傾斜方向與瀑布流向的關係。 推理：能推論地層傾向與河流流向相反，易產生瀑布。 觀察：能找出紫明瀑布無潭坑的原因。 觀察：能發現鈣華形成的原因及原岩種類。 	1 小時	單槍 筆記型電腦	細心觀察 用心思考 討論發表
<p>活動七、蘇花公路 151.9K(一路通餐廳)</p> <p>(一) 擋土牆與防落石網</p> <ol style="list-style-type: none"> 推理：能思考影響安定角安全與否的條件。 推理：能思考複合式的防災設施所發揮的效用。 <p>三、綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 教師播放戶外教學之簡報檔，回顧戶外教學點點滴 	2 節課		細心觀察 用心思考 討論發

<p>滴，統整教學內容。</p> <ol style="list-style-type: none">2. 師生分享此次戶外教學的收獲及感想。3. 師生共同探討學習手冊之題目與防災工程檢核表，澄清迷思概念。			表
--	--	--	---