教育部九十八年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：臺北市北投區丹鳳山與軍艦岩特殊教學資源之調查研究

主　　持　　人：楊志文

執　行　單　位：臺北市北投區文化國民小學

一、計畫目的

1. 以環境永續教育理念，系統性調查丹鳳山、軍艦岩地區具有獨特性、稀有性、代表性、啓發性之地質、地形、生態等教學資源，完成本區域之基礎調查。
2. 以丹鳳山、軍艦岩地區之具有引發觀察、分類、推理、測量、評鑑等科學技能之教學據點（露頭），加以應用編錄成系統性教學資料庫。
3. 以丹鳳山、軍艦岩地區爲主題，編擬一套以圖片、多媒體及簡賅文字爲主體之學習教材，使學生在探究過程中獲得科學概念與素養。

二、研究方法

1. 資料蒐集：彙整本調查有關各項基本資料，如文獻報告、中央氣象局氣象資料、網路統計等。
2. 地圖判析：含地質圖（中央地調所）、地形圖（聯勤及農林航空測量隊）、遙測（空照）、DTM 數值模型等地圖，作爲田野調查時之基本資料。
3. 田野調查：研究小組沿計畫路線作全域基礎調查，並攜帶地圖、地質羅盤、GPS、採集袋及調查表等。經篩選、討論編輯成教材細目。
4. 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緊密扣合。
5. 研討活動：研究小組至少每三個月集會一次，討論有關工作事項及進度。
6. 教學設計：規劃設計以丹鳳山、軍艦岩地區自然景觀及其所形塑之特殊地質、地形現象，輯成生動活潑之環境教育統整課程。

三、研究成果

本研究目前已進行四次野外實察及二次戶外教學活動，以及建立地質地形特殊教學資源的淘選及製圖建檔之工作。

（一）基礎調查：

本鄉土教學資源調查區座落於大屯火山群西南之北投地區，以丹鳳山爲核心，往南延伸至軍艦岩，再西向經唭哩岸山、奇巖山，直至山麓之鎮安宮；西側直抵磺港溪；北側則由北投市區南方之公館路 85 巷蜿蜒而上，沿山道小徑直達松濤斷崖和三角岬崖，全域略成東寬西窄之陀螺形。本研究區全域爲木山層，以塊狀之石英砂岩、白色粉砂岩和灰黑之頁岩互層爲主，除石英礫外，並見夾煤層。

經初步了解，本調查區含有木山層中厚層和薄層砂岩、頁岩、紅土、濱海及淺海堆積、含煤層、交錯層、鐵結核、漣痕及底痕、白砂岩風化之水洗粘土、鏽染作用、斷層崖及各型皺褶等地質地形構造。

本研究之基礎調查，與在地的奇岩社區發展協會合作進行，並得到社

區熱心人士的支持協助。而文化國小距離丹鳳山的步行距離大約 1 小時，故以地緣關係選擇丹鳳山地區作爲調查研究之場域。

【丹鳳山地區特殊教學資源分布圖】

【軍艦岩地區特殊教學資源分布圖】

（二）丹鳳山地區特殊教學資源：

A.隆升岩床壺穴：本壺穴群發育於木山層，厚層亞混濁石英砂岩上，長、寬、高各略爲 35×30×1.2(m)，標高約 88~95m，走向東西，向南傾斜 20°。壺穴有單一、聯合、複穴、壺溝等多樣型態，應與迎風坡、地形雨，或驟雨而產生間歇性、局部性急流有關；渦蝕、鑽蝕，使壺穴沿節理面產生鍋狀壺穴、流槽和壺溝。這裡的隆升岩床壺穴群的特性是地盤上升在先，壺穴形成在後，因爲壺穴的平面型態略呈橢圓，長軸與水流方向一致且有流槽缺口，壺穴內尚留有最後一次埋積的砂泥和礫石，且上段較爲寬口型、下段因水流重力加速變爲深底型，至於突瘤(結核)不含鈣，以燧石礦物爲主。

B.離濱岩床壺穴：位於奇岩路中段北側的岩床壺穴，可分南北二段，北段(上)面積大且發育完整，在登山小徑〈路樹、石梗〉南側(下)則爲小而殘缺且上覆薄層〈板狀〉粉砂岩，並無壺穴，下層塊狀厚砂岩較硬，其壺穴分布與上方(北側)相同，可推知北段原在壺穴分布的硬砂岩上層有一層板狀薄砂岩存在，但已被侵蝕殆盡。也就是說在小徑上(北)下(南)二段地層作一對比。可發現上下兩段硬砂岩都有壺穴存在，但下段的硬砂岩壺穴層上面另覆蓋有部分薄層含泥的粉砂岩，厚約 25 公分〈未見壺穴〉，所以上段薄粉砂岩已全部流失，下段薄粉砂岩僅部分風化流失。

C.鏽染作用與氧化紋：此處地質由灰色頁岩和乳白色粉砂岩互層構成，所謂銹染是指地層中砂、頁岩中有含鐵礦物，因雨水或地下水的接觸成氧化鐵($4FeO+O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$)此種紅棕色三價鐵離子，會把岩層沿節理或紋理染成銹紅色，在節理部分，水分最易聚集，形成帶狀氧化紋，本區岩石常呈鱗剝風化，所以有圈狀構造，綺麗醒目，美不勝收。氧化紋也稱風化紋，它屬於化學風化的一種，這裡也可以看到結晶極差的含水礦物褐鐵礦，不易被溶解且顏色較深。

D.黃金劇場：本景點由木山層粉砂岩與頁岩構成，來自北側的密集雨溝、雨谷沿南面崖面下蝕，形成馬蹄狀窪盆，下層黏土狀泥岩上覆純白砂岩，並銹染成無數氧化紋，或紅、或黃、或橘、或褐，都沿節理紋理和鱗剝面發育，色澤鮮麗，構造壯美，其中東北方雨溝及殘丘一帶，橘紅、粉白呈網狀交織，堪稱一絕。下方有三塊安山岩巨礫，全是搬運而來，具有角閃石、輝石等礦物結晶，可資互相對照。黃金劇場其實是由北側邊坡雨溝，雨谷下切作用造成的半截盆地，外形類似石灰穽。因長石、石英類矽酸鹽礦物，因水解和水化作用，其中鈣、鈉、鉀，可以進入含碳酸或鹽酸溶液而成碳酸鹽礦物，矽鋁與氧因水解作用造成含水的鋁矽酸鹽礦物，也就是我們所看到的黏土礦物。

E.圈狀氧化紋：在照明寺步道西側，黃金劇場北方，可見到整片金黃色由洋蔥狀風化(exfoliation)加上沿節理銹染的圈狀氧化紋，地層像剝洋蔥由外向內層層剝離，氧化鐵緊緊沿新鮮裂紋浸濡，其中內層風化較晚(年輕)，更因節理大致呈直交，所以圈狀構造較易被誤認爲牛眼構造，本景點層態是N30°W / 25°S，板塊擠壓之主應力來自南方。此種氧化紋主要成因爲矽酸鹽造岩礦物經化學風化後，產生鈉、鈣、鉀、鎂等元素，多半呈溶解物質被地下水帶走，但是鐵被氧化成赤鐵礦(Fe2O3)及褐鐵礦 4FeO(OH)，就成了岩石的染色劑。

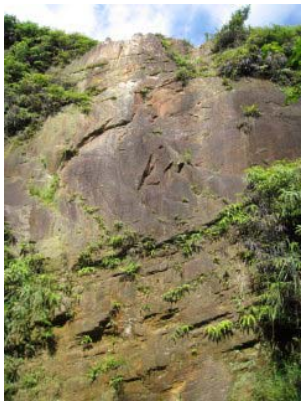
F.夾煤層：本景點位於三角斷崖小徑上(25°08’N、121°30’E)，標高 171~181 公尺，在小徑雨蝕剖面上可發現薄層夾煤層，上下爲薄層粉砂岩和頁岩，表面易成破碎形塊狀或粒狀風化，夾煤層厚僅數公分，且露頭有限，因小徑上溝蝕劇烈，故此種形成於千萬年前的薄煤層，無經濟開採價值，但有地質演化的科學意義，且可證明木山層應屬地球氣候週期性降溫，海平面下降之濱海相和陸台沉積環境所造成。因此種夾煤層露頭有限，且位於步道中央，故極易破壞、流失，應設法圈隔保護。

G.三角斷崖與線形構造：三角斷崖由厚層硬砂岩構成，標高 197 公尺(25°08’03”N、121°30’47”E)。本層石英砂岩含量較高，故能維持高角度斷崖而不墜。位於丹鳳山地區最東北點，及丹鳳山北麓、由西南方的地熱谷—硫磺谷—雙溪口—湖山國小窪地—竹子湖硫氣孔—七星山西北，可串連成長條凹谷，有學者認爲其北側有斷崖通過，但因證據不足而列爲線形構造。在三角斷崖上遠眺，自西向東可見向天山(池)、大屯西峯、大屯主峯；中正山(近處)、小觀音山、

七星山、十八份(近處)、紗帽山、華岡等，乃觀察北投社區和大屯火山最佳據點。而每一座不同的火山地形都代表不同的地質構造和地體演育，如眾所周知的向天山為火山噴口，大屯、七星和小觀音等山峯係火山錐，紗帽山乃寄生火山，而華岡，十八份可能是熔岩階地。

（三）軍艦岩地區特殊教學資源：

H.節理系：本景點位於軍艦岩步道往崇仰五路叉路口，極座標為：25°7’29” N、121°31’1” E。可觀察岩石的節理，其為岩石的自然破裂面（若有錯位稱為斷層）。當岩石受到二側應力的擠壓而破裂，節理的走向常與應力方向垂直，並略呈幾何形，出現一組平行排列節理，稱為「節理組」；而在漫長地史演育的過程中，受到不同方向的應力作用，則會出現多組節理，稱為「節理系」。本景點可觀察到主節理、副節理、輔節理等三組不同方向的節理系。節理形成後，其為岩石最脆弱之處，在外營力的作用下，雨水及地表逕流沿著多組垂直的節理侵蝕，將地層風化的更為破碎，稱為「差異侵蝕」。



I.唭哩案山崖壁：本景點位於軍艦岩步道往崇仰五路小徑上，座標為：25°7’33” N、121°30’59” E；地層走向為：297°。上下二個地層的接觸面，稱為「層理」，在海底沈積的時候是水平排列的，稱為「原始水平原理」；之後一層一層的堆疊，年代古老的地層在下面，年代較輕的地層在上面，稱為「疊置原理」；如果石頭裂開了，石英脈灌進去，稱為「截切原理」，截切體比較年輕；如果花崗岩裡面掉進來一塊砂岩（外來岩塊），稱為「包裹原理」，包裹體比較古老。本景點可比較三種不同地層，依次為上層的石英塊狀砂岩，中層的塊狀粉砂岩，下層的平板狀粉砂岩和頁岩互層。由於岩性的差異，可發現塊狀風化、鱗剝風化及明顯的互層差異風化。

J.鏽染作用：本區發達的鏽染紋，形成岩石表面的突出瘤狀物，往往由微量元素澱積成鈣、鐵等較硬礦物，稱為「結核」，本區則以褐鐵礦較常見。岩石中節理、層理的裂隙，受到雨水、河流、強風等各種營力的侵蝕，會漸漸碎裂成比較小塊的碎屑，稱為「風化」。此處可觀察塊狀風化與碎裂風化二種類型。前者為較堅硬的石英砂岩，常沿著二組垂直的節理組風化，一塊一塊的掉落，稱為「塊狀風化」後者是風化後含褐鐵礦碎屑大大小小，呈現顆粒不一致的「碎裂狀態」。

K.軍艦岩頂層（單面山）：本景點由木山層石英砂岩構成，為一典型的單面山地形，層態是 N55°E / 20°S，節理走向為 N25°E。軍艦岩頂可見粗砂岩夾薄層的石英礫岩，以及粒級構造。地層的表面有許多大小不一的孔洞，其一是由水的靜壓力或溶蝕作用

造成的「水眼」；另一是由快速流動的水，在不平的硬岩上磨蝕、鑽蝕而成鍋狀孔穴，稱爲「壺穴」。在軍艦岩頂，壺穴型態相當特別，猶如斜著劈開竹筒的外型，可稱之爲「劈筒狀單一壺穴」。還可見到複穴及聯合壺穴。此外，雨水侵蝕的壺溝，壺溝會越來越深，周圍的壺穴不會與之平行，而是會傾向壺溝，最後相連，形成梳子狀排列。

L.軍艦岩斷崖：本景點位於單面山北側，由幾層厚層的石英砂岩構成，呈一「傾動地塊」，傾向向南。自側面看，因沈積岩受板塊擠壓而傾動（不等量隆起），造成一邊陡坡、一邊緩坡的地形，稱爲「單面山」，後來陡坡因差異侵蝕而呈參差狀。此處可見砂岩的「底痕」，反應下面地層的表面。由於下面地層表面有許多凸出的條狀構造，可能是結核或流痕。值得注意的是「倒懸形」，地層下面懸空，雨水滲進去增加潤滑，地震時就非常可能崩落。

M.唭哩岸山山腰：本景點層態是 N73°E / 19°S，可觀察發達之「交錯層」，顯示早期本區爲海濱或是淺海區，因較快水流所沈積的有斜角的沈積岩層，可指引古代水流的方向。由氧化紋形成的交錯層，是唭哩岸山珍貴的地貌，可推測此地早期爲三角洲、河口地帶或潮間帶，並可觀察到一組方向相反的尖滅構造，尖滅方向分別是北偏西與南偏東，可能爲漲潮與退潮時，流水方向不同所造成的。此區也是觀察「漣痕」之良好地點，在沈積過程中，受到水波或流水的作用，水流會在沈積物表層留下波狀紋，固化後形成漣痕。分成波痕和流痕二種，本區多爲後者，漣痕可指示層位上下及水流方向。

N.唭哩岸山山頂：唭哩岸山標高 163m，地層由顆粒較細之粉砂岩構成（含長石比較多）。本區位於臺北盆地西北側，可觀察四條山腳，分別是關渡熔岩階地、丹鳳山、唭哩岸山、仰德道熔岩階地。由於古臺北湖侵蝕作用，軟的地層凹進去，硬的地層伸出來，加上臺北湖的堆積作用，在五股地區最深，由於原來的山谷被湖水、沈積物侵蝕與堆積，形成谷灣式的山腳。唭哩岸山亦爲一單面山地形，當單面山順向坡的坡腳被切斷時，會發生地層平行滑動，需做好護坡、地錨，以免發生地層滑動之災害。

（四）丹鳳山、軍艦岩戶外教學：

1. 教材標寫理念：本教材之編寫，在戶外教學活動設計部分採取建構主義觀點的 STS 教學策略，即學習來自真實情境的經驗，讓學生主動蒐集資訊、找出原因，並應用到真實世界，所以學習是學生主動建構的歷程。故此研究教材針對某一特定議題，以學生經驗爲主體，教師從知識傳播者轉爲學生學習協助者，來建立教學新的模組。
2. 鄉土戶外教學導入科學方法舉隅：本研究之重點在於藉由特殊教學資源引出學生的興趣，而非提供答案，本著「處處發生疑問，竭力探求答案」的精神，設計教學活動，形塑建構主義的引入模式。舉例如下：

（1）隆升岩床壺穴景點中，高度將近海拔 100m 的硬砂岩怎麼出現成群壺穴？它是水眼嗎？如何辨別？讓學生由實地觀察中，找出證據分類二者之差異。而相同的地層中，爲何產生硬梆梆的突瘤？有些壺穴長滿植物，有些沒有，代表什麼意義？觀察壺穴生長的規律性，測量壺穴長徑和短徑，並作記錄等活動，導引學生操作觀察、測量、分類、推理等科學過程技能。

（2）唭哩岸山崖壁景點中，讓學生觀察山壁的石頭分成幾層？用自己的話語傳達三種地層的不同之處，思考爲什麼下面的地層會互層呢？推理爲什麼同一個地點形成的地層會不一樣？近一步觸摸比較哪一種地層最容易被風化？證據何在？最後導引出「差異侵蝕」的科學概念。

（3）軍艦岩斷崖景點中，讓學生觀察一側陡坡、一側緩坡的單面山地形，藉由泡綿地層之教具，讓學生由不同施力方式操作各種褶皺的類型，得出軍艦岩是由「不等量隆起所形成的傾動地塊」之概念，近一步推理出擠壓力量的方向，接著思考爲什麼此處單面山不會風化崩塌？判斷居住地坡向與地層傾向關係的類型及其安全性，讓學生建構出人地關係的平衡點。

3. 戶外教學結論：學生在此次戶外教學中興致高昂，認識了許多前所未見的地景地貌，啓發了對自然的好奇心，提昇了愛鄉愛土的情懷。另外，由學生的學習單及回饋中，也發現了一些成人所未觸及的趣味點。教師經由此次教學活動，反思在學生的學習設計上，教師要因勢利導，從學生感興趣的題材上，進一步地讓學生思考、發表，可提升學生的學習效果。

四、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

本研究經資料彙整、田野調查、特殊教學資源之篩選與課程目標、能力指標之引入後，編擬精緻的鄉土教材。其內容除規定格式外，含研究的背景資料、一般概述、特殊教學資源之分布與重點、科學概念與能力指標之扣合、戶外教學活動設計、學習評量等，並以認知心理學習原理，引入學童與社區科學資源人士觀點，及使用圖片、照片與學童在野外之寫生，以增加教材之生動性與實用性。經過教師在校內班級試用後修正定稿，並製成多媒體教材以推廣應用。

本研究之困難爲：本研究在做基礎調查及戶外教學時，常遇陰雨或強風，前者用意志克服，後者不得不改變路線或減縮行程，所以嗣後野外活動遇天候不佳，則增列配套措施。

本研究之建議爲：臺北市地方補助款一律自籌，本計劃 95000 元自籌款需由研究人員自掏腰包，嚴重打擊研究人員士氣。