

英國田野學習協會的科學調查課程－ 雷迪克雷艾田野中心地理課程方案及 教學體驗

文/圖 薛博聞 ■ 林務局羅東林區管理處羅東自然教育中心環境教育教師(通訊作者)
林玫君 ■ 林務局羅東林區管理處羅東自然教育中心環境教育教師
陳亭寧 ■ 林務局南投林區管理處奧萬大自然教育中心環境教育教師

英國田野學習學會(FSC)提供的課程服務面向多元，且能對應使用者學習需求發展對應課程，其中強調科學調查實務，提供優質學習場域給學員，驗證其所學並引發探討。林務局在近幾年與FSC進行課程交流的機會中，透過與FSC環境教育教師及總部夥伴交互參訪與研討，體驗了許多生物及科學調查課程，受益良多。此次參訪FSC過程中，考量我國多變的地理環境及物候特色，發生水土災害機率甚高，特提出針對先前較少接觸的地理課程部分進行教學體驗，最後在FSC總部的安排下，實地到發展地理課程較多的雷迪克雷艾田野中心(Rhyd-y-Creiau Field Centre)進行地理課程的教學體驗。

雷迪克雷艾田野中心提供的課程內容以地理課程為主，佔整體服務課程的65%，主要因為中心周邊即有包含火山地形、冰河地形及洪氾災害的發生區域等地景，場域特色

非常強烈，十分適合發展地理課程，提供實際探勘的場域。加上中心近年大量引進電子媒介進行教學，簡化部分課程學理與技術上的門檻，如以Google Earth 取代地理資訊系統(Geographic Information System)的操作，創造更多教學的可能性，也吸引很多老師願意帶學生預約中心課程，或專業人士及學術團體也因此而常借用中心場域進行研究。

一、地理課程發展

在FSC提供的課程服務類別大抵包含學生的「戶外教室」(Outdoor Classroom)、個人及家庭的「休閒學習」(Individuals & Families)、環境相關領域人員及學校教師的「專業發展」(Professional Development)幾種類別，各中心依其場域特色，發展對應課程，試彙整雷迪克雷艾田野中心與地理相關課程如下表：

由雷迪克雷艾田野中心提供的地理課程可

表 雷迪克雷艾田野中心地理課程列表

級類別		課程名稱	課程內容	天數	備註	
戶外 教室	KS2	真實世界的地理	這個課程包含三個主題(水、聚落和環境變遷)，並有各種組合可以選擇。著重於讓小朋友能經由問答了解地理，以及學習田野調查的能力。	3		
	KS3	地理大冒險	課程融合實地勘查與戶外活動，以地景演變及人與環境的互動為主題，給學生一個興奮且吸引人的探索真實地理環境機會，獲得第一手經驗。	3-4		
	KS4	地理查詢技能開發	在多天數的地理考察課程中，對應學員進行普通中等教育證書(GCSE)評估時所需的技能，學習設定假說、制訂可行的研究計畫及探勘技能養成。	3-5		
		行為地理學	「行為地理學」課程重點在培養學員對於案例研究的知能，透過實地勘查找出人類在不同的地理環境下產生的行為過程、行為類型、行為決策、區位選擇及其發展規律。	3-5		
		控制評估	學習在進行地理科「控制評估」(Controlled Assessment)的實地考察報告時，可能需要具備資料蒐集、勘查、描述、詮釋、分析、結論能力。	1-5	對應英國四種學制(AQA、Edexcel、WJEC、OCR)考試開發對應組合。	
	A-level	AQA	地理技能	對應AQA學制考核內容進行規劃，實際勘查河流地形、冰河、海岸地形的調查；人文環境面向包含聚落居住點位選擇；也進行洪氾區的管理個案研究。	3-5	適合A-Level AS年段
			河川環境的應用調查技能	針對河道的變遷進行教學，目標在調查課程結束之前，學員能夠學習到不同的調查技能及蒐集資料的方法。	1	
			地理實際調查	對應AQA學制考核內容進行規劃，實際勘查河流地形、冰河、海岸地形的調查；聚落居住點位選擇；洪水的發生與管理；生態系統的演替與非生物性調查、全球氣候變化造成的氣候相關危害。	3、4、5、8	適合A-Level A2年段，依時間長短調整課程內容。
		Edexcel	地理調查	實地考察Edexcel學制著重的項目，5天的課程中將進行兩種物理及人文主題的實地考察，物理主題可由【極端氣候】或【海岸變遷物理】擇一；人文主題則可由【城鄉差異】或【社區營造】擇一。	3-5	適合A-Level AS年段
			地理調查(極端氣候)	學習使用定量及定性的方式評估氣候狀況，透過入滲、截留及降雨事件模擬圖繪製，探討土地利用與洪氾風險的關係。	1	適合A-Level AS年段
			地理調查(城鄉差異)	學習資料的蒐集方式，與分析不同來源的資料(普查數據和環境觀測數據等)，利用定性與定量方式，研究城鄉發展差異。	1	適合A-Level AS年段
			應用地理學技能(3、4、5、8天版)	透過案例研究與實地踏勘，對應OCR學制要求，內容包含河川、海洋及冰河地形形成過程勘查，與探討人文地理領域的農村更新、洪水的發生、生態系統與演替、觀光旅遊的發展與都市變遷管理。	3、4、5、8	依時間長短調整課程內容。
	A-level	OCR	應用地理學技能(河川地形)	本課程以探討河川流域和地形地貌生成為主，探討並解釋這些地形的空間分布。	1	
			應用地理學技能(演替)	學習植被在生態系統中的時空變化，也進行土壤和微氣候調查。探討人類行為對生態系統造成的影響。	1	
		WJEC	環境變遷	透過實地考察，探究物理環境的變化(如水文變化)，人文環境的變遷(如發展國家的鄉村聚落、城市的中心商務區與更新)及氣候變遷(冰河與海岸地景)。	3-5	適合A-Level AS年段

表 雷迪克雷艾田野中心地理課程列表(續)

級類別			課程名稱	課程內容	天數	備註
戶外 教室	A-level	WJEC	當代主題與研究 (冰河與海岸)	對應WJEC學制評估需求，進行實地考察的冰川地貌或海岸地貌，並了解這些環境的管理。	3-5	適合A-Level A2 年段
個人及家庭			北雪墩地區地質	以短距離的步行探勘，認識北雪墩地區古老的火山地形與冰河谷地。	3	開放課程
			北威爾斯地質 與景觀	以長距離的步行探勘，認識北威爾斯地區的火山地形，與英國古老的冰河地形。	8	開放課程
環境相關領域人員			依預約者申請項目及專業程度，作為個人專業知能成長及職涯發展的客製化安排。			
專業發展						

看出，中心利用其豐富的場域資源，發展多種主題的地理課程，分眾教學，課程齊全。其中針對A-Level的課程尤其齊全，且提供客製化搭配組合，符合使用者需求。

二、雷迪克雷艾田野中心地理調查課程單元活動體驗紀錄

針對雷迪克雷艾田野中心所提供的豐富地理課程，本次參訪過程中，在中心安排之下進行了四個與A-Level等級學生操作的課程單元，課程內容包含水文原理探討與延伸，及易淹水地區的致災原因探討與災害風險評估。以下就體驗課程，分別進行介紹：

單元活動一：地表徑流受土地利用差異影響探討實驗(How Does The Land use Affect Surface Run-Off?)

(一)主題引導與討論

- 1.瞭解不同土地使用情形之徑流(或滲透)的情況。
- 2.透過實驗瞭解當暴雨來臨時不同土地使用情形的風險程度。
- 3.執行實驗，依結果看出其蘊含的意義及形成概念。

(二)體驗時間

30分鐘

(三)活動器材

三種模擬不同地表狀況的坡地模型、水罐2瓶、量筒2個、紀錄表、碼表、紀錄板、筆。

(四)課程流程

- 1.本單元透過實驗來觀察、測量、試驗不同的土地使用情形(森林底層、農耕地、城市街道)的排水狀況，並透過觀察記錄及比較實驗結果，引導學生思考當洪氾來臨時的風險情形，以瞭解森林和水之間的關係，並強調森林截留的概念。
- 2.準備三種模擬不同的土地類型(水泥鋪面、裸露地、植生覆蓋)的坡地模型，坡地模型大小及構造相同，模型底板約略傾斜15度。水泥鋪面模型模擬城市街道；裸露地模型模擬農耕地；植生自然覆蓋鋪面模型則模擬森林底層。
- 3.課程學員分三組分配坡地模型，組內分工操作實驗，請一位學員於模型上方溝槽，將裝滿水的水罐等速倒水；一位學員以碼表計時每30秒宣告(開始倒水時即開始計

時)；兩位學員則測量模型下方溝槽排出水量；一位學員記錄數據。

- 4.讓各組將實驗結果繪製成圖，學員兩人一組，用一分鐘時間，相互說明結果及發生原因。
- 5.對照出三個坡地模型，所產生的結果完全不同，請學員討論各組不同之處，及可能造成差異的原因，並對應現實狀況，思考面對降雨事件發生時，各種鋪面發生坡地災害的風險。
- 6.分享完結果後，請學生站在他認為風險較高的坡地模型前，以確定學生是否都瞭解。
- 7.總結說明：

(1)水罐的水就代表大自然中的雨水，當雨水下在森林、農耕地、城市街道等地區後，單位時間流入河川的流量是不一樣的，而河川水位高漲的速度也不相同。

(2)透過實驗紀錄，說明不同土地利用情形之洪峰及洪峰抵達的時間。若洪峰快速抵達，除了緊急應變時間不足外，面對單位時間內大量的洪水，需花費更多成本去降低災害發生的機會；同樣的洪峰消退的時間若較為快速，可供人類使用的水資源也相對較少。

(3)說明森林與水之間的關係，包括樹冠的截留功能、枯枝落葉或地表植被能防止雨水沖蝕，延緩地表徑流速度、樹根能穩固土壤，提高土壤的保水力；而城市街道因土地已被夯實，或大量採用不透水鋪面，而於暴雨來時形成地表徑流，

水流匯集後易造成災害。藉此加強說明不同的土地利用情形之下，可能造成的洪氾風險概念。

(五)教學體驗啟示

1.直觀比較，印象深刻：

三組坡地模型同時開始實驗後，透過直接觀察即可發現明顯差異(雖學員相互討論過程中，很難就學理層面進行論述，但此一過程卻深化了學員對於不同土地利用，在面對相同降雨事件的情況下，可能產生迥異的結果。藉此引發思考，探討人為利用對於災害發生的關聯性。

2.小模型大效果：

在水土保持領域進行沖蝕、徑流研究的坡地試區，標準尺寸為單一坡面長960公分、寬600公分，透過嚴謹的實驗流程得到數據進行分析，可以得到很乾淨的研究成果，但是規模及成本太高，且實驗費時，不易觀察；小型的坡地模型，雖然調查精度較低(下方溝槽盛接大量的水體易溢出、小規模樣方未能確切模擬降雨事件等)，但對於第一次參與的學習對象而言，效果已非常足夠。

單元活動二：水文學—地表入滲試驗(Hydrology: Comparing Infiltration Rates)

(一)主題引導與討論

- 1.引導學員討論哪些因素會影響地表入滲程度，並設定假說，探討哪些因素能提高地表入滲量及可能原因為何？
- 2.藉由實驗操作，比較露天草皮與森林底層在5分鐘的試驗中，兩種不同地表的入滲量與速度，探討地表樣貌與水文的關係。



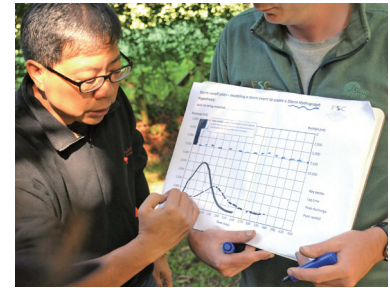
分別模擬三種不同的土地類型(森林底層、農耕地、城市街道)的實驗箱



中心主任丹尼爾說明實驗步驟



計時並觀察徑流的水量



最後透過圖表瞭解洪水期間的流量過程變化

(二)體驗時間

40分鐘

(三)活動器材

公用器材：10公尺x10公尺樣區繩

分組器材：直徑約10公分的塑膠水管、橡膠鎚、長約20公分的長形木塊、馬表、盛水容器、30公分直尺、地表入滲紀錄表、筆

(四)活動流程

1.試驗順序：先於露天草皮區進行試驗並完成紀錄表，再至森林底層依同樣調查方式執行，最後比較兩者結果。

2.調查方式：

(1)樣點選取—隨機取樣：

分別於露天草皮與樹林下方以隨機取樣方式找出試驗樣點。拉出一L型10

公尺x10公尺的樣區，學員2人1組，以個人手機號碼後3碼作為隨機取樣的方式，例如：A學員為749、B學員為169，A學員便站立於東西向樣繩上的7.49公尺處、B學員則站立於南北向樣繩1.69公尺處，兩人各自於樣繩起點處面對樣區，同步開始往樣區中間直走，至兩人直走路線的交會處，即為此區試驗的樣點。

(2)樣點入滲試驗：

A.將塑膠水管放置於樣點上，水管上方放置長形木塊，用鐵鎚敲打木塊，直至塑膠水管插入土內並穩固，再將30公分直尺直立靠於塑膠水管內管壁。

B.進行試驗時間5分鐘。一位學員負責倒水進塑膠水管與計時，另一位學員

負責讀數與記錄。

C.0秒記錄首次倒水後，水在直尺上的高度為幾公分(不滿出塑膠水管高度)，接下來每一分鐘記錄一次：水的高度、下降高度、累積下降高度。

D.如果第一回合的水體入滲很快，需重新加水入塑膠水管，註記於表格中。

3.單元收尾：

得知露天草皮區與樹林下方區的試驗數據後，請同組的學員1人代表草皮區；1人則為樹林區，全員排成一橫列面對講師，按照累積下降高度(入滲量)多寡由小至大排列，講師詢問代表「樹林區」的人往前站一步，可見排列組合的變化，並進一步探討結果與原因。若有代表樹林區的學員入滲量較少，站立於草皮區，也可在現地找出那棵樹，全員一起觀察周邊環境，提出造成此結果的可能因素。

(五)教學體驗啟示

1.器材整備、樣點精選：

在地表入滲比較試驗(Comparing Infiltration Rates)中，單元活動緊扣一個主題概念，一次傳達一件事，教師從旁引導，話術簡短扼要，過程中使用簡易教具，搭配實地的操作機會，既淺顯易懂，又兼具深度。而實際完整單元執行時，會讓學員現地觀察環境，如遇雨天則以場景圖片觀看取代，讓學員先行提出不同地表入滲量假設，再進一步實驗、驗證。

2.建構學習、印象創造：

執行過程由草皮區先行實驗後，再行至樹林下方操作，可讓學習者明顯感覺到

不同地表的入滲程度差異，草皮區入滲速度的極度緩慢，對照樹林下方的快速入滲；草皮區的水體停滯不下，相較樹林區甚至需加上第2次、第3次的水，在試驗過程中順利在學習者心中留下深刻印象，讓學員能清楚地感受到相異地表與水文之間的關係。

單元活動三：針葉林與闊葉林穿落水量截留試驗(Measuring Interception Rates in Coniferous and Deciduous Woodlands)

(一)主題引導與討論

- 1.引導學員設定假說，假設針葉林或闊葉林的穿落水量截留較多，並提出可能的影響因素。
- 2.藉由實地穿落水量數據收集，比較針闊葉



地表入滲試驗器材組



樣點選取採用手機號碼末兩碼表示象限X、Y值的隨機取樣方式



草皮入滲試驗進行中



森林底層入滲試驗進行中

林兩種不同植被的截留水量，探討人造林樹種培植與水文關係。

(二)體驗時間

40分鐘

(三)活動器材

分組器材：具容量刻度的裝水容器1個

(四)活動流程

1.試驗順序：

單元進行時先行介紹兩種樹種的差異：針葉林常綠、闊葉林冬季落葉等特性，接著說明單元目標與穿落水量集水桶的功用，並依序於闊葉林及針葉林下進行兩區的穿落水量數據收集，最後再比較兩

者結果。

2.調查方式：

(1)樣區框設：

於雷迪克雷艾田野中心對面樹林(Bron Rhedyn Woods)，分別在闊葉林區與針葉林區下各劃設10公尺見方的樣區。兩個樣區內皆擺放數個集水桶，平均散落於樣區中。且兩個樣區為中心長期設置，作為此單元活動數據收集使用，非於課程過程中臨時設置，並結合課程定期收集與更新資訊。

(2)樣點選取—隨機取樣：

學員2人1組，在10公尺見方的樣區內自由選取1個集水桶，將集水桶內的水倒進具容量刻度的裝水容器，記錄穿落水量的體積。若有後續課程需求，則於記錄完畢後將水倒回集水桶，以供未來學員使用。

3.單元收尾：

(1)取得針葉林與闊葉林區穿落水量數據後，請同組的學員1人代表針葉林區的數據；1人則代表闊葉林區，全員排成一橫列面對講師，按照水量大小由小至大排列，講師詢問代表「針葉林區」的人往前站一步，可見排列組合產生變化，此時講師則可帶領學員觀察環境，並探討造成此結果的原因與其他可能影響截留量的因素：植被覆蓋類型、植被覆蓋的面積大小與形狀、降雨類型、溫度與濕度、風速、降雨週期與日數等。

(2)可進一步依照冬季、夏季等不同季

節，與全員討論季節不同，得到的數據是否可能會有差異，差異將如何變化，並探究原因。

(3)引導學員思考土地利用於植被種植



穿落雨截留實驗盛水器材



針葉林盛水瓶取樣



雷迪克雷艾田野中心講師引導探討兩種林相截留差異

時，種植不同樹種的優異，且鼓勵學員討論、分享個人想法。

(五)教學體驗啟示

1.簡易操作、多面思考：

在針葉林與闊葉林穿落水量截留試驗 (Measuring Interception Rates in Coniferous and Deciduous Woodlands) 中，活動主軸單一明確，但後續可延伸探討的議題與面向卻多元豐富。

2.森林教學、經營探討：

採樣樣區就設於離中心3分鐘以內的對面山林中，森林樣貌與利用形式與台灣截然不同，透過快速清楚的操作與數據比較，實地經由單一概念，讓學生在森林裡談森林經營的概念，氛圍創造別有意義。

單元活動四：蘭魯斯特的淹水事件(Flooding in Llanrwst)

(一)主題引導與討論

- 1.引導學員探討造成康威谷地(Conwy Valley)淹水狀況的物理與人為因素。
- 2.描述蘭魯斯特(Llanrwst)的淹水狀況，並引導學員思考降低淹水風險的管理策略。

(二)體驗時間

120分鐘

(三)所需器材

公用器材：蘭魯斯特淹水事件新聞剪報及相片(室外)、電子白板裝置(室內)

分組器材：蘭魯斯特聚落歷史淹水照片集、平板電腦(已預灌蘭魯斯特的離線地圖)、蘭魯斯特地形圖及土地分區圖、淹水風險評估系統積分表。

(四)進行流程

1.學員移動：

本次課程體驗地點是位於雷迪克雷艾田野中心北方4公里處的蘭魯斯特城鎮，單程移動時間約10分鐘。蘭魯斯特地區早年遇到大型降雨事件，緊臨城鎮的康威河(Conwy River)宣洩不了龐大的水量，常溢淹到城鎮裡，造成居民生命財產損傷，現雖已透過水利設施與管理策略降低淹水風險，但透過實地勘查淹水遺留的痕跡，搭配新增的水利設施，仍是探討淹水防洪減災很適合的樣點。

2.任務說明：

抵達蘭魯斯特後，安排學員在康威河畔進行任務說明，以歷史淹水事件剪報，搭配淹水照片，比對現地防洪減災設施，創造臨場感，藉以引導學生探討淹水發生原因，並說明後續田野調查工作。

3.資料蒐集與分析：

將學員進行分組，三至四位學員一組，每組學員配置一台平板電腦、紀錄圖卡、蘭魯斯特街廓圖及地形圖紙本，由講師指派各組學員至不同街廓區塊進行調查，主要進行項目如下：

(1)歷史淹水痕跡與防洪減災設施實果：

- A.發給每組學員一張實果紀錄圖卡，圖卡上每一格都是蘭魯斯特聚落不同位置的淹水照片。
- B.讓學員在移動找尋目標區塊的同時，也可以觀察四周環境，找尋淹水的歷史痕跡或設置的防洪減災設施，當尋獲照片上的場景時，使用平板電腦拍

攝一張現況照片留存。

- C.勘查結束時會以拍攝相片作為憑證，檢視學員找到多少淹水歷史痕跡。

(2)洪氾風險管理系統田野資料蒐集與分析：

- A.利用手邊的圖資或平板電腦的導航，找到目標區塊，再用平板電腦拍照標記座標。
- B.一地區洪氾風險高低，與淹水發生機率及災害嚴重性成正比。為此，雷迪克雷艾田野中心發展出一套洪氾風險評估系統，目標區域的海拔高程、與鄰近溪流最短距離，影響淹水事件發生的機率；土地使用狀況及建築物所佔比例，則反應遭遇洪災後的生命財產損害嚴重性。綜合上述四種數據，以經驗式建立評分機制，洪氾風險越高，則分數越高。學員在目標區塊現場，進行這些參數的判別，並將分數記錄於積分表中。

(3)資料分析與收尾

- A.勘查結束後，課程進行移動回到中心教室，講師將各組平板電腦回收，並匯出各組在目標區塊建立的相片及座標數據(gpx檔案格式)，搭配評估的洪氾風險分數，整合成資料庫表格。
- B.在雷迪克雷艾田野中心，中心講師將課程與大量電子器材結合，田野調查彙整的資料庫數據，教師直接使用電子白板，在學員面前操作分析淹水風險評估計算，加權各項風險評估分數後，利用學員也可取得的免費軟體

Google Earth，將評估結果建入街廓的圖層，並搭配擴充模組 G E Graph，將分析結果，以洪氾風險高低，用色階差異呈現在學員面前，進



在康威河畔展示歷史淹水照片，增加臨場感。



歷史淹水痕跡與防洪減災設施實果表

而引導思考防洪減災設施設置，是否對應各地洪氾風險等級，討論後續管理對策訂定。

C.調查分析的結果，學員可拷貝帶回，因皆由免費軟體製作，學員亦可透過家用電腦展示與分享成果，提高學員很多成就感。而這套由雷迪克雷艾田野中心發展的洪氾風險評估系統，分析結果也提供郡政府，作為管理策略擬定與修正之用。

(五)教學體驗啟示

1.調查成果及時呈現，後作力十足：

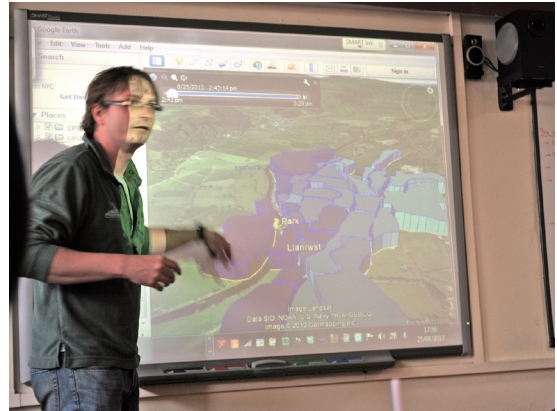
防災風險評估機制的建置，常需透過龐大的資料蒐集與分析，曠日費時且難一窺全貌，致使一般民眾對於評估結果無感，以致於防災意識難以提昇。本套系統嘗試利用簡單參數評估現象，雖無法精細描繪與分析複雜水文水理，但透過簡易取得數據，學員實際參與分析過程，更能觸動學員對於防災減災意識的觀念，而有積極作為。

2.電子媒介的使用，激發教學可能性：

在這次的教學體驗中，使用大量電子器材紀錄資料與呈現成果，除了提高學員對於實作課程專注程度，也透過簡易操作的電子介面，讓原本需具備複雜學理的計算與概念建立才能明瞭的操作，可以直接進行或下修使用者年齡，增加教學機會。另透過這些電子產品的紀錄，除了減少紙張的使用，且因電子化的建檔方式，資料得以快速保留、整併、比較與分析，係未來教學必定會面臨的趨勢。



操作平板電腦標記點位座標資訊



使用電子白板即時分析洪氾風險評估

三、結語

在實際參與了雷迪克雷艾田野中心的地理課程，過程中雖受限參訪時間長度，課程內容多有壓縮，僅以部分單元體驗為主，且部分執行細項係透過講師說明實際操作時的現況安排與討論面向，未能體驗真實課程節奏，但仍強烈感受到課程內容設計的安排與巧思。整體多著重在讓學員透過假說、實驗、調查，來發現問題核心，進而探討、解決問題，最終獲得結論，而講師在過程中多扮演引導角色，確保學員在操作過程中的安全與步驟是否正確，在雷迪克雷艾田野中心的單元體驗，多以提供機會讓學員驗證所學並鼓勵延伸思考為主。

單元活動的設計，以深入淺出的方式，將

複雜的理論簡化，且單次活動多僅傳遞一個主要概念，透過適切合宜的模具操作，及清楚直接的引導方式，讓學習者在短短的時間內，創造一個難忘的學習經驗，並在「情意」方面留下具體印象，在心中根深蒂固，並於日後可能因此而顯現於個人「行為」上。

不僅是課程內容安排，對於服務中較大宗的學校課群，也藉由注意課綱修正的動向，隨時應變並調整修正課程服務，並透過資訊科技的進步與使用者學習平台的轉變，適度引進多媒體互動媒介以搭配課程，配合市場機制，增加回流客及擴展新客源。此種盈虧自負民間組織，雖與林務局自然教育中心系統在體質上有所不同，但其自我約束與行動力，十分值得借鏡。🌱