

Chinese Journal of Environmental Education

VOLUME 22

DECEMBER 2024

CONTENTS

Editor’s Note-----	Chien-Chih Chen	I
The Investigation and the Responding and Educational Strategis Development for Publics and School Teachers face to the Water Shortage Crisis-----	Yu-Jie Chang	1
Design and Evaluation of Self-Developed Board Games on a Simulation Platform-----		39
Using Innovation Diffusion Theory to explore the key elements of the promotion of forest environmental education by Forestry and Nature Conservation Agency-----		59
-----	Shih-Tsen Liu / Pei-Zhi Chiang /Hui-Cih Yang	



環境教育學刊 第二十二期 Chinese Journal of Environmental Education 2024.12 臺北市立大學 地球環境暨生物資源學系發行

環境教育學刊
Chinese Journal of Environmental Education

第二十二期 2024.12
臺北市立大學
地球環境暨生物資源學系發行
(含環境教育與資源碩士班)



主編的話

本次出刊感謝各位先進賜稿。第一篇是民眾及學校教師面對缺水危機之因應及教育策略發展調查。作者結合重要性、可行性、頻率等指標的綜合評估，來鑑別面對缺水，民眾應該有的因應策略，以及老師在教學上應該有的教學策略。作者由600多份問卷中彙整出詳細的因應策略與教學策略，甚具參考價值。第二篇文章探討林業及自然保育署於2007至2009年間，在全臺陸續設立八座自然教育中心，積極推動森林環境教育，最終精選出12套「學·森林」通用課程，並培訓內外部種子教師。該研究以創新擴散理論為基礎，探討自然教育中心在推動森林環境教育過程中的創新推動者特質，以及影響「學·森林」課程擴散的要素。本刊第三篇文章，作者介紹一個國內較少教學者使用的桌上遊戲模擬平臺。該文章簡單介紹了模擬桌遊平臺的設計方式以及應用上的一些方法以開發者、教學者的角度進行評析。對於遊戲學習教育相關的研究者和開發者來說，是很有用的參考資料。

臺北市立大學地球環境暨生物資源學系

(含環境教育與資源碩士班)謹識

中華民國113年12月

目 錄

主編的話-----	環境教育學刊 編輯部	I
民眾及學校教師面對缺水危機之因應及教育策略發展及 調查研究-----	林明瑞，徐毓晴	1
自製桌上遊戲於桌遊模擬平台的設計與應用評測----- -----	張育傑	39
以創新擴散理論探討林業署推動森林環境教育之成功 關鍵-----	劉思岑、蔣沛志、楊總慈	59

附錄

臺北市立大學_環境教育學刊_徵稿辦法

臺北市立大學_環境教育學刊_文稿書寫注意事項

臺北市立大學_環境教育學刊_投稿者資料表

臺北市立大學_環境教育學刊_投稿者聲明及著作授權書

民眾及學校教師面對缺水危機之因應及 教育策略發展及調查研究

林明瑞¹，徐毓晴^{2*}

1 國立臺中教育大學科學教育及應用學系環境教育暨管理碩士班教授

2*國立臺中教育大學科學教育及應用學系環境教育暨管理碩士班碩士生

摘 要

臺灣地區近年來經常發生缺水危機，造成民眾無水可用，而教師具有教育學生的責任，因此民眾及教師的因應策略及教學策略變得很重要。故本研究針對民眾及教師問卷分別發展四大因應策略面向及五大因應教學策略面向，其中民眾有效問卷回收900份，教師問卷有效問卷回收684份，民眾及教師問卷Cronbach's α 係數分別為0.960及0.973。透過綜合評估（重要性、可行性及執行頻率之加總平均）與重要性-可行性分析（IFA分析）結果發現最應優先推動面向民眾為「A2保育山林」，教師則為「B1與氣變關聯性」。優先執行因應策略民眾「A2.6山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」等7項，教師優先執行策略「B2.5山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」等18項。

關鍵詞：缺水危機、因應教學策略、缺水因應策略、氣候變遷、水資源保育

The Investigation and the Responding and Educational Strategis Development for Publics and School Teachers face to the Water Shortage Crisis

Yu-Jie Chang

Abstract

Taiwan has experienced frequent water shortage crises in recent years. Water shortage has left people without water, which also makes it important for teachers to teach about water shortage crises. Therefore, the coping strategies and teaching strategies of the public and teachers become very important. This study developed questionnaires for the four coping strategies and the five coping teaching strategies for the public and teachers respectively. Collected 900 public questionnaires and 684 teacher questionnaires. Cronbach's α of the public and teacher questionnaires were 0.960 and 0.973. Through the comprehensive evaluation and IFA analysis results, it is known that priority should be given to promoting the "A2 Conservation of Mountains and Forests" aspect to the public and the "B1 Correlation with Climate Change" aspect to teachers. The priority implementation response strategy for the public is "A2.6 Mountainous areas and water source areas should avoid littering and sewage to ensure the safety and hygiene of water sources" and 7 other items. Teachers' priority implementation of the response teaching strategy is "B2.5 Mountain areas and water source areas should avoid littering. Garbage and sewage, ensuring the safety and hygiene of water sources" and 18 other items.

壹、前言

一、研究背景與動機

聯合國政府氣候變遷專家委員會(IPCC)公告之氣候變遷第六次評估報告(AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability)指出，全球暖化造成極端事件頻傳，如洪災、乾旱、豪雨、高溫等極端天氣(Hossain et al., 2020; Philip et al., 2021; Q. Zhang et al., 2022)。其中颱風、強降雨造成洪水、土石流容易造成集水區水質不良，自來水取水水質不佳無法使用；而長期未降雨造成乾旱情形發生，也將造成集水區水源不足，無法提供足量且乾淨知水源。但由文獻可發現，短時間強降雨易造成洪水土石流等具立即性或破壞力之危害故關注度較高，反之缺水危機等需長時間未降雨才會發生之關注度較低。

而臺灣位屬高溫、多雨的亞熱帶氣候區，且每逢夏季多有颱風形成過境，為一雨量充足的國家，但由全球缺水指數排名顯示為第18位，其主因包含(1)因地勢造成的雨水滯留時間較短、(2)枯豐水期間降雨分布不均、(3)產業發展水資源需求量增加等(王禎彬，

2007；朱健行，2016；林旭信等，2012；許晃雄等，2012)。近年乾旱情形包含2015年的連續6個月旱災及2022年因夏季無颱風造成隔年年底部分地區的實施「供五停二」的限水情形(Greenpeace 綠色和平，2021；蕭靄君，2021)。除颱風過境量較少造成的旱災外，於1911年至2019年期間臺灣枯豐水年降雨量差異越趨明顯，因此若隨著該趨勢推測，未來缺水所帶來的各種危機，將成為臺灣民眾長期必須思考的問題(氣候變遷災害風險調適平台，2022)。

故經濟部與教育部分別透過節約用水常態化行動方案及缺水危機教育納入「十二年國民基本教育課程綱要總綱」方式，提升民眾及學生對於缺水危機之因應能力(工業技術研究院，2016；國家教育研究院，2019)。對此本研究以瞭解民眾及教師認為缺水危機因應策略及因應教學策略想法為目的，發展民眾及中小學教師調查問卷，以瞭解面對缺水危機各項因應策略及因應教學策略的適宜性及優先推動順序為何。

二、研究目的

依據上述研究動機，提出以下研究目的：

- (一) 發展民眾及教師缺水危機的因應策略及因應教學策略及策略面向之問卷。
- (二) 探討民眾及教師面對缺水危機之各項因應策略面向及因應教學教學策略面向綜合評估結果。
- (三) 透過重要性-可行性(IFA)分析探討民眾及教師缺水危機應優先推行的因應策略面向及因應教學策略面向。

貳、文獻探討

一、氣候變遷導致缺水危機的風險與原因

- (一) 氣候變遷可能引發的各種極端天氣

自工業革命以後全球溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)濃度大量增加，導致全球暖化及氣候變遷情形加劇(Allen et al., 2009; Meinshausen et al., 2009; 江智偉等，2021; 姚銘輝、陳守泓，2008; 曾仁佑、林沛練，2004)。這樣的極端天氣發展趨勢主要導因於工業活動

下產生大量溫室氣體及綠地森林減少與破壞(Ruddiman, 2003; 林俊成，2009)。

因此在溫室氣體排放量增加、大量森林的破壞的情況下，大氣對於溫度及濕度調節能力降低，促使異常天氣型態頻繁發生，旱季、雨季間的差異更加明顯(Ahmadalipour et al., 2017; Chou et al., 2007; 周佳、劉紹臣，2012)。臺灣地區在全球暖化及氣候變遷衝擊下，總降雨量、暴雨強度、連續不降雨日數都將因此而增加(Ferry, 2016)。

由上述文獻討論可知極端天氣發生以短或長時間強降雨及旱災造成的缺水危主，其中又以旱災造成缺水情形更為嚴重，因此缺水危機將是未來臺灣地區所面臨的重要問題(氣候變遷災害風險調適平台，2022)。

- (二) 極端天氣可能引發水資源匱乏之原因

水資源為人類活動不可獲缺的珍貴資源之一，但在極端天氣日益嚴重的趨勢下，臺灣地區枯豐水期降雨差異更佳明顯，從而導致枯水期局部地區或全台缺水情形更加頻繁發生，其中2015年全

台嚴重缺水、2021年中部的嚴重缺水就是典型極端天氣造成缺水之案例。(陳正達等，2014；劉玫婷等，2021)。

另外除降雨量不足造成缺水外，在豪雨降至水土保持不佳之集水地區時，雨水將夾帶大量土砂等至下游集水區，使得水庫水質濁度升高，嚴重時將導致淨水場無法正常操作，因而中斷供水(梁惠儀等，2010；陳文福、陳世賢，2008；廖崇聖等，2011)。

二、導致各面向缺水之原因

(一) 水資源不足導致缺水之原因

水資源不足的情形除了氣候型態改變造成乾旱情形發生外，水文、環境及工商發展也加重了缺水的風險及危機(Van Loon et al., 2016)。在炎熱季節裡，若沒有即時的對流雨、颱風帶來的雨量及水資源，將會使得生態、工商業、農漁業及民生用水對水資源需求激增，而導致缺水情形發生(Lim et al., 2019; Nguyen et al., 2021)。

(二) 暴雨致缺水之原因

雨水可提供大量水資源使用，但臺灣地區因山坡地形陡峭，在短時、長時

強降雨頻率增加情況下，若未做好山區的水土保持，則會強化雨水冲刷地表之侵蝕能力，容易引發洪水或土石流，使得大量泥沙隨著雨水帶至下游地區，造成集水區水源水質濁度增加，嚴重時則將影響到淨水廠之操作，使供水量降低或暫停供水等情形(江陽聖等，2007；陳文福、陳世賢，2008；陳淼川，2010；曾麗綺、陳毅青，2019；廖崇聖等，2011)。

另除臺灣本身地形影響外，有時農民在山區不當的種植果樹、茶葉、蔬菜等經濟作物，將影響水土保持，導致土壤冲刷、泥沙淤積等不利於水庫蓄水情形發生(黃炳文等，2008)。同時，山區的農業活動使用之農藥及肥料也將隨著雨水冲刷流入水庫當中，嚴重時將影響水庫水質，造成優養化等情形發生(Lim et al., 2019; Nguyen et al., 2021；張立群等，2021)。

(三) 水資源污染導致缺水的原因

近年來政府積極推動各地區工業區發展，因此在開發行為與環境保護間達到平衡是非常重要的。為確保民眾生活有乾淨無污染的水資源可以使用，依據

我國「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第3條規定，若工廠設置於水庫集水區或自來水水質水量保護區等，則應進行環境影響評估，以確保水源不受工業活動所影響。

然而除了工業活動限制外，家庭污水、旅遊區排出的污水等亦會使得河川、集水區水質遭受污染，因此在檢測河川、水庫及水源區水質安全時應須考量是否遭受到上述污染源的污染(林郁汶等，2022)。因此，自來水法第11條也規定禁止在水源區附近進行濫伐林木、濫墾土地、土石開採、污染性設廠及以營利為目的飼養家禽、家畜等11項行為。

三、永續水資源之各項因應策略

(一) 氣候變遷與水資源保育相關策略

由上述文獻探討可知，水資源缺乏原因與全球暖化、極端天氣有關，因此為降低該情形來之影響，應有效減緩大氣中溫室氣體之排放(行政院經濟建設委員會，2012)。因此各國目前也針對溫室氣體減量、淨零排放等訂定相關政策，若能降低人類活動中產生的溫室氣體排放量，相對能減少氣候變遷下極端天氣所帶來缺水情形的發生(Matós et al

., 2022; Newell, 2009)。臺灣更是於2022年正式公告「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型策略逐步降低溫室氣體排放，實現淨零排放目標。透過上述做法，讓民眾及學校師生知道哪些活動會加速全球暖化之發生，我們可以透過那些節能減碳的策略，以降低極端天氣發生頻率避免缺水情形發生。

(二) 保育山林及綠地以永續水資源相關策略

臺灣山坡地型陡峭，因此在極端暴雨事件發生時，山坡地土壤經常會被大雨嚴重侵蝕，造成河川、湖泊、水庫等水質濁度增加，而導致水質濁度超出淨水廠負荷，促使降低供水或暫停供水的情形發生(梁惠儀等，2010；連惠邦等，2016)。由此可知，為能達到永續水資源的目標，應做好山坡地水土保持及保育山林。

另外，山林地區經常是我們國內重要的水質水量保護區，經文獻可知土壤沖刷包含了自然情形及人為開發兩種情形造成的，其中不當的人為開發行為，

保育山林與水土保持是政府及民眾應有之積極作為(曾麗綺、陳毅青，2019)。

再者，地下水也是重要水資源之一，由於近年來工商業快速發展，都市化水泥化使得不透水鋪面大量的鋪設，而使得降下來的雨水不容易涵養至地下，促使地下水資源逐漸匱乏，因此在都市化的過程中應減少不透水鋪面的鋪設。

(三) 日常生活(學校及家庭)中的水資源保育相關策略

由於近年來缺水危機經常發生，因此民眾應具有缺水防治意識，故可透過(1)生活中的節水、(2)雨水回收再利用、(3)廢水回收再利用、(4)換裝節水設備、(5)防止生活中的漏水問題(6)飲用水的安全衛生等策略以進行缺水防治。建築物設置雨水貯留利用系統，可將雨水收集後用於沖廁、景觀、澆灌、灑水、洗車、冷卻水及消防等用水可有效減少自來水用水量(Muthukumaran et al., 2011)。除了節水及回收用水外，生活中設施節水也是避免缺水的生活策略，經濟部水利署設置省水標章，民眾可於選購用水商品時，可參考省水標章進行選購。同時，在生活

中使用相關用水設施時應定期保養或檢查家中牆面或地面是否有漏水情形發生，避免在不知情的情況下浪費水資源(台灣自來水公司，2022)。

(四) 產業之水資源保育相關策略

近年來工商產業發展快速，河川經常會遭受到附近工廠廢水、市政汙水的污染，影響到民眾水質衛生安全，因此政府除透過稽查人力外，也希望透過民眾力量進行檢舉稽查，開發網頁陳情系統及報案APP等提供民眾多元的污染檢舉方式，降低產業污染造成用水安全問題。另外，彙整產業大廠之永續報告書發現，事業藉由用水製程之水循環回收再利用、雨水貯留及廢水回收處理再利用等方式進行水資源保育，強化事業用水效率、提升廢水回收率，如台積電、友達等(台灣積體電路股份有限公司，2024；友達光電股份有限公司，2024)。

四、水資源之各項教學策略

(一) 水資源之教學策略

現今教學模式多元化，教師可除了可以透過融入式教學方式，將缺水危機之水資源課程融入至國小自然與生活科

技課程中(趙家民等, 2013); 同時, 可透過學校中雨撲滿設施或是戶外教學方式, 讓學生實地體驗或操作方式, 提高學生對於水資源學習興趣及環境知識、環境態度及環境行為(陳建置, 2010; 趙家民等, 2013; 李玉萍等, 2018)。另外, 若無法提供實際環境體驗時, 教師也可透過桌上遊戲方式, 以遊戲情境機制營造臺灣用水生活情境, 讓學生透過遊戲方式思考各項用水、省水措施(鄭秉漢等, 2020)。最後, 也可在課程中進行缺水危機環境議題透過正反兩方討論方式讓學生進行討論及反思, 強化學生對缺水危機之各項策略認知、態度(房振謙等, 2008)。

(二) 水資源之課程教學及成效

我國教育部110年2月修訂之「十二年國民基本教育課程綱要總綱」明訂於課程設計及發展中應適時融入19項議題, 以核心素養作為課程發展主軸, 融入水資源保育及缺水議題(國家教育研究院, 2014), 並公告「議題融入說明手冊」, 提供教師各項水資源保育學習主題。在吳淑華(2021)的研究中, 透過低年級生活課程單元, 以繪本進行水資源教學引起學生之學習興趣、幫助學生理

解, 並透過校園中的水資源相關設施, 以教師觀察及訪談可發現, 學生用水習慣由相比教學後提升30%(吳淑華, 2021)。在趙家民等(2013)研究中, 中年級課程可以自然與生活科技領域或數學領域之計算水容量單位相關課程將入水資源相關課程, 並結合社區環境之便利性以校園附近生態做為教材, 且由學習單及家長回饋瞭解, 結合課程及環境教育可加深學生對水資源的認識, 同時強化與社區環境之在地情感文化。另外, 在范郁敏(2011)研究中, 於國小高年級課程中教師可透過綜合活動課程, 學生以水資源課程為主題創造自身學習內容及省思, 透過與同儕間的學習討論及教師引導, 以學生為主體, 可顯著發現學生於課後的態度、行為改變。

參、研究方法

一、研究架構

本研究以缺水危機為主要研究重點, 故須瞭解民眾及教育我們未來下一代的學校教師對於缺水危機看法, 針對民眾及學校教師面對缺水危機因應策略及因應教學策略進行調查。研究架構如圖1所示。民眾因應策略面向包含「A2保

育山林及綠地以永續水資源策略(以下簡稱：保育山林)」、「A3支持政府政策以保育水資源(以下簡稱：政府政策)」、「A4生活中面對保育水資源的作法(以下簡稱：生活作法)」與「A5不當產業活動影響水資源安全之關注(以下簡稱：產業活動)」等四大面向，教師因應教學策略面像包含「B1氣候變遷與水資源保育的關聯性教學(以下簡稱：氣變關聯性)」、「B2保育山林及綠

地以永續水資源教學(以下簡稱：保育山林)」、「B4生活中面對保育水資源教學(以下簡稱：生活作法)」、「A5不當產業活動影響水資源安全之教學(以下簡稱：產業活動)」與「B6提升學生水資源保育素養教學策略(以下簡稱：教學策略)」等五大面向，其中共通面向為「A2、B2」、「A4、B4」與「A5、B5」。



圖1 研究架構

二、研究流程

本研究優先確認研究主題後，針對研究方向蒐整文獻進行問卷設計，並將設計完成之問卷進行問卷預試及專家審查。經過問卷預試分析及專家委員審查結果修正問卷成為正式問卷進行發放施測。正式問卷施測對象將依據各區人口比例分層抽樣進行發放，接續透過回收之正式問卷進行資料統計分析(包含信度、效度分析)，並撰寫研究結果與討論完成論文。

三、研究對象

本研究對象以全國20歲以上民眾及目前在校任職國中小教師作為母群體，透過Rea & Parker (1992)之依比例分層抽樣方式，以信心水準95%與抽樣誤差5%條件下進行計算($Z\alpha = 1.96$ ， $Cp = 0.05$ ， $N = 19,296,259$)，計算民眾問卷應回收384份，教師問卷應回收383份，並以每份公文回收1~2份問卷計算寄發961份公文將提供電子問提供給國中小學校協助轉交學校教師及學生帶回給家中20歲以上成人進行填寫，正式問卷共計回收900份民眾問卷、684分教師問卷，如表1所示。

表1 問卷抽樣及回收數量

區域	民眾			教師		
	抽樣份數	發放份數	回收份數	抽樣份數	發放份數	回收份數
北部	166	332	364	160	266	254
中部	94	188	214	101	168	187
南部	103	206	225	96	160	160
東部	16	33	67	22	36	46
離島	4	9	30	5	8	37

四、研究工具

本研究依據氣候變遷造成缺水之因應策略進行文獻分別編制民眾問卷及教師問卷，並以矩陣式問卷方式詢問民眾及學校教師針對各策略重要性、可行性及執行/教學頻率進行詢問。

（一）民眾問卷編制

1.填答人之基本資料

受訪者基本資料調查分為年齡、性別、職業等個人基本資料進行詢問，其次針對水資源保育及環境相關議題接觸等訊息進行了解，如民眾個人有關水資源保育資訊主要來自哪裡、是否為環境相關領域畢業等。

2.問卷題目

民眾問卷參考缺水危機策略文獻及政府節水宣導資料，編制缺水危機因應策略四大面向題目，包含「A2山林及綠地以永續水資源」（6題）、「A3民眾支持政府政策以保育水資源」（5題）、「A4民眾生活中面對保育水資源的作法」（13題）與「A5關注周遭產業活動影響水資源安全」（4題），共計28小題，另外透過矩陣式問卷設計方式針對各題重要性、可行及執行頻率進行詢問。

（二）教師問卷編制

1.填答人之基本資料

教師問卷基本資料則針對教師性別、教育程度、學校地區、任教情形等個人教學訊息進行詢問，其次針對環境教育及水資源教育推動等基本訊息進行了解，如教師是否有校園環境教育推動的經驗、參加環境教育研習的頻率等。

2.問卷題目

教師問卷除參考學術文獻及政府節水宣導等資料外，參考課綱及教學策略編制五大面題目，分別為「B1氣候變遷與水資源保育的關聯性教學」（5題）、「B2保育山林及綠地之永續水資源教學」（5題）、「B4日常生活（學校及家庭）中，水資源保育教學」（13題）、「B5不當的產業活動影響水資源安全之教學」（3題）與「B6提升學生水資源保育素養教學策略」（5題），共計32小題，另外透過矩陣式問卷設計方式針對各題重要性、可行及教學頻率進行詢問。

（三）預試問卷

完成問卷編制後，以依比例分層抽樣方式將國中小學編列序號後以電腦隨機抽樣選取100所學校進行發文，協請

學校教師填寫電子問卷，並將問卷連結提供給學生帶回給家中20歲以上之成人進行填寫，實際民眾問卷回收150份問卷，教師問卷回收115份。針對回傳之預式問卷進行「內部一致性信度」(internal consistency reliability)檢驗，將不良之題目予以修正或刪除，預試問卷之內不一致性Cronbach's α 值民眾及教師分別為0.973及0.960，顯示本問卷信度在0.7良好以上具備內部一致性。

(四) 專家委員審查

為使問卷符合研究目的及研究架構，邀請水資源相關領域之專家經濟部水利署王藝峰副署長、經濟部水利署中區分署洪信彰分署副署長、臺北市立大學地球環境暨生物資源學系張育傑主任及宜蘭大學環境工程學系李元陞教授進行問卷內容符合度之審查作業，以提高內容效度，並依據專家審查後提出意見及建議與指導教授進行討論、修正或刪除，完成正式調查問卷。回收正式問卷內部一致性分析顯示，Cronbach's α 係數分別為民眾0.978及教師0.982，顯示本問卷具有高度內部一致性。

四、資料處理與統計分析

(一) 綜合評估分析

本研究將重要性、可行性及執行頻率等標的分為5個級距，分別給1至5進程度量化，同時透過各標的分數進行加總後平均取得綜合評估結果，瞭解民眾及教師針對各項目整體缺水因應策略及因應教學策略表現之優劣分析。

(二) 重要可行性分析法(Importance-Feasibility Analysis, IFA分析)

Martilla & James於1977年提出之重要表現性分析法(Importance-Performance Analysis, IPA)以商品或服務之重要性及受訪者對於商品或服務主觀表現感受進行分析，然而因應各項缺水因應策略非商品或服務，故將表現性(Performance)改為可行性(Feasibility)進行研究，並以重要性(X軸)及可行性(Y軸)之總平均值為原點切成四個象限，第一象限為因應及教學策略重要性及可行性高，應優先執行策略；第二象限為重要性低可行性高之可作可不作之策略；第三象限為重要性低可行性低，為最後推動項目；第四象限為重要性高可行性低，需要比較多心力來執行才能突破之策略項目。

肆、結果與討論

一、基本資料分析

透過描述性統計分析瞭解民眾及學校教師基本資料及特性，詳細如表1、表2所示。

(一) 民眾基本資料

本研究問卷針對受訪民眾11項基本資料進行調查結果分析，瞭解受訪者以女性較多(佔65%)，其次為男性(佔35%)；受訪者年齡以31歲~40歲民眾最多(佔33.2%)，其次為41~50歲(佔23.2%)，接下來為25歲以下受試者(佔17.7%)；教育程度則以大學(專)學歷為主(佔61.8%)，其次為研究所以上學歷受試者(佔26.9%)；各職業以服務業佔比21.4%最多，其餘職業約16.4%~12.9%之間，平均分散多種職業類別。且由受試者以偶爾接觸環境議題佔44.0%為主，而60.1%之受測者所在地區都曾因缺水受到限水、停水之影響。

(二) 教師基本資料

本研究問卷針對受訪教師16項基本資料進行調查結果分析，瞭解受訪者以女性較多(佔63.6%)，與現行教育部公告之女性教師比例大於男性教師相符；

而教師教育程度則以碩士畢業為主，佔64.8%；其次為大學(專)畢業之教師，佔31.9%；其中受測教師以組長、主任為最多(佔48.8%)，可知本次調查教師多數為行政工作推動人員，且為第一線環境教育工作推動幹部。另調查教師具有環境教育人員認證僅32.9%，但有56.7%教師曾經推動過水資源相關議題課程。

二、民眾及學校教師因應策略及因應教學策略綜合評估分析

(一) 民眾因應策略及各面向之綜合評估分析

本研究針對民眾的缺水因應策略調查問卷四大面向28題項，分別為「A2保育山林」、「A3政府政策」、「A4生活作法」及「A5產業活動」，進行綜合評估(重要性、可行性及支持/執行頻率的加總平均值)，如表3所示。

1. 因應策略面向

由四大面向綜合評估值可知，整體綜合評估4.20分，各面向綜合評估值在4.26~4.04之間，評估成果皆為4分(良好)以上，可知整體來說民眾針對缺水危機之因應皆認為需要被推行、推動的。其中A2保育山林之綜合評估4.26最高

，民眾皆瞭解山林為水源之源頭，因此保育山林可降低水源污染避免缺水情形發生，而由文獻可知做好集水區之山林保育可降低人為污染影響及水庫水質不良或淤積之情形(賴承農、林伯勳，2019；邱予柔等，2019；林壯沛，2016)。其次為A4生活作法綜合評估4.21，該項目分數僅次於前項原因為其重要性相對較低，推測為各項生活作法策略因民眾認為只是小習慣微不足道，故重要性較低。但也因該項目多為習慣問題民眾已熟悉生活中節約用水等知識、應用，故可行性及執行頻率高(趙櫻花等，2016)。A3政府政策綜合評估為4.17，推測因政策面主要決策及實施皆為政府機關，民眾僅具有支持功能，故項目整體重要性、可行性及支持頻率皆為第三名。A5產業活動則綜合評估為4.04，其雖重要性位居第二，而由Raman & Roy (2019)研究瞭解民眾生活圈與產業設置區域分開有助於產業發展於，故民眾及產業區域相對關連性及認知重要性相對較遠。另有文獻證實，產業因應策略多與國家經濟發展、社會企業責任及營運有關，污染情形也相對較隱蔽不易察覺(林祐民等，2021；周雨田，2020；林昱宏，2012)，故造成整理綜合平均最低。

2.因應策略

由本調查問卷28項策略中綜合評分來看，除「A5.1.3正確施肥及使用農藥，避免水質惡化及安全衛生問題」綜合評分為3.95在4分（良好）以下外，其餘綜合評分皆在4以上，表示民眾皆認為各項策略皆為值得推動的。

前六項策略分別為「A2.6山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」綜合評分最高為4.52，其次為「A4.2.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」(4.36)、「A3.4公共飲用水清潔衛生問題，以保飲用水安全衛生」(4.24)、「A4.2.2選購省水標章商品，以降低水資源的消耗」(4.34)、「A4.2.3盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源」(4.34)及「A4.3.1定期檢查家中供水設施是否有漏水的情形，避免水資源浪費」(4.34)，可知民眾對於水資源源頭保護、節約水資源及水資源安衛生由為注重，因此應優先推動此六項策略。

表2 民眾問卷試題分析

題目	重要性	可行性	支持/執行頻率	綜合評估	面向名次	總名次
A2.1 做好水土保持及山林保育，以避免影響到水源水質及供水	4.59	4.15	4.15	4.28	2	7
A2 保育	4.50	4.10	4.08	4.21	4	12
A2.2 良好的透水率性，能使保有水資源，可提水源	4.57	4.19	4.12	4.27	3	9
A2.3 建儲水設施同時應該妥善保育山林資源，避免水資源快速流入海中	4.45	3.99	4.00	4.14	5	18
A2.4 增加藍帶與綠帶，以有效調解氣溫及降雨機率	4.42	3.99	3.87	4.09	6	22
A2.5 柏油及水泥建築不易保留水資源，應增加綠地及透水鋪面	4.70	4.47	4.38	4.52	1	1
A2.6 山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生	4.44	4.08	4.00	4.17		15
A3 民眾	4.38	3.88	3.76	4.01	5	27
A3.1 洪池、沉沙池可降低洪水發生率及濁度較高之水源進入到給水設施	4.45	4.02	3.84	4.11	4	21
A3.2 社區興建時應導入海綿城市設計概念，以有效增加雨水蓄存容量	4.59	4.32	4.14	4.35	1	3
A3.3 定期更換自來水幹管，以減少自來水滲漏，節約水資源	4.54	4.17	4.01	4.24	2	11
A3.4 公共飲用水清潔衛生問題，以保飲用水安全衛生	4.36	4.07	3.69	4.04	13	25
A3.5 污水下水道若有效截流污水，避免水源及河川遭受污染						
A4.1 雨水回收再利用						
A4.1.1 平時應考慮如何有效收集回收雨水，以增加水資源之使用	4.48	4.20	3.92	4.20	7	13
A4.2.1 節約用水及廢水回收再利用，可減少自來水之使用	4.51	4.36	4.16	4.34	2	4
A4.2.2 選購省水標章商品，以降低水資源的消耗	4.47	4.35	4.21	4.34	3	5
A4.2.3 盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源	4.33	4.12	3.81	4.09	12	23
A4.2.4 使用海綿、水桶盛水擦拭洗車，以降低水資源的使用	4.50	4.37	4.22	4.36	1	2
A4.2.5 應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源	4.38	4.25	3.95	4.20	8	14
A4.2.6 將用過的水回收再利用，可減少自來水之使用						
A4 民眾生活面對保育水資源的作法						

A4.3 如何防 止生活中的漏 水問題	A4.3.1 定期檢查家中供水設施是否有漏水的情形，避免水資源浪費	4.51	4.39	4.11	4.34	4	6
	A4.3.2 定期檢查家中水錶，避免漏水的情形發生	4.39	4.25	3.74	4.13	11	19
	A4.3.3 牆面、地板潮濕或發霉的現象時，應即時處理	4.46	4.19	3.86	4.17	9	16
A4.4.如何確 認飲用水的安 全衛生	A4.4.1 在洪水侵襲過後，會有用水衛生上的疑慮應該要加強消毒	4.50	4.29	3.94	4.24	6	10
	A4.4.2 應注意停水後供水水質，水質不佳的水蓄存使用	4.49	4.31	4.03	4.28	5	8
	A4.4.3 應定期檢視家中供水系統是否有錯接，以確保水質安全	4.41	4.19	3.85	4.15	10	17
A5 關注周 遭不當產 業活動影 響水資源 安全	A5.1 產業活 動之污染	4.54	4.14	3.69	4.12	1	20
	A5.1.1 關注工廠及產業排放污水，以免影響到環境及民眾健康	4.49	4.08	3.52	4.03	3	26
	A5.1.2 關注水域環境污染或產業排出廢水，並加以檢舉	4.49	3.97	3.38	3.95	4	28
	A5.1.3 正確施肥及使用農藥，避免水質惡化及安全衛生問題						
	A5.2 關心產 業節約用水問 題	4.52	4.10	3.57	4.07	2	24
	A5.2.1 鼓勵產業進行廢水回收再利用，以減少水資源使用						
總計		125.45	116.80	110.01	117.49		
平均值		4.48	4.17	3.93	4.20		

（二）教師因應缺水教學策略及各面向之綜合評估分析

本研究針對教師的缺水因應教學策略調查問卷五大面向33題，分別為「B1與氣變關聯性」、「B2保育山林」、「B4生活作法」、「B5產業活動」及「B6教學策略」進行綜合評估，如表4所示。

1.因應教學策略面向

教師問卷之五大面向綜合評估值為3.86在4分以下，稍低於良好，表示教師填答較為嚴謹，但是整體結果仍然接近適當。其中B1與氣變關聯性之綜合評估4.08最高，主因為學校教育多為知識概念性教育，因此教師認為與氣候變遷關聯性主題之教學最為適當，使該項整體綜合評估最高，另外教育部(2020)永續發展目標（SDGs）教育手冊臺灣指南中，針對氣候變遷與水資源關聯性，仍將其列為重要教育目標之一。其次B2保育山林綜合評估3.94，可知教師皆瞭解水資源主要來源皆為山林，故將其納入重要課程當中，且由文獻可知教師瞭解山林是涵養水資源的重要地帶，須妥善保育(林壯沛，2016；Viviroli et al., 2011)，故提升該項目整體分數。B5產業活動綜合評估為3.76，屬於一般學

校應灌輸給學生之環境議題態度及做法，且由Akter 等人(2017)研究指出多數人認為產業污染是最主要水污染問題來源，因此具有教學之必要性，促使實際教學頻率較高。B6教學策略綜合評估為3.72排名第四，推測其排名較後原因為，各項教學主題及因應策略適合的教學故事並不相同，且各教師擅長教學方式略有不同，故會以教學內容為優先考量重點，因此教學方式排名相對靠後。而B4生活作法綜合評估為3.56最低，教師認為生活中與節水相關策略簡單輕易可以做到，不一定需要由老師進行教學來達成，且由文獻指出透過現今新聞媒體等國小孩童對氣候變遷下生活節水作法都具有高度認知及应用能力(林政輝，2022)，故教師在學校在行教學需求相對較低。

2.因應教學策略

由本調查問卷33題中綜合評分來看在4分（良好）以上項目共計13項，前五項分別為「B2.5山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」綜合評分最高為4.29，其次為「B4.4.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」（4.23），「B4.2.3盆浴優於淋浴

、淋浴優於泡澡，以節省水資源」(4.15)，「B4.2.1節約用水及廢水回收再利用，可減少自來水之使用」(4.14)，「B1.2如何避免加速氣候變遷之活動」(4.13)。

由分析結果可知，除第一項及第五項為B2保育山林及B1與氣變關聯性項目外，第二及第四項皆為B4生活中的做法，但生活中作法面向平均值卻是綜合評估分數最低的，可知生活中作法眾多，部分過於簡單習不需要在課程中進教學，但仍有部分題目經過篩選值得教師積極推動教學。

表3 教師問卷試題分析(1/2)

項目	題目	重要性	可行性	教學頻率	綜合評估	面向名次	總名次
B1 氣候變遷與水資源保育的關聯性教學	B1.1 氣候變遷下，全球平均氣溫升高，衝擊水循環	4.60	4.15	3.30	4.02	5	12
	B1.2 如何避免加速氣候變遷之活動	4.63	4.24	3.52	4.13	1	5
	B1.3 氣候變遷使得極端天氣如豪雨、洪水及乾旱等發生頻率增加	4.61	4.18	3.48	4.09	3	8
	B1.4 極端天氣發生時，所引發的豪雨、洪水造成環境災害有哪些	4.61	4.22	3.52	4.12	2	6
	B1.5 極端天氣發生時，所引發的旱災、天氣乾燥造成災害有哪些	4.57	4.14	3.41	4.04	4	11
B2 保育山林及綠地之永續水資源教學	B2.1 做好水土保持及山林保育，以避免影響到水源水質及供水	4.58	4.16	3.43	4.06	2	10
	B2.2 良好的透水性，能使保有水資源，可提	4.29	3.80	2.97	3.69	4	24
	育山林水源						
	B2.3 建儲水設施同時應該妥善保育山林資源，之永續避免水資源快速流入海中	4.54	4.11	3.35	4.00	3	13
	B2.4 增加藍帶與綠帶，以有效調解氣溫及降雨	4.31	3.82	2.92	3.69	5	25
教學機率							
	B2.5 山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生	4.68	4.40	3.79	4.29	1	1

B4.1									
雨水回		B4.1.1 平時應考慮如何有效收集回收							
收再利用		雨水，以增加水資源之使用	4.24	3.82	3.06	3.71	9	23	
用									
B4 日 常生活 (學校 及家 庭) 中，水 資源保 育教學	B4.2.1 節約用水及廢水回收再利用， 可減少自來水之使用		4.58	4.23	3.61	4.14	3	4	
	B4.2.2 選購省水標章商品，以降低水 資源的消耗		4.55	4.27	3.50	4.11	4	7	
	B4.2 B4.2.3 盆浴優於淋浴、淋浴優於泡 生活中澡，以節省水資源		4.56	4.29	3.59	4.15	2	3	
	如何節 B4.2.4 使用海綿、水桶盛水擦拭洗， 約用水 以降低水資源的使用		4.23	3.87	2.95	3.68	10	26	
	B4.4.5 應避免大量出水、持續放水及 沖水，節約水資源		4.58	4.34	3.78	4.23	1	2	
	B4.4.6 將用過的水回收再利用，可減 少自來水之使用		4.42	4.14	3.39	3.98	6	14	
B4.3		B4.3.1 定期檢查家中供水設施是否有	4.51	4.22	3.52	4.08	5	9	

三、民眾及學校教師因應策略及因應教學策略重要可行性分析

(一) 民眾各大缺水面向之IFA分析及3D圖分析

1.各因應策略面向由IFA分析（如圖2）顯示，第一象限為A2保育山林面向策略，為重要性高、可行性高之優先推動面向，主要為民眾皆瞭解山林為水源源頭，因此保育山林可降低水源污染避免缺水情形發生，為最優先應推動面向。且由多項研究顯示山林及綠地為水的主要來集水區，做好山林保育可降低人為污染影響及集水區水質不良或淤積之情形(賴承農、林伯勳，2019；邱予柔等，2019；林壯沛，2016；Bai et al., 2012)。第二象限為A4生活作法面向

策略，為重要性低、可行性高之面向，可知多數生活中作法在民眾認為相對不難做到促使其重要性低，故為可有可無之面向。第三象限為A3政府政策面向策略，為最後推動面向，推測因政府政策主要決策及實施皆為政府機關，因此民眾認為各項政策為政府權責，與對民眾沒有切身關係，因此為最後推動項目。第四象限為A5產業活動面向，該策略主要透過檢舉及觀察來避免水資源污染，然而在這過程中具有一定之風險，因此民眾認為該策略可行性較低，另透過過去污染案件分析可知，多數民眾在於科學知識、權力及資源不足的情況下，難以透過檢舉陳情造成實質環境影響(范玫芳、邱智民，2019；陳震遠，2022)。

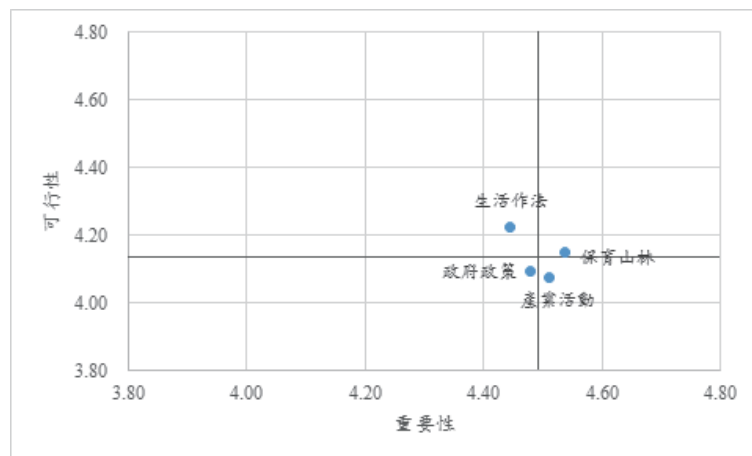


圖2 民眾問卷各面向IFA分析結果

由3D圖進行分析(如圖3)，可知A2保育山林為優先推動面向，多數民眾都瞭解保育山林有利於水資源保育避免缺水，因此願意配合/支持該面向策略，故使執行頻率最高；其次為第二象限之A4生活做法，該作法為日常生活中可以輕易執行的做法，因此部分民眾已養成執

行習慣，故該項目執行性相對較高；而A3政府政策因民眾經常在不瞭解各項政策執行目的下配合，故排名第三；另A5產業活策略主要透過觀察、檢舉等作為執行項目，因此具有一定之風險，使得部分民眾不願意冒險執行，使執行頻率較低。

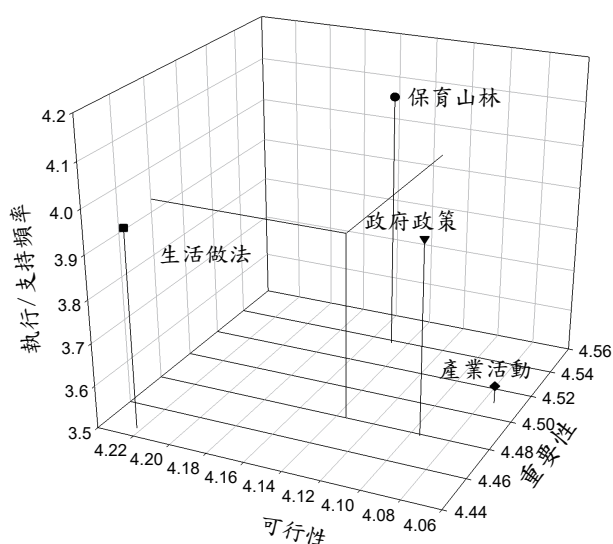


圖3 民眾問卷各面向3D圖分析結果

2.各項因應策略

本研究透過IFA分析圖瞭解各策略之建議推動項目，並針對第一象限重要性、可行性高之優先推動項目，與第四象限重要性高、可行性低推動較為困難的項目進行說明，如圖4所示。

第一象限中離平均值最遠者為應最優先推動項目，可知建議最優先推動項

目為「A2.6山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」，可知山林、水源區之水資源可供民眾生活使用，故為最優先推動策略；其次為「A4.3.1定期檢查家中供水設施是否有漏水的情形，避免水資源浪費」，顯示若家中出現漏水情形除浪費水資源外，也可能造成家中水費增加，嚴重則會造成淹水等情形，破壞邊其他設施，故為第

二優先策略；接續「A3.4公共飲用水清潔衛生問題，以保飲用水安全衛生」，可知人類每天皆需要補充水分，但若飲用到不乾淨的水源，則會有健康危害之虞，因此推動公共飲用水清潔衛生同為重要。

而第四象限為重要性高、可行性低之項目，其中推動最為困難的項目為「A5.1.3正確施肥及使用農藥，避免水質惡化及安全衛生問題」，顯示雖然民眾瞭解農藥及肥料過度使用會造成下游水源的污染，但主要農藥及肥料使用皆為農民在使用，本次問卷農林漁牧從業人

員相對較少，相對受訪者來說可行性較低；其次為「A2.1做好水土保持及山林保育，以避免影響到水源水質及供水」，民眾皆瞭解作好水土保持及山林保育可避免大雨沖刷後造成水源、水質污染，但水土保持工作相對龐大，需要專業的人員管理管轄山林方避免破壞，然因此一般民眾能力相對有限，推動較為困難；接續為「A3.5污水下水道可有效截流污水，避免水源及河川遭受污染」，可知該項目主要為政府執行政策，故在實際執行上民眾較無實質作為，故可行性因此較低。

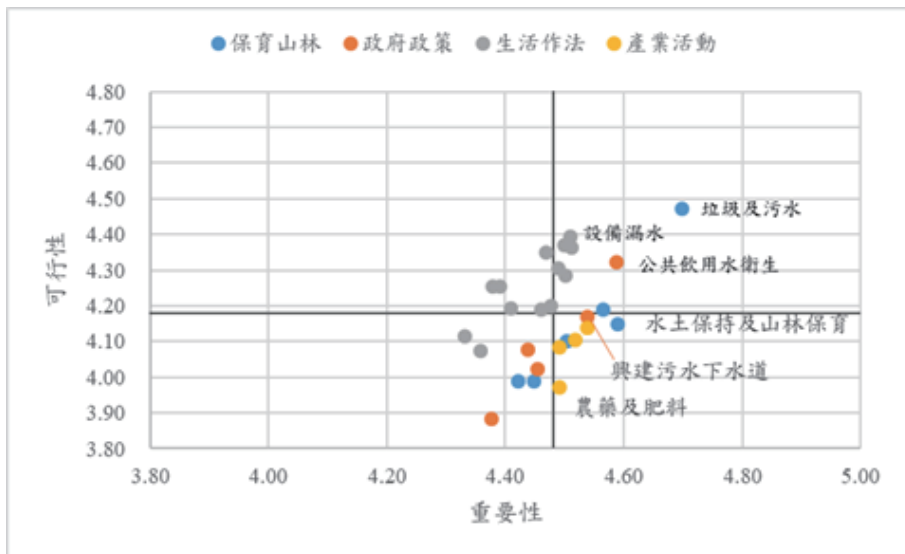


圖4 民眾問卷中各項缺水策略IFA分析結果

(二) 教師因應教學策略之IFA分析及3D圖分析

1. 因應教學策略面向

由IFA分析(如圖4-1)顯示,第一象限重要性高、可行性高為B1與氣變關聯性及B2保育山林面向,其中B1與氣變關聯性離平均值點最遠,故為最優先推動面向。推測B1與氣候變遷關聯性為缺水危機之核心的概念,因此為學生應優先瞭解且持續學習之項目,同時教育部(2020)針對氣候變遷與水資源關聯性,列為重要的教育目標之一,且由Tzanakakis et al.(2020)文獻指出氣候變遷使得強降雨、乾旱等極端天氣發生之頻率增加,嚴重影響供水穩定性,證實氣候變遷與缺水關聯性應為優先推動面向;其次B2保育山林面向中山區整潔為學生至山區遊玩時舉手之勞之行為,

因此可作為持續推動之教學面向。而第三象限重要性及可行性低之最後推動面向為B6教學策略及B4生活作法面向,其中以B4生活中的水資源保育教育重要性、可行性最低,推測生活中各項做法貼近生活,可以不用由老師在學校教育中進行教學,故其為最後推動之面向;而B6教學策略由Alexandar & Poyyamolli(2012)研究可知,水資源教學可透過戶外教學、議題討論等多種教學方式進行教學,但也因教學方式多元,故在不同水資源教學主題使用之教學方式相對見仁見智,故教師們比較不願意進行水資源教學策略建議。第四象限推動較為困難之面向為B5為產業活動面向,主因為該面向主要透過觀察、檢舉等情勢具有風險,故老師為避免學生身陷危險,且非學生容易達成的事情,故在學校教學較為困難。

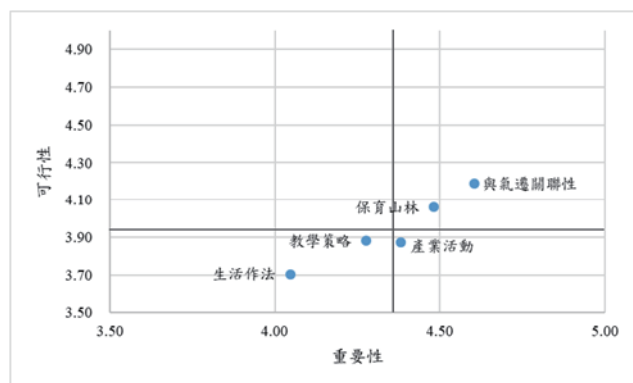


圖4-1 教師問卷各面向IFA分析結果

本研究透過3D圖瞭解教師實際教學情形(如圖5)，可知B1氣變關聯性之執行頻率最高，因近年來氣候變遷議題與缺水關係已成為國際之趨勢，因此結合時事進行授課較能引起學生之共鳴，且實際教學也較為容易。其次為B2保育山林為避免缺水的重要條件，故教師在教學時皆會針對保育山林進行教學。而B5產業活動雖推動上較為困難，但因觀察和檢舉可以藉由與新聞事件相關資料提供學生相關知識，降低學生實際

發生危險之情形，教學頻率位居第三。而第三象限中B6教學策略教學頻率相對較低，推測因教師教學課程目前皆已課室內教學為主，雖然提供多項教學策略以提升學生學習力，但教師須多花心力準備相關課程活動，故使得各項策略實際教學應用頻率較低。最後檢視教學頻率最低的B4生活作法，可知生活中各項做法貼近生活，可以不用由老師在學校教育中進行教學，故教學頻率相對較低。

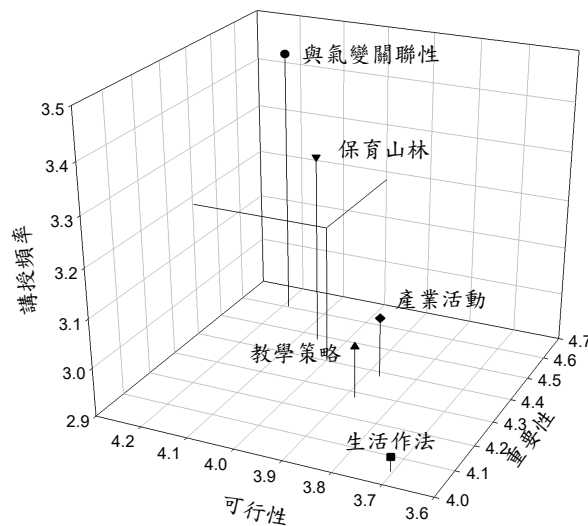


圖5 教師問卷各面向3D圖分析結果

2.各項因應教學策略

本研究透過IFA分析圖瞭解各面向策略之建議推動項目，並針對第一象限重要性、可行性高之優先推動項目，與第四象限重要性高、可行性低推動較為困難的項目進行說明，如圖6所示。

以各項目來檢視離原點最遠者為應最優先推動項目，可知建議最優先推動項目為「B2.5山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」，其次「B4.4.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」，接續為「B4.2.3盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源」、「B1.2如何避免加速氣候變遷之活動」、「B4.2.2選購省水標章商品，以降低水資源的消耗」、「B1.4極端天氣發生時，所引發的豪雨、洪水造

成環境災害有哪些」、「B4.2.1節約用水及廢水回收再利用，可減少自來水之使用」、「B1.3氣候變遷使得極端天氣如豪雨、洪水及乾旱等發生頻率增加」、「B1.1氣候變遷下，全球平均氣溫升高，衝擊水循環」、「B2.1做好水土保持及山林保育，以避免影響到水源水質及供水」、「B1.5極端天氣發生時，所引發的旱災、天氣乾燥造成災害有哪些」、「B2.3建儲水設施同時應該妥善保育山林資源，避免水資源快速流入海中」。由上述多項面向可知IFA分析位在第三面向之B4生活中的做法策略，多個項目為應最優先推動項目，可知生活中作法眾多部分過於簡單故不需要在課程中進教學，但仍有部分題目經過篩選值得教師積極推動教學。

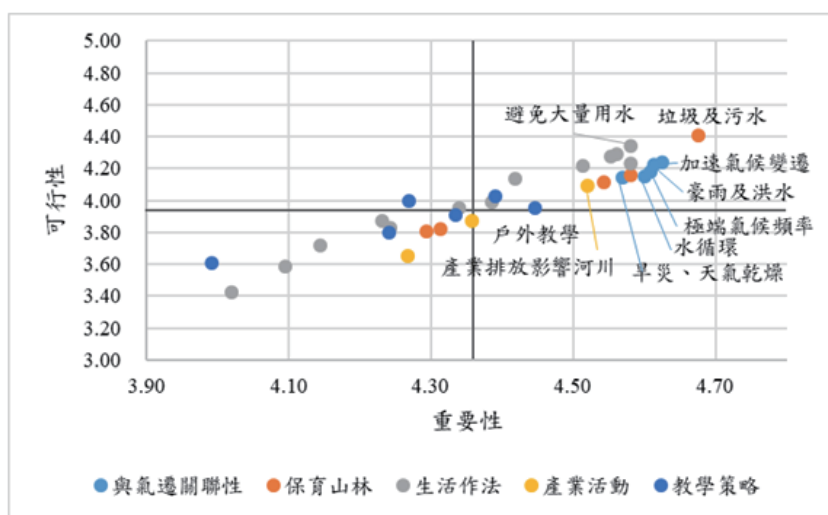


圖6 教師問卷中各項缺水因應策略教學IFA分析結果

四、民眾及教師因應缺水策略面向及因應教學策略面向之比較

(一) 民眾及教師因應缺水教學策略各面向綜合評估比較

本研究分別針對民眾及學校教師之問卷共通面向「A2、B2保育山林」、「A4、B4生活作法」及「A5、B5產業活動」之綜合評估，檢視是否有顯著差異情形，如表5所示。

異情形，如表5所示。

由各面向綜合評估值顯示民眾調查結果皆高於教師，推測教師在作答時相對較為嚴格，故整體綜合評估分數較低，而民眾填答較為寬鬆，故整體綜合評估分數較高。而保育山林教師及民眾綜合評估值皆為最高，其次亦皆為生活中的做法，最低皆為產業作法，民眾及教師具有相同認知。

表4 民眾及教師問卷各面向綜合表現分析

項目	(一)保育山林及綠地以永續水資源				(二)民眾生活中面對保育水資源的作法				(三)關注周遭不當產業活動影響水資源安全			
	重要性	可行性	支持/執行/教學	綜合表現	重要性	可行性	支持/執行/教學	綜合表現	重要性	可行性	支持/執行/教學	綜合表現
			頻率				頻率				頻率	
民眾調查	4.54	4.15	4.10	4.26	4.44	4.22	3.96	4.21	4.51	4.07	3.54	4.04
教師調查	4.48	4.06	3.29	3.94	4.36	3.99	3.16	3.83	4.38	3.87	3.03	3.76

(二) 民眾及教師因應策略及因應教學策略之IFA分析

透過IFA分析瞭解共同面向先後推動情形可知，保育山林皆位於第一象限，民眾及教師皆認為保育山林為優先推動面向，其次產業活動亦皆位於第四象限，重要性高但可行性低，因此若要推

動則需要花一些心力推動。而生活作法在民眾調查結果位於第二象限，教師則位於第三象限，可知因為生活中的做法相對較簡單，因此民眾在執行時可行性較高，但也因為生活中作法較為簡單，使教師認為其相對不需要在學校進行教學，故教學之可行性較低。

伍、結論與建議

一、結論

（一）民眾及教師面對缺水危機的因應策略及因應教學策略

1.本研究就民眾面對缺水危機因應策略研擬「A2保育山林」、「A3政府政策」、「A4生活作法」及「A5產業活動」等四大面向，共計28項因應策略。

2.本研究就教師面對缺水危機因應教學策略研擬「B1與氣變關聯性」、「B2保育山林」、「B4生活作法」、「B5產業活動」及「B6教學策略」等5大面向，共計33項因應教學策略。

（二）民眾及教師面對缺水危機的因應策略及因應教學策略綜合評估結果

1.民眾因應缺水危機策略各大面向綜合評估值4.20，各面向綜合評估在4.06~4.23之間皆在4分（良好）以上，另以各面向為綜合評估來看「A2保育山林」最高，其次為「A4生活作法」，接下來依序「A3政府政策」及「A5產業活動」。

2.民眾因應策略之綜合評估絕大部分皆在4分（良好）以上，故多為可推動之策略，其中以「A2.6山區、水源區

應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」最高，其次為「A4.2.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」，接下來依序「A3.4公共飲用水清潔衛生問題，以保飲用水安全衛生」、「A4.2.2選購省水標章商品，以降低水資源的消耗」及「A4.2.3盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源」等。

3.教師因應缺水危機教學策略面向之整體綜合評估值稍低於在4分（良好）綜合評估值3.86，各面向綜合評估在4.08~3.56之，相較民眾嚴謹。而由各面向綜合評估來看「B1與氣變關聯性」最高，其次「B2保育山林」，接下來依序「B5產業活動」、「B6教學策略」及「B4生活作法」。

4.教師因應缺水危機教學策略綜合評估來看在4以上項目共計13項，以「B2.5山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」最高，其次為「B4.4.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」，接下來依序為「B4.2.3盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源」、「B4.2.1節約用水及廢水回收再利用，可減少自來水之使用」、「B1.2如何避免加速氣候變遷之活動」等。

(三) 面對缺水危機的因應策略及因應教學策略之IFA分析

1. 民眾因應缺水危機策略面向中，位於第一象限優先推動面向為「A2保育山林」，位於第二象限可作可不做的面向為「A4生活作法」，位於第三象限為最後執行的策略面向「A3政府政策」，位於第四象限推動較為困難的面向為「A5產業活動」。

2. 民眾因應缺水危機策略IFA分析，位於第一象限優先推動策略前三名依序為「A2.6山區、水源區應避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」、「A4.3.1定期檢查家中供水設施是否有漏水的情形，避免水資源浪費」及「A3.4公共飲用水清潔衛生問題，以保飲用水安全衛生」。

3. 教師因應缺水危機教學策略面向IFA分析，位於第一象限優先推動面向為「B1與氣變關聯性」及「B2保育山林」，位於第三象限為最後執行的面向「B6教學策略」及「B4生活作法」，位於第四象限推動較為困難的為「B5產業活動」。

4. 教師因應缺水危機教學策略IFA分析，位於第一象限優先推動教學因應策略前五項分別為「B2.5山區、水源區應

避免亂垃圾及污水，確保水源安全衛生」，其次「B4.4.5應避免大量出水、持續放水及沖水，節約水資源」，接續為「B4.2.3盆浴優於淋浴、淋浴優於泡澡，以節省水資源」、「B1.2如何避免加速氣候變遷之活動」、「B4.2.2選購省水標章商品，以降低水資源的消耗」。

(四) 民眾及教師因應策略及因應教學策略比較

1. 由共同面向發現民眾綜合評估分數皆高於教師，因為教師填答要求相對較於民眾為嚴格，但皆以A2、B3保育山林為最優先面向，其次為A4、B4生活做法，再為A5、B5產業作法，具有一致性。

2. 由民眾及教師共同面向IFA分析，A2、B2保育山林兩者皆位於第一象限中，民眾及教師共同認為其為優先推動面向；A5、B5產業活動兩者皆位於第四象限，民眾及教師皆認為需要花一些心力進行執行。

二、建議

（一）對於政府單位推動的建議

1.若未來政府要對民眾推動缺水危機之因應策略面向，建議優先以保育山林及綠地以永續水資源面向對民眾進行宣導。

2.民眾針對產業污染之檢舉具有風險性，因此建議政府單位除加強自身權責之稽查工作外，落實相關辦法及法規保障檢舉民眾之安全。

（二）對於教育相關單位的建議

1.為能讓學生瞭解如何面對缺水危機，建議教育主管機關將氣候變遷與水資源保育的關聯性教學面向納入課綱中，要求教師針對相關課程進行設計。

（三）對於學校單位的建議

1.學校單位可以就B1氣候變遷與水資源保育的關聯性教學和B2保育山林及綠地之永續水資源教學成立課程研究團隊，設計相關課程教材，並對老師進行培訓，讓老師能具有充足的知識及教材對學生進行教學。

陸、參考文獻

Greenpeace 綠色和平(2021)。氣候緊急

！臺灣面臨50年來最嚴重乾旱，可能與「它」有關。取自<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/24930/%E6%B0%A3%E5%80%99%E7%B7%8A%E6%80%A5%EF%C%81%E8%87%BA%E7%81%A3%E9%9D%A2%E8%87%A850%E5%B9%B4%E4%BE%86%E6%9C%80%E5%9A%B4%E9%87%8D%E4%B9%BE%E6%97%B1%EF%BC%8C%E5%8F%AF%E8%83%BD%E8%88%87%E3%80%8C%E5%AE%83/>

王禎彬(2007)。我國缺水因素與解決策略之分析評估。國立成功大學政治經濟學研究所，台南市。

台灣自來水公司(2022)。定期檢查用水設備 輕鬆預防漏水。取自<https://www.water.gov.tw/checkleak/taiwanwater-1.htm>

朱健行(2016)。2015臺灣旱災危機與轉機。載於 Book 2015臺灣旱災危機與轉機，19-11-19-18。

- 台灣積體電路股份有限公司(2024)。台積公司112年永續報告書。取自 https://esg.tsmc.com/zh-Hant/file/public/c-all_112.pdf
- 友達光電股份有限公司(2024)。友達光電永續報告書2023。取自：<https://csr.auo.com/tw/download/file/2023-esg-report>
- 江智偉、波吉德、侯順雄 (2021)。溫室氣體減量技術與評估。燃燒季刊 (115)，
- 江陽聖、陳錕山、梁隆鑫、王志添 (2007)。以SPOT影像及數值地形模型推估集水區泥砂產量。航測及遙測學刊，12(4)，447-456。
- 行政院經濟建設委員會(2012)，國家氣候變遷調適政策綱領，台北市：國家發展委員會。
- 吳淑華(2021)。探討國小校園水資源環境教育課程之行動研究。明新科技大學土木工程與環境資源管理系碩士班，新竹縣。
- 李玉萍、林瓊瑤、黃琴扉 (2018)。從校園課室到戶外場域－污水處理解說方案應用於國小學童教學之比較。休憩管理研究，5(2)，1-20。
- 周佳、劉紹臣 (2012)。全球氣候變遷觀測。大氣科學，40(3)，185-213。
- 周雨田 (2020)。貳、臺灣經濟最近情勢。臺灣經濟預測與政策，51(1)，161-188。
- 房振謙、林美惠、李慧珍、陳靜歆、薛雅惠、Fang, Jen-chian、Lin, Mei-hui、Li, Hui-jhen、Chen, Ching-hsin、Hsueh, Ya-hai (民97)，講述教學與討論教學應用於全球暖化議題教學成效之研究，社會科教育研究，153-183。
- 林旭信、陳立偉、甘秉玄 (2012)。氣候變遷對水資源之衝擊評估－以牡丹水庫為例。先進工程學刊，7(2)，71-79。
- 林壯沛 (2016)。重建森林集水區找回消失的水源。林業研究專訊，23(4)，95-98。
- 林俊成 (2009)。森林碳管理與森林碳匯議題發展。全球變遷通訊雜誌(61)，19-26。
- 林政輝、郭耀昌、張筵儀、曾煥君 (2022)。新北市國小學童對氣候變遷認知與調適能力之研究。中國行政評論，28(2)，142-164。

- 林昱宏(2012)。製程廢水回收處理系統之經濟效益研究。工業安全衛生，(273)，16-35。
- 林郁汶、許少華、張嘉玲(2022)。集水區水質健檢分析及污染削減策略評估—以湖山水庫集水區為例。農業工程學報，68(3)，1-10。
- 林祐民、梅強、蔡明典、高宏華(2021)。跨產業污染下的環境與產業政策對污染防治之影響。亞太經濟管理評論，24(1&2)，23-38。
- 邱予柔、周立人、江曜宇、劉瓊霖(2019)。文山林場溪流水化學及森林水源蓄積量。林業研究季刊，41(4)，299-306。
- 姚銘輝、陳守泓(2008)。全球溫暖化趨勢對臺灣地區溫室氣體排放量之影響。作物、環境與生物資訊，5(1)，52-59。
- 范玫芳、邱智民(2019)。事業廢棄物治理模式之困境與契機：旗山農地汙染案為例。台灣政治學刊，23(1)，1-41。
- 范郁敏(2011)。國小高年級綜合活動「保護自我與環境」創新課程設計與實施~以水資源為例。國立臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班，台北市。
- 氣候變遷災害風險調適平台(2022)。台灣乾旱災害特性。取自：
<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Disaster/RiskDetail/BAL0000022>
- 國家教育研究院(2019)。教育部十二年國教重大議題融入說明手冊。取自：
<https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=197>
- 工業技術研究院(2016)。節約用水常態化行動方案(核訂本)。取自：
<https://www.ewater.org.tw/SaveWaterMeasure>
- 張立群、許少華、洪碧芳(2021)。以SWAT模式模擬有機肥料對溪流中營養鹽濃度之影響—以坪林拱橋控制點以上集水區為例。農業工程學報，67(1)，1-13。
- 梁惠儀、許振崑、林伯勳、鄭錦桐、冀樹勇(2010)。極端暴雨事件於石門水庫集水區之土壤沖蝕量估算及探討。中興工程(106)，5-15。
- 許晃雄、周佳、吳宜昭、盧孟明、陳正達、陳永明(2012)。台灣氣候變遷的關鍵議題。台灣醫學，16(5)，459-470。
- 連惠邦、姜燁秀、王珮茹(2016)。臺灣特定水土保持區劃定及管理之探討。水土保持技術，10(2)，28-36。

- 陳文福、陳世賢 (2008)。颱風期間緊急改善大台中地區自來水供水策略之研究。農業工程學報，54(3)，36-51。
- 陳正達、朱容練、許晃雄、盧孟明、隋中興、周佳等 (2014)。台灣氣候變遷推估研究。大氣科學，42(3)，207-251。
- 陳建置 (2010)。水撲滿—高雄港和國小水資源教育。師友月刊(514)，51-54。
- 陳森川 (2010)。水庫工程與環境影響評估。技師期刊(57)，頁35-42。
- 陳震遠 (2022)。公民為何(不)科學：新竹我們要喝乾淨水行動聯盟的運動軌跡(2017—2020)。科技醫療與社會，5-56。
- 曾仁佑、林沛練 (2004)。二倍二氧化碳情境下東亞及台灣地區氣候之變遷第一部份：全球氣候系統模式模擬結果。環境保護，27(1)，1-23。
- 曾麗綺、陳毅青 (2019)。霧社水庫集水區土砂生產量與其自然環境和土地利用之關係。農業工程學報，65(2)，63-77。
- 黃炳文、施孟隆、闕宜萱 (2008)。德基水庫集水區永續發展監測項目之研究。台灣農學會報，9(5)，415-432。
- 廖崇聖、張嘉玲、駱尚廉、胡景堯、馬家麟 (2011)。台灣主要淨水場原水濁度與上游水文特性之相關性分析。農業工程學報，57(2)，78-86。
- 趙家民、陳中獎、林美蘭 (2013)。水資源教學對學生環境知識、環境態度及環境行為之研究—以嘉義縣大林國小為例。國教新知，60(2)，46-55。
- 趙櫻花、周育華、陳佩怡、鄭子璇、謝柏玲、王秀禾 (2016)。台灣桃竹苗居民環境知識、行為及態度之探討。健康與建築雜誌，3(2)，72-79。
- 劉玫婷、李欣輯、徐永衡、陳永明 (2021)。2021年乾旱事件農作物損失調查紀實。國家災害防救科技中心災害防救電子報。第194期，<https://www.ncdr.nat.gov.tw/Upload/File/Newsletter/efc8cdba0d5b41398ea57629040337d6.pdf>
- 鄭秉漢、蔡仁哲、陳仕燁、張俊彥 (2020)。從桌上行為流向生活習慣：水資源議題桌遊之設計與成效。環境教育研究，16(1)，1-36。
- 蕭靄君(2021)。台灣缺水為何吸引了全世界關注，這次到底有多嚴重？。取自：<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-56814382>

- 賴承農、林伯勳（2019）。臺灣地區不同空間尺度土壤沖蝕經驗式之建立與應用。中興工程，(142)，31-41。
- Ahmadalipour, A., Moradkhani, H., & Demirel, M. C. (2017). A comparative assessment of projected meteorological and hydrological droughts: Elucidating the role of temperature. *Journal of Hydrology*, 553, 785-797. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.08.047>
- Akter, K. S., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2017). Water Use and Pollution Recognition from the Viewpoint of Local Residents in Dhaka, Bangladesh. *Water*, 9(5), 331. <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/5/331>
- Alexandar, R., & Poyyamoli, G. (2012). Activity-Based Water Resources and Climate Change Education Among School Students in Puducherry. In W. Leal Filho (Ed.), *Climate Change and the Sustainable Use of Water Resources* (pp. 557-578). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22266-5_34
- Allen, M., Frame, D., Huntingford, C., Jones, C., Lowe, J., Meinshausen, M., & Meinshausen, N. (2009). Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tonne. *Nature*, 458(7242), 1163-1166. <https://doi.org/10.1038/nature08019>
- Bai, Y., Ouyang, Z., Zheng, H., Li, X., Zhuang, C., & Jiang, B. (2012). Modeling soil conservation, water conservation and their tradeoffs: A case study in Beijing. *Journal of Environmental Sciences*, 24(3), 419-426. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(11\)60790-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60790-0)
- Chou, C., Tu, J.-Y., & Tan, P.-H. (2007). Asymmetry of tropical precipitation change under global warming. *Geophysical Research Letters*, 34(17). <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2007GL030327>
- Ferry, T. (2016, March 4). Is Taiwan Ready to Confront Climate Change? Taiwan Business TOPICS. <https://topics.amcham.com.tw/2016/04/confronting-climate-change-taiwan/>

- Hossain, B., Sohel, M. S., & Ryakitimbo, C. M. (2020). Climate change induced extreme flood disaster in Bangladesh: Implications on people's livelihoods in the Char Village and their coping mechanisms. *Progress in Disaster Science*, 6, 100079. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100079>
- Lim, E.-P., Hendon, H. H., Boschat, G., Hudson, D., Thompson, D. W. J., Dowdy, A. J., & Arblaster, J. M. (2019). Australian hot and dry extremes induced by weakenings of the stratospheric polar vortex. *Nature Geoscience*, 12(11), 896-901. <https://doi.org/10.1038/s41561019-0456-x>
- Lim, E.-P., Hendon, H. H., Boschat, G., Hudson, D., Thompson, D. W. J., Dowdy, A. J., & Arblaster, J. M. (2019). Australian hot and dry extremes induced by weakenings of the stratospheric polar vortex. *Nature Geoscience*, 12(11), 896-901. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0456-x>
- Matos, S., Viardot, E., Sovacool, B. K., Geels, F. W., & Xiong, Y. (2022). Innovation and climate change: A review and introduction to the special issue. *Technovation*, 117, 102612. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102612>
- Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, B., Raper, S., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D., & Allen, M. (2009). Greenhouse-Gas Emission Targets For Limiting Global Warming To 2°C. *Nature*, 458, 1158-1162. <https://doi.org/10.1038/nature08017>
- Muthukumaran, S., Baskaran, K., & Sexton, N. (2011). Quantification of potable water savings by residential water conservation and reuse – A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 945-952. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.013>
- Newell, R. G. (2009). Literature Review of Recent Trends and Future Prospects for Innovation in Climate Change Mitigation. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/218688342302>

- Nguyen, H., Wheeler, M. C., Hendon, H. H., Lim, E.-P., & Otkin, J. A. (2021). The 2019 flash droughts in subtropical eastern Australia and their association with large-scale climate drivers. *Weather and Climate Extremes*, 32, 100321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100321>
- Nguyen, H., Wheeler, M. C., Hendon, H. H., Lim, E.-P., & Otkin, J. A. (2021). The 2019 flash droughts in subtropical eastern Australia and their association with large-scale climate drivers. *Weather and Climate Extremes*, 32, 100321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100321>
- Philip, S. Y., Kew, S. F., van Oldenborgh, G. J., Anslow, F. S., Seneviratne, S. I., Vautard, R., Coumou, D., Ebi, K. L., Arrighi, J., Singh, R., van Aalst, M., Pereira Marghidan, C., Wehner, M., Yang, W., Li, S., Schumacher, D. L., Hauser, M., Bonnet, R., Luu, L. N., . . . Otto, F. E. L. (2021). Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021. *Earth Syst. Dynam. Discuss.*, 2021, 1-34. <https://doi.org/10.5194/esd-2021-90>
- Raman, R., & Roy, U. K. (2019). Taxonomy of urban mixed land use planning. *Land Use Policy*, 88, 104102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104102>
- Rea, L. M. P., Richard A. (1992). Designing and conducting survey research a comprehensive guide. *Jossey-Bass Publishers*. <https://webpac.ntcu.edu.tw/bookDetail.do?id=153369>
- Ruddiman, W. F. (2003). The Anthropogenic Greenhouse Era Began Thousands of Years Ago. *Climatic Change*, 61(3), 261-293. <https://doi.org/10.1023/B:CLIM.0000004577.17928.f>
- Tzanakakis, V. A., Paranychiakis, N. V., & Angelakis, A. N. (2020). Water Supply and Water Scarcity. *Water*, 12(9), 2347. <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/9/2347>
- Van Loon, A. F., Stahl, K., Di Baldassarre, G., Clark, J., Rangelcroft, S., Wanders, N., Gleeson, T., Van Dijk, A. I. J. M., Tallaksen, L. M., Hannaford, J., Uijlenhoet, R., Teuling, A. J.,

- Hannah, D. M., Sheffield, J., Svoboda, M., Verbeiren, B., Wagener, T., & Van Lanen, H. A. J. (2016). Drought in a human-modified world: reframing drought definitions, understanding, and analysis approaches. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20(9), 3631-3650. <https://doi.org/10.5194/hess-20-3631-2016>
- Viviroli, D., Archer, D. R., Buytaert, W., Fowler, H. J., Greenwood, G. B., Hamlet, A. F., Huang, Y., Koboltschnig, G., Litaor, M. I., López-Moreno, J. I., Lorentz, S., Schädler, B., Schreier, H., Schwaiger, K., Vuille, M., & Woods, R. (2011). Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15(2), 471-504. <https://doi.org/10.5194/hess-15-471-2011>
- Zhang, Q., Miao, C., Gou, J., Wu, J., Jiao, W., Song, Y., & Xu, D. (2022). Spatiotemporal characteristics of meteorological to hydrological drought propagation under natural conditions in China. *Weather and Climate Extremes*, 38, 100505. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100505>

自製桌上遊戲於桌遊模擬平台的設計與應用評測

張育傑

臺北市立大學地球環境暨生物資源學系環境教育與資源碩士班教授

摘要

當疫情或其他災難，甚至低碳考量的影響，導致線上學習成為必要選項時，線上學習的缺點與挑戰可藉由遊戲式學習部分緩解。在限制為網路學習的情況下，運用桌遊模擬平台是一個良好的實體桌遊替代方案。本研究蒐集相關文獻，評估入門門檻與推廣普遍性後，選擇Tabletopia平台，並以自行發展的桌上遊戲進行數位化測試。研究結果顯示，Tabletopia桌遊模擬平台具備「對教學者友善的使用環境」、「使用對象無限制」、「免費的入門功能」、「擴大桌遊應用在教學可行性」以及「可縮短開發桌遊的時間」等優點。即便如此，桌遊模擬平台仍無法完全取代實體桌遊的互動與社交功能。然而，在快速轉換至線上學習的情況下，人們缺乏多元互動交流，線上化的遊戲方式已部分解決相關問題。使用不要求程式設計技巧的桌遊模擬平台，教學者則可專注於提升教學品質，而不受數位化技術門檻的阻礙。

關鍵字：桌上遊戲、桌遊模擬平台、線上學習、Tabletopia

Design and Evaluation of Self-Developed Board Games on a Simulation Platform

ABSTRACT

As the impact of the pandemic and low-carbon considerations make online learning increasingly essential, its shortcomings and challenges, including limited interactivity and technical barriers, significantly affect teaching quality. This study evaluates Tabletopia as a digital alternative to physical board games for game-based learning. Through digitizing a self-developed board game, the study identifies several advantages of the Tabletopia platform: a "user-friendly environment for educators," "no restrictions on user access," "free entry-level functionality," "enhancing the feasibility of board game applications in education," and "shortening board game development time."

However, board game simulation platforms cannot fully replicate the interpersonal and tactile interactions of physical board games, especially in games requiring hidden information or specialized equipment. Despite these limitations, Tabletopia effectively addresses interaction gaps in online learning environments and provides a viable solution for distance education.

This research offers practical insights into combining game-based learning with online education. It highlights how platforms with low technical barriers enable educators to focus on improving teaching quality while overcoming the challenges of digital transition.

Keywords: board game simulation platform, online learning, Tabletopia, game-based learning

壹、前言

新冠病毒（Covid-19）疫情自2020年起劇烈改變了全球多數地區的生活型態。除了造成大量傷亡與經濟損失外，由於需要控制人群聚集與接觸，各教育機構在極短的時間內被迫轉為線上教學，這在國內外均不例外（Dhawan, 2020；Forsythe, 2021；Kleiman, Meijer, & Janssen, 2020；蔡瑞君, 2020）。此外，在低碳生活需求日益增加的背景下，線上學習更被視為減少交通碳排放的一項重要策略。數位線上學習具有便利性、互動性、主動性、個別化及學習機會均等的優點，但也伴隨著資訊科技使用經驗與技術上的數位落差，並減少實際教學與人際互動等限制（Cojocariu, Lazar, Nedeff, & Lazar, 2014；曾琳雲, 2004）。這些不利因素雖隨著數位學習的發展逐漸改善，但在疫情等情況下，原本非線上學習的活動被迫轉為線上時，這些問題很容易再次浮現。

相較於國外自2020年疫情促進的線上學習相關經驗（Dhawan, 2020），國內也提出因應疫情「不得不」採用線上學習的一些值得探討的問題，特別是「

線上課程並非適用於所有課程及所有人」和「遠距線上學習模式的開啟不等於真正的自主學習必然發生」。此外，線上學習最受關注的是如何在網路虛擬空間中保有真實世界「師生有效互動的學習環境」（蔡瑞君, 2020）。

遊戲式學習具有增強互動、專注力及學習回饋機制的特質，正好能彌補當前線上學習的不足（Bakhuys Roozeboom, Visschedijk, & Oprins, 2017）。然而，遊戲式學習，特別是以桌上遊戲（桌遊）為媒材的方式，本來就強調實體互動性。在學習環境轉為線上後，桌遊的應用也受到很大影響。為探討此問題，本研究嘗試評估線上桌遊模擬器作為桌遊教學媒材的可行性。研究方法是將本研究團隊先前發展的桌遊進行線上轉換，並測試其遊戲環境與功能，預期結果對於有意將桌遊媒材線上化的教學研究者與實務工作者提供參考價值。

貳、文獻探討

一、疫情情況下線上學習的優點與面臨挑戰

線上學習的相關研究已有一段時間

，無論是哪一種型式的線上學習大多是透過連接到網絡的學習方式，此種學習方式，提供了相當大的彈性，包含不同地理位置、不同時段、不同需求的可能學習方式。因應不同需求，它可以提供不同組織、甚至是不同學習者的客製化(customized)學習課程。也可以提供很具多樣性、甚至是整合影像、動畫、圖表、聲音等媒材的直覺式學習模式，透過良好的設計，它也可以提供良好的互動、合作模式的學習(Cojocariu, et al., 2014)。具有包含便利性、互動性、主動性、個別化、學習機會均等等優點(曾琳雲，2004)。

相對的，文獻上也提到線上學習的一些缺點，除了具有使用資訊科技所帶來的一些經驗與技術上的數位落差，亦會減少實際教學與人際互動等限制，本研究嘗試摘錄並綜合本研究觀點整理如(Cojocariu, et al., 2014; 王思峰、李昌雄，2005; 曾琳雲，2004)：

(一) 線上學習的技術設計能力不一定能配合學習過程的學習心理要素，這兩個方面有時會沒有交集，亦即並非所有線上學習服務都會產生預期的成效。

(二) 線上學習的靈活性和自主性是它的優點，但也是它的缺點。特別是這樣的優點，會讓設計者、教學者、學習者誤以為一般對象和特定對象所設計的學習方案，是可以通用的。

(三) 線上學習是可達到客製化學習，但跟實體課程一樣有限、不足或無法實現的特性，不會因為改為線上課程就有很大的改變。

(四) 由於開發者電腦資訊的能力與教學原理的能力不一定可以達到平衡，所發展出的教材可能導致學習未能符合預期成效。

(五) 可能會某種程度的減少學習者之間、學習者與教師之間的互動關係。因為線上學習必須克服一些學習技術障礙，可能反而加重學習者對技術的依賴和學習者的孤立，而不是與參與過程的人的互動。某些甚至會帶來學習上的疏離與退縮、高退出率、低穩定度等狀況。

線上數位學習具備在任何地方，任何時間可以彈性運用的特點，在面臨一些特殊狀況的時候可以發揮很大的功效。一般而言，在面臨人為災難、自然災害或 Covid-19 等流行病的衝擊之下，

不同警戒等級所造成的封城、隔離、場所封閉、限用與限制室內、戶外活動等會造成很多學習實施上的困難，但線上學習至少不會讓我們失去在家中或工作場所接受教育的機會。而在新冠病毒疫情流行時期，教育工作者可以使用網路視訊和紙本教材的組合來與學生互動，以維持有效的學習。這無疑是教育機構、教學者與學習者的一劑解方，在這樣的情況之下，「在線教學不再是一種選擇，而是一種必然」(Dhawan, 2020)。

綜合在疫情下的線上學習所面臨的挑戰，Dhawan認為這包括學習者、教育者和課程內容三個層面的問題。對於機構來說，吸引學生並使他們參與教學過程是一項挑戰。教師從原本的實體模式轉向線上模式，改變教學方法是一個挑戰。而開發不僅涵蓋課程，且能讓學生參與的學習內容更具有挑戰性。整體而言，整個數位線上學習計劃的品質就是一個真正的挑戰。(Dhawan, 2020; Kebritchi, Lipschuetz, & Santiago, 2017)

國內的研究認為疫情下線上學習面臨的主要挑戰是，「線上課程並非適用於所有課程及所有人」。蔡瑞君(2020)

指出學生的性別、族裔、年齡、學習動機、科技運用技能、學習技巧、上網便利性等，都會直接對學生的線上學習成效造成影響。同時，「遠距線上學習模式的開啟不等同於真正的自主學習必然發生」，學者將自主學習分成兩種層次：「一是由教師外加而上學校課程導向的自主學習，另一則是學生自身對某個議題有興趣，不需要教師的教學指令就能自行搜尋資料而進行的自主學習」。此外，線上學習最受到關切的，是如何在網路虛擬空間中仍能保有真實世界中「師生有效互動的學習環境」(蔡瑞君，2020)。

二、 遊戲式學習的特點與線上學習

多數人認為，運用嚴肅的遊戲(serious games)作為課程中的一種輔助工具，可以對學習發揮重要作用。一項研究證實，當學習者認為這個遊戲對於他學習某個有用的概念或技能是有幫助的、亦即認知有用(perceived usefulness)的時候，一旦遊戲讓他覺得容易學習（認知易用，perceived easy），且遊戲的目標也相當明確（目標明確，goal clarity），

則容易導致學習者達到專注(concentration)與樂在其中(user enjoyment)的程度(Wang, Rajan, Sankar, & Raju, 2016)。因為遊戲多設計成目標導向，所以通常會增加學習動機並提供嘗試錯誤的機會，這有助於幫助學生發展解決問題和批判性思考的能力。而遊戲所營造的體驗式學習環境，則可以吸引學生並提高他們做出決策、應用知識、解決問題和協作的的能力(Sardone & Devlin-Scherer, 2016)。玩遊戲可以讓玩家有一種身處同一個環境、為共同目標而努力的感覺，並給人愉快的社交互動體驗(Kleiman, et al., 2020)。

Zhonggen回顧整理了近十年的遊戲學習相關研究指出，遊戲式學習可以達到「促進學習者對科學概念的整體理解」、「獲得認知能力」、「增加學習的正面影響」、「提供彈性的學習」、「改善學習成果」、「從認知、動機、團隊選項的角度導入社會文化學習」、「提高跨文化交流能力」、「提高基於腳本協作的專業學習以及學習者的滿意度」等正面效益(Zhonggen, 2019)。同樣的，遊戲式學習的遊戲如果過於複雜或耗時，增加學習者的腦力負荷，則會

適得其反，反而對學習者的學習有不良影響(Cowley, Fantato, Jennett, Ruskov, & Ravaja, 2014)。

國內研究也發現桌上遊戲的導入課程，對於人際關係的提升，在統計上雖未達顯著提升程度，但質性資料顯示，不同的遊戲實施後，分別對個人與同學相處的情形、檢視自己在團體中的地位、遇挫折尋求他人協助、與同學相處解決困擾的能力、知道自己在團體中所需的安全感等人際關係，有感受到態度與想法的改變(詹芯蘋，郭喬蓁，羅希哲，2019)。

整體來說，前述線上學習的幾個不易克服的缺點以及所面臨的挑戰，包括，「彈性和自主性的陷阱」，包含不同學習步調、客製化的需求，學習動機是否充足、「遠距線上學習模式的開啟不等同於真正的自主學習必然發生」，以及「學習者的互動不足」等，似乎都可藉由遊戲式學習嘗試減少它的不利影響。包括，認知有用、認知易用、目標明確，所能導致學習者達到專注與樂在其中，可以克服自主學習陷阱；而遊戲所營造的體驗式學習環境，則可以吸引學

生並提高他們做出決策、應用知識、解決問題和協作的的能力，則可以使學習者配合自己的學習步調進行學習。最重要的人際關係與互動，可藉由遊戲的氣氛與互動下得到良好的改善。

然而，原本的遊戲式學習，特別是近期大受歡迎運用桌上遊戲的學習，多仰賴於它的強烈實體互動性(Sardone & Devlin-Scherer, 2016)。同樣受到疫情的影響，當學習必須轉換為線上模式，很多桌上遊戲的教學，也無法如傳統方式進行操作。這使得我們開始尋求不同的遠端操作桌上遊戲的解決方案。

三、線上桌遊模擬平台資源

在 COVID-19大流行期間，由於多數人不得不呆在家裡，對遊戲的需求大幅增加。在一項使用Steam 遊戲平台上1963 款遊戲的數據分析研究中，發現在大流行期間遊戲人口增加了33%，分析顯示多人模式、冒險、賽車和桌遊類別的遊戲在此期間最受歡迎(Wannigamage, Barlow, Lakshika, & Kasmarik, 2020)。

國內外許多圖書館提供桌遊借用的服務，這樣的服務除了可增加圖書館的

親和力與對學生的吸引力之外，也可以讓更多學生可以不需額外的花費，便有機會嘗試不一樣的桌遊。然而，2020年3月開始的COVID-19疫情讓一些圖書館開始思考如何持續桌遊的典藏與借用服務。Forsythe (2021)由玩家的觀點，分析比較幾種桌遊模擬平台，包括Yucata.de 和 Boiteajeux.net 是完全免費的、沒有即時(real-time)遊戲功能、幾乎只提供經典遊戲、並且學習曲線非常低。在線上桌遊模擬平台中，作者認為最佳的兩個遊戲平台，是 BGA (Board Game Arena, <https://boardgamearena.com/>) 以及Tabletopia (<https://tabletopia.com/>)，並分別針對兩者進行比較，原則上兩者都提供免費遊玩大量的遊戲，但部分遊戲必須具備付費會員的身份才有權限可以遊玩。這樣的評比角度，是由桌遊的使用者（玩家）的角度所進行的評比(Forsythe, 2021)。

除了學習者（使用者）的角度之外，要探討桌遊線上化的方案，更重要的，尚須考量將學習方案轉換為桌遊、亦即遊戲設計者的觀點以及其技術門檻。

Baranoski (2017)比較了「Vassal Engine」、「Roll20」以及「Tabletop Simula

tor」三個桌遊模擬遊戲製作平台。經過比較分析，前兩者接近傳統的遊戲設計方式，3D物件的構建較不直覺化、遊戲設計門檻較高、遊戲規則整合進程式系統中。而Tabletop Simulator的遊戲設計就比較直覺、設計門檻較低，不過，遊戲規則就必須玩家配合才能夠完成(Baranoski, 2017; Leorke, 2018)。

根據本研究的使用與測試，在遊戲設計階段，BGA應該是接近Baranoski (2017)所評估的「Vassal Engine」、「Roll20」等類型，這種類型模擬方式的優點是可以將遊戲規則整合進遊戲系統中，例如，自動發牌、自動移動時間軸、自動計分等，玩家可以省去計分、領取資源等手續，甚至可以做到提示、防呆等功能。但因為具備較完整功能，就相對需要較複雜的開發工具，以及較多的程式設計基礎能力。故以「將教學遊戲進行線上學習的轉換」這個角度來看，Tabletop Simulator跟Tabletopia就是最適合的選項，因為他只做物理環境的模擬，其餘的互動以及規則，則留給玩家發揮。其中，Tabletop Simulator雖然有較精美的畫面與效果，但因為Tabletop Simulator是一款商業化的娛樂軟體，需

要在steam平台購買，這導致學習者要使用Tabletop Simulator所製作的桌遊，必須先購買Tabletop Simulator這個軟體（目前需新台幣468元）。而Tabletopia可以直接使用Chrome等一般常用瀏覽器連線使用，不需要另外安裝應用程式的客戶(client)端，對於使用者更為友善。因此，在實務教學運用上，後者較為可行，故本研究以Tabletopia進行測試與討論。

參、研究方法

本研究所使用之研究方法，係將發展中的自製桌遊透過桌遊模擬平台網站Tabletopia的模擬功能，將之轉換為線上版本，並進行相關測試，分別從設計者、教學者以及學習者的觀點予以評述。

一、測試遊戲

為延續研究團隊先前所發展的自製綠色化學桌上遊戲，目前修正版本與相關調查尚在進行中，故相關內容暫予保留。與本研究相關者，為遊戲內容主要由卡牌所構成，搭配代表原料、能源、資金、人力的指示物（道具），同時每位玩家有各自的版圖。遊戲所需配件相當單純，與一般教學用之自製桌遊複雜

度相當，故適宜作為本研究測試示例。

二、轉換準備

測試所使用的桌遊，原先為實體版本。故已經具備既有的卡牌、版圖的圖檔。相關圖檔皆以.PNG格式儲存備用。

三、模擬平台登錄使用

本研究所測試的模擬平台，為一商用模擬平台。該平台提供兩種帳號。一種是玩家帳號，一種是開發者帳號。兩者皆依不同權限而有不同的收費方式。一般入門權限的帳號為免費。以開發者帳號為例，可以設計一個遊戲，這個遊戲可以有兩種設定（或配置，**setup**）。本研究使用免費帳號即足以完成遊戲的轉換與測試。

四、測試方法

透過數位檔案的轉換、配置、操作測試，由開發者與教學者的角度，評估本測試平台運用的優缺點與適用時機。詳細測試方法，於結果討論一節中細述。

遊，常會使用到諸如卡牌(cards)、指示物(pieces or tokens)、版圖(board)、骰子(dices)等道具。如果要實現運用網路遠端進行桌遊，除了運用多台視訊機器（例如手機）、配合至少一人負責桌遊版圖、卡牌等物件的放置、抽取等克難方式之外，比較簡易的方式，便是提供一個合適的模擬環境，可以模擬這些道具的擺放，玩家容易透過連線方式進入此一模擬物理環境，進行遊戲的互動。至於遊戲規則，與分數計算、勝負條件等，則由玩家之間自行溝通與約束，與實際真正在操作一盤桌遊無異。理解這樣的服務方式後，我們不難了解，對於運用自製桌遊來進行教學的使用者而言，要設計一個可以在線上進行教學的桌遊，僅需掌握這個模擬器的兩大功能即可，第一是道具的配置，第二是客製化道具的製作。這使得自製桌遊的數位化，相對的容易。

肆、結果與討論

有別於一般電腦遊戲的設計思維，Tabletopia跟Tabletop Simulator的定位，就是一種桌遊的「模擬器」。一般的桌

一、Tabletopia平台的遊戲設計方式(設計者觀點)

Tabletopia的典型遊戲設定畫面如圖1所示，圖1以本研究團隊發展中的綠色化學桌上遊戲作為示例。由圖1遊戲

設定畫面可以觀察得知，模擬器可以設定玩家人數，道具的配置、擺放方式也具有很高的自由度。模擬器提供許多現成的桌遊常用道具，包含撲克牌、西洋棋、圍棋、指示物（包含多種尺寸的米寶、圓柱體、立方體等）、版圖(board)、骰子（四面、六面、八面等多種類型骰子），甚至還有一些計分的輔助裝置

可供選用。每一款道具擺放到桌面上之後，都還可以配合該道具的參數再做一些設定。以卡牌為例，圖2顯示一張卡牌可以有的設定，包含調整尺寸、複製數量、刪除、旋轉角度、翻轉牌面、鎖定位置等功能。整體遊戲的配置操作上相當的直覺化。

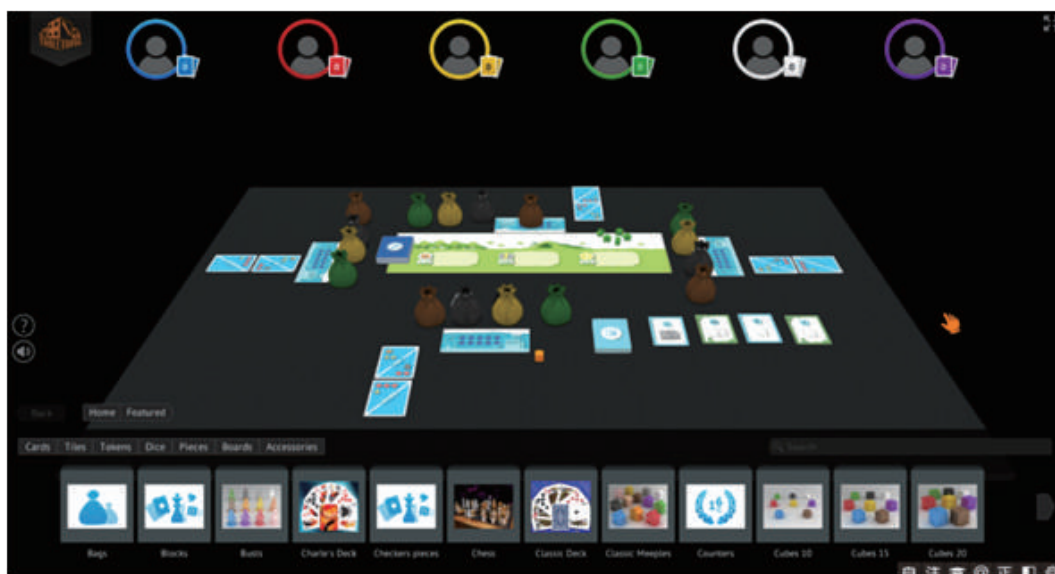


圖1 Tabletopia模擬平台的遊戲設定畫面。

設計者只要透過簡單的滑鼠點選、拖曳，便可進行遊戲道具的配置。畫面上方是設定的玩家人數，不同的玩家用不同顏色的椅子代表。中間部分，則是模擬的遊戲桌面，可配置擺放模擬的遊戲道具。圖中以研究團隊發展中的綠色化

學桌上遊戲作為示例，進行配置與擺放測試。下方則是只有設計階段才看得到的道具列。可由此選擇合適的遊戲道具到桌面中，進行配置。

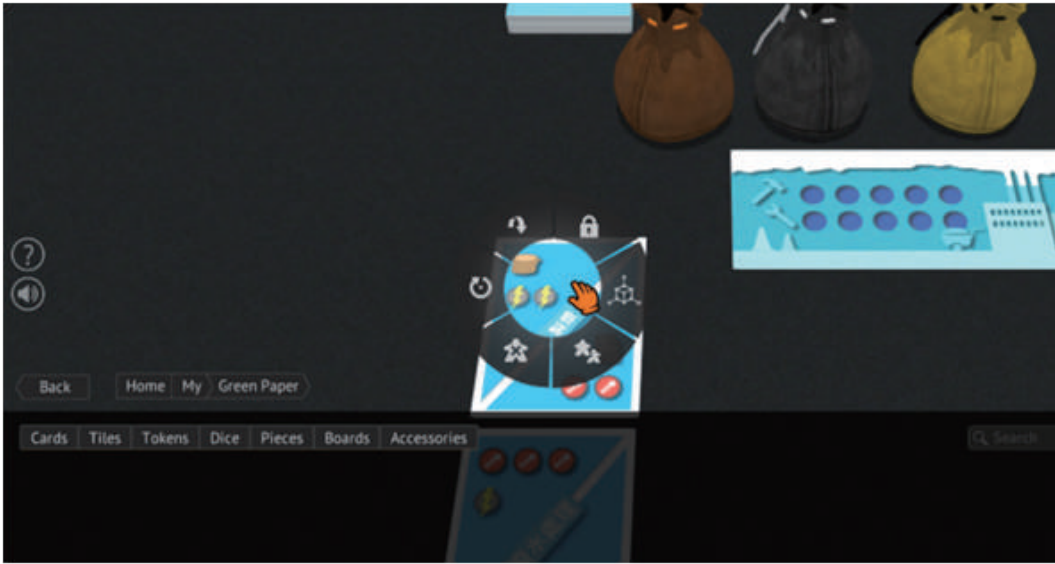


圖2 每個遊戲道具可以有更細緻的設定。

圖中手套顯示位置的功能選項為道具的「放大縮小」，依照順時針方向，依序為「複製」（可以將同樣道具複製多個）、「刪除」、「旋轉」（可旋轉不同角度）、「翻面」（將卡牌等道具翻到另一面）以及「鎖定」（固定道具位置，避免遊戲中的誤觸而移動，遊戲中玩家如需移動被鎖定的道具，則需先進行解鎖）等功能。

除了遊戲的配置擺放，另一個教學者最常使用到的功能，應該是遊戲道具的客製化。例如，不同內容的卡牌、版圖、特殊骰子、特殊道具等。Tabletopia平台採取會員制，免費的會員可以

製作客製化的卡牌、版圖，進階的付費會員才能客製化特殊骰子，或者其他更進階的道具。對一般教學者而言，若只是將自己設計的教學遊戲轉換為線上桌遊，免費會員的功能便已足夠。這個平台強調，使用者不需任何程式設計技巧，便可以在數小時內將自製的桌遊，轉換成線上版本。圖3是自製卡牌道具的畫面，只要上傳對應卡牌正反面的圖檔，便可以完成單張，或整套牌組的卡牌設定。

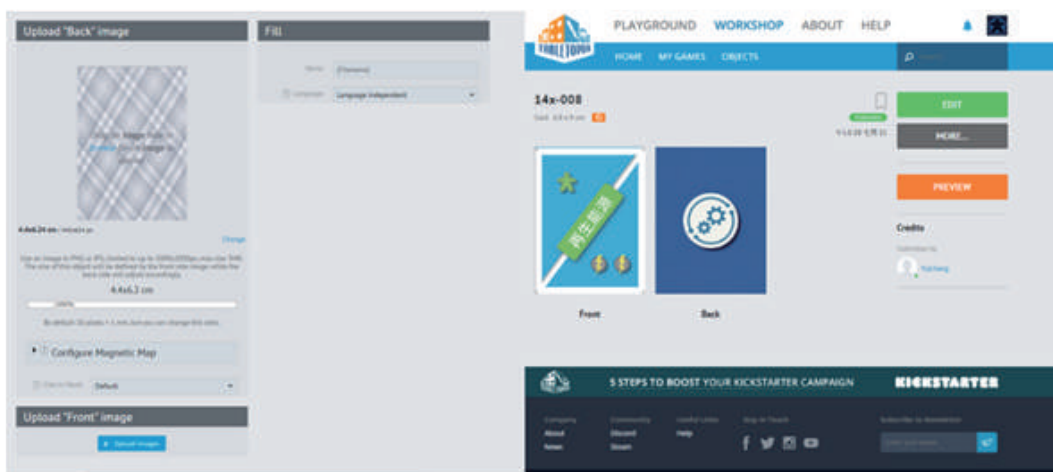


圖3 Tabletopia模擬平台自製卡牌道具的畫面。只要上傳對應卡牌正反面的圖檔，便可以完成單張，或整套牌組的卡牌設定（左圖）。右圖是上傳完成後的畫面，可以看到成品的正反面，也可進行實際使用時的預覽。

二、Tabletopia平台的遊戲操作(教學者觀點)

教學者在進行自製桌遊線上化的過程中，模擬平台的軟硬體需求與操作性等使用者端的考量也相當重要，因為那與學習者的學習經驗息息相關。在軟硬體需求部分，Tabletopia僅用一般的電腦，配合常用的網路瀏覽器，便可登入並操作，不需額外安裝特殊的客戶端程式。使用者取得連結後，可以自創新局(create a room)，也可以加入他人所開設的遊戲局。登入遊戲，除了需要可以使用瀏覽器的電腦之外，另需要一具備滾

輪的滑鼠，可以使遊戲操作更順暢。在遊戲平台中，滾輪可以放大、縮小遊戲畫面。在操作上，滑鼠左鍵也被定義為點選、取物的功能，按著滑鼠右鍵則會有其他選項可以選擇，例如，物件的鎖定、取牌、發牌給每位玩家等。滑鼠右鍵持續按著，則可以選轉桌面與視角，如圖4。這些設定，大多符合一般軟體的慣用操作設定，可有效降低首次接觸的使用者學習門檻。



圖4 遊戲模擬平台在配置與實際操作階段，均可使用滑鼠進行直覺化的操作。包含旋轉桌面角度（視角）、放大縮小桌面等。圖左、右分別為不同旋轉桌面角度。

三、學習者回饋意見

本研究將所研發國小版的綠色化學桌遊轉化到本平台，並支援2022年環保署化學局(今環境部化學署)所辦理小學的綠色化學營隊活動。該活動以既有小學教材為基礎，且以國小中高年級學童為對象，另外，由於受新冠疫情影響，營隊兩日課程採用線上方式舉行，兩場營隊共招收學生90人，為引起學習者之學習興趣，課程活動多偏重於實作活動。其中，線上的綠色化學桌上遊戲活動被安排在營隊的最後一個時段。參與營隊的小朋友被問及「希望未來舉辦哪種類型的營隊？」回答「桌遊大賽」者占

36%之多。顯見小朋友的操作似乎不太受網路線上操作影響。許多的課後回應也都跟線上桌遊相關：「桌遊時間長一點」、「線上桌遊分組時，可依年齡分組，減少費時說明時間。另參與線上桌遊，可事先將所需配備詳列，供參與者準備。」、「希望玩桌遊的時間可以延長」（環保署化學局，2022）。不過，在另一次以成人為對象的工作坊，同樣採線上的方式操作，在調查影響學習成效的特質時，雖然同樣具有不錯的學習成效，但可以發現與線上操作有關的因素顯著低於其他因素，說明這樣的模擬平台在某些情況下，仍與實體經驗有顯著差異。

四、可行的教學應用方式與綜合評論

經過初步測試，Tabletopia桌遊模擬平台對教學者與使用者皆相當友善。研發初期，研究團隊所設計的桌上遊戲需請專家協助試玩，而當時也正是國內疫情嚴重，採取三級管制的情況。在這樣限制之下，我們採用google meet做為視訊平台，進行遊戲介紹與試玩。由於Tabletopia平台僅提供道具的擺放模擬，一般進行桌遊所需要的語音溝通功能，Tabletopia是建議透過DISCORD平台（一個線上多人遊戲常用的語音軟體）補足這一個功能。本研究則是採用google meet進行視訊溝通，同時開啟遊戲的伺服器(server)端，Tabletopia平台用開一個房間(room)稱之。在操作過程中，即便開啟視訊，仍不影響遊戲進行的流暢度。此外，有時需要對遊戲操作進行說明、甚至是Tabletopia平台的操作進行說明時，亦可運用google meet的畫面分享功能達到這樣的效果。如果，請使用者切換畫面回到google meet看分享畫面，則還可以看講解的人如何進行選單、或隱藏牌卡等不易在線上講解呈現的功能。因此，使用google meet結合

Tabletopia進行線上的遊戲式教學，可以提供很多不同的功能選項，滿足教學者的需求。

本研究藉著桌遊線上化的發展過程與應用經驗，針對Tabletopia此一桌遊模擬平台，綜整使用心得如下：

（一）提供一個良好的網路學習方案

在疫情或其他災害影響，導致人們行動受限时，線上學習是必要的選項之一。而使用Tabletopia作為線上桌遊的選項在疫情流行這段期間，增加不少使用案例(Coward-Gibbs, 2020；Kleiman, et al., 2020)。更不乏有以之發展新遊戲的例子(Almeida, Taschner, & Lellis-Santos, 2021)。

（二）對教學者友善的使用環境

雖然這類桌遊模擬平台，提供的是一種物理模擬形式的遊戲道具擺放(Leorke, 2018)，但這也意味它的設計不需額外程式設計技巧。根據本研究試用，此模擬平台具備友善的使用介面以及易讀的入門介紹，確實可以在數小時內完成一個遊戲的轉換。因此對教學者，亦即需要將自製桌遊轉換為線上操作的

需求者，是相當友善的環境。

（三）使用對象無限制

遊戲設計者，可以設定、開啟遊戲連結。即使不是Tabletopia註冊的使用者，只要取得連結，一樣可以登入操作。此一功能相當適合在教學環境下，老師開啟一個連結，學習者不需受到過多限制便能參與。

（四）免費的入門功能

對遊戲設計者而言，免費的帳號，所具備的權限可以設計一個遊戲、以及進行兩種遊戲配置(setup)。對很多簡易的遊戲來說，已經足夠使用。

（五）擴大桌遊應用在教學可行性

一般將桌遊運用在教學時，常需要考慮上課人數而需購置相對應的實體桌遊套數。這樣的負擔，除了費用上的考量，保存也是一大問題，空間上的需求，以及因為遊戲道具零件的缺件等維護的問題。使用桌遊模擬平台則可以減少這些維護的考量(Forsythe, 2021)。

（六）可縮短開發桌遊的時間

一般的桌遊設計，在設計完成後，需進行道具試做，才能試玩，再逐步修

改、調整。使用模擬平台，則可快速調整、試玩，有效縮短開發、調整修正的時間，完成開發後再真正製作成品。

（七）仍無法替代實體桌遊

在限制為網路學習情況下，運用桌遊模擬平台是一個良好的實體桌遊替代方案。但這樣的轉換並不單純只是遊戲方法的轉換。研究指出，並非所有遊戲機制都適合轉化為線上型式（例如有些需要隱藏訊息，有些可能需要特殊道具）。此外，即使通過麥克風與其他玩家交流，這樣的方式還是被視為缺乏與他人真實存在相關的社交樂趣(Coward-Gibbs, 2020)。確實在專注模擬畫面的同時，玩家之間的互動，就僅剩聲音的互動，其他的肢體、表情等會影響整體氣氛的因素，就無法透過這樣的模擬平台傳達。但是在疫情管制的情況下的線上學習，人們之間缺乏更多元的互動交流，使用線上遊戲的方式，已經可以多少的解決這方面的問題(Kleiman, et al., 2020)。

伍、結語

受到新冠疫情影響，全世界自2020

年起在數位化學習被迫加速發展，已成為不可逆的發展趨勢，如何更善用合適工具與平台，建構客製化的線上學習素材，將是未來每一位教學者所需面對的重要課題。線上學習的幾個不易克服的缺點以及所面臨的挑戰，包括，「彈性和自主性的陷阱」、「遠距線上學習模式的開啟不等同於真正的自主學習必然發生」，以及「學習者的互動不足」等，經評估可藉由遊戲式學習嘗試減少它的不利影響。故在限制為網路學習情況下，運用桌遊模擬平台是一個良好的實體桌遊替代方案。

根據本研究的測試與分析，Tabletopia桌遊模擬平台同時具有「對教學者友善的使用環境」、「使用對象無限制」、「免費的入門功能」、「擴大桌遊應用在教學可行性」以及「可縮短開發桌遊的時間」等優點。即便如此，桌遊模擬平台仍無法完全取代實體桌遊在教學上的使用。一方面，並非所有遊戲機制都適合轉化為線上型式，另一方面，原本運用桌遊的遊戲式學習，本就仰賴於它的強烈實體互動性，但還是有不少實體的實際互動，無法透過線上的方式傳達。

但是在快速轉換下的線上學習，人們之間缺乏更多元的互動交流，遊戲式學習具有增強互動、專注力、足夠的學習回饋機制等特質，故使用遊戲線上化的方式，已經可以部分程度的解決這方面的問題。而使用不要求程式設計技巧的桌遊模擬平台，教學者則可將心力更集中在如何提高教學品質上，而不受數位化的轉換技術門檻所阻礙。

陸、誌謝

本研究所使用的圖片係來自於平台網站的截圖，承蒙平台同意使用，特此致謝。

柒、參考文獻

- Almeida, L. G. d., Taschner, N. P., & Lellis-Santos, C. (2021). Outbreak! An online board game that fosters collaborative learning of viral diseases. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1), 1-4. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2539>

- Bakhuys Roozeboom, M., Visschedijk, G., & Oprins, E. (2017). The effectiveness of three serious games measuring generic learning features. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 83-100. <https://doi.org/10.1111/bjet.12342>
- Baranoski, J. (2017). Prototype gamer: Effects of digital prototyping tools on the attitudes and behaviors of tabletop game designers. Drexel University.
- Cojocariu, V.-M., Lazar, I., Nedeff, V., & Lazar, G. (2014). SWOT analysis of e-learning educational services from the perspective of their beneficiaries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 1999-2003. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.510>
- Coward-Gibbs, M. (2020). Why don't we play pandemic? Analog gaming communities in lockdown. *Leisure Sciences*, 43(1), 78-84. <https://doi.org/10.1080/01490400.2020.1811260>
- Cowley, B., Fantato, M., Jennett, C., Ruskov, M., & Ravaja, N. (2014). Learning when serious: Psychophysiological evaluation of a technology-enhanced learning game. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(3), 3-16.
- Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5-22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- Forsythe, C. (2021). Game on! Recreational play in the library: Reflections of a board game librarian. *Emerging Library & Information Perspectives*, 4(1), 143-156.
- Kebritchi, M., Lipschuetz, A., & Santiago, L. (2017). Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education: A literature review. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(1), 4-29. <https://doi.org/10.1177/0047239516661713>

- Kleiman, F., Meijer, S., & Janssen, M. (2020). Gaming for meaningful interactions in teleworking: Lessons learned during the COVID-19 pandemic from integrating gaming in virtual meetings. *Digital Government: Research and Practice*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.1145/3415401>
- Leorke, D. (2018). Solo board gaming: An analysis of player motivations. *Analog Game Studies*, 5(4).
- Sardone, N. B., & Devlin-Scherer, R. (2016). Let the (board) games begin: Creative ways to enhance teaching and learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 89(6), 215-222. <https://doi.org/10.1080/00098655.2016.1214473>
- Wang, Y., Rajan, P., Sankar, C. S., & Raju, P. (2016). Let them play: The impact of mechanics and dynamics of a serious game on student perceptions of learning engagement. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 514-525. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2639010>
- Wannigamage, D., Barlow, M., Lakshika, E., & Kasmarik, K. (2020). Analysis and prediction of player population changes in digital games during the COVID-19 pandemic. Paper presented at the Australasian Joint Conference on Artificial Intelligence.
- Zhonggen, Y. (2019). A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019, Article ID 4797032. <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>
- 王思峰、李昌雄（2005）。如何增進線上學習成效：線上實務社群的浮現觀點。中山管理評論, 13(4), 749-776。
- 曾琳雲（2004）。線上學習環境之優勢，限制與因應。高應科大人文社會科學學報, 1(2), 291-304。
- 詹芯蘋、郭喬蓁、羅希哲（2019）。應用桌遊教學提升國中生班級人際關係之研究。人文社會科學研究：教育類, 13(1), 21-48。 [https://doi.org/10.6618/hssrp.201903_13\(1\).2](https://doi.org/10.6618/hssrp.201903_13(1).2)

蔡瑞君（2020）。消失或加劇的社會距離？新型冠狀病毒疫情下課程與教學數位化面臨的挑戰與契機。
Journal of Curriculum Studies, 15(1), 35-51。

環保署化學局（2022）。110-111年綠色化學多元教育推廣計畫期末報告

以創新擴散理論探討林業署推動森林環境教育 之成功關鍵

劉思岑¹ 蔣沛志² 楊總慈³

¹ 臺北市立大學環境教育與資源碩士班 副教授

² 社子島濕地解說小築 環境教育人員

³ 桃園市內壢國小 教師

摘要

林業及自然保育署(林業署)於2007至2009年間，在全臺陸續設立八座自然教育中心，積極推動森林環境教育，至2012年，所有自然教育中心皆獲得環境教育設施認證，並結合當地資源與文化特色，開發出312套創新課程，最終精選出12套「學·森林」通用課程，並培訓內外部種子教師。林業署以全國最大自然資源管理單位投入環境教育工作，透過創新策略，希望促進社會公民參與，推廣森林保護與學習。

本研究目的為探討林業署在森林環境教育的推動策略，以管理學和社會學等領域已行之多年之創新擴散理論為基礎，透過深度訪談與文件分析，探討自然教育中心在推動森林環境教育過程中的創新推動者特質，以及影響「學·森林」課程擴散的四大要素：社會體系、創新、溝通管道與時間。研究結果不僅為林業署未來持續推動森林環境教育課程提供參考，更是為國內外政府機構或其他環境教育設施制定教育推動策略提供借鏡，並有助於拓展創新擴散理論在不同領域的應用研究。

關鍵字：林業署自然教育中心、創新擴散、森林環境教育、創新推動者

Using Innovation Diffusion Theory to explore the key elements of the promotion of forest environmental education by Forestry and Nature Conservation Agency

Shih-Tsen Liu, Pei-Zhi Chiang, Hui-Cih Yang

Abstract

The Forestry and Nature Conservation Agency (Forestry Agency) established eight Nature Education Centers across Taiwan between 2007 and 2009 to promote forest environmental education. By 2012, all of these centers had received certification as Environmental Education Facilities and Venues. Leveraging local resources and cultural characteristics, the centers developed 312 innovative courses, eventually selecting 12 universal "Learn Forest" courses to train internal and external seed teachers. The Forestry Agency, as the largest natural resource management agency in the country, is committed to environmental education. Through these innovative strategies, it aims to promote public participation and advance forest conservation and learning.

The purpose of this study is to explore the strategies of the Forestry Agency in promoting forest environmental education. Based on established Innovation Diffusion theory in fields such as management and sociology, this study used in-depth interviews and document analysis to investigate the characteristics of the innovation promoters in the process of promoting forest environmental education through Nature Education Centers, as well as the four key factors, social systems, innovation, communication channels, and time, that influence the diffusion of the "Learn Forest" courses. The findings not only provide reference for the Forestry Agency's future efforts in continuing forest environmental education but also serve as a model for government agencies or other environmental education facilities in Taiwan and abroad when developing educational strategies. Additionally, the study contributes to the expansion of Innovation Diffusion theory in various research fields.

Keywords: Nature Education Centers of the Forestry and Nature Conservation Agency; Innovation Diffusion; forest environmental education; innovation promoter

壹、研究背景與目的

森林提供多項生態、經濟和社會價值，對於永續發展至關重要。聯合國在1992年召開的「聯合國環境與發展會議」（United Nations Conference on Environment and Development, UNCED）中，便通過「森林原則」，其內容為對於森林資源的未來規劃，評估森林開發對環境與經濟的影響，並採行降低損害的措施，以及探討如何永續維持森林的功能。

森林原則的認同與執行，則有賴於教育的推動。透過森林環境教育，可以提高公眾對森林價值的認識，激發人們的環保意識與責任感，讓人們了解森林在維持生物多樣性、調節氣候、淨化水源等方面的重要功能，讓大眾認識到森林保護不僅是環境問題，更是影響人類福祉的關鍵因素。通過教育，更能改變人們對森林資源的消費行為，減少非法砍伐和過度開發的情況，進而促進政策的制定和社會共同參與。

而談及森林環境教育，行政院農業部林業及自然保育署（以下簡稱林業署

）是實至名歸重要推手。林業署前身為行政院農業委員會林務局(以下簡稱林務局)，隨行政院組織改造，林務局於2023年8月改組為林業署。林業署不只是臺灣掌握最大自然資源的經營管理單位，掌管著臺灣土地覆蓋率達60.71%的森林環境與自然資源，更早在2007年即陸續成立八座自然教育中心，藉由內部發展、外部拓展，使森林環境教育推動蓬勃發展，提升國人的對於環境的意識。

這八間自然教育中心由北至南分別為東眼山、羅東、八仙山、池南、奧萬大、觸口、知本和雙流自然教育中心。各中心依其環境資源特色設計適用對象之課程內容，開始嘗試系統式的環境教育推廣，集思廣益出三百一十二套精彩課堂，匯聚與精選出十二套通用課程，「學·森林」森林環境教育課程彙編(以下簡稱「學·森林」)因此誕生。林業署辦理「學·森林」種子教師培訓工作坊，經由彙編的十二套課程，進行「種子教師」的培養和訓練，希望讓社會公民一起加入推廣森林、向森林學習的行列，也給予其他推行環境教育場所一個全新的學習榜樣。

故此，在2011年環教法施行後，林業署的八間自然教育中心於2012年全數完成環境部環境教育設施場所的認證，且在國家環境教育獎中多次獲得肯定，足見林業署在推動環境教育工作上的策略運用可以有所示範或有為他所借鏡之處。

然而，研究者發現過去對於自然教育中心的研究探討，多著墨在其課程的教學成效(王喜青、王書貞，2008；王喜青、周儒，2018)，或是經營管理及人員層面的探討(方春憲，2012；王宏銘；2010；王喜青、林慧年、陳維立、周儒；2011)，似乎不足以完整說明林業署的森林環境教育發展至今的創新與推廣策略。研究者欲探究林業署是如何透過自然教育中心，以及其發展出的「學·森林」課程，影響受眾以實踐森林保育。

Rogers(2006)的創新擴散理論(Diffusion of Innovations Theory)對理解創新如何在社會中傳播和採用具有深遠的影響，正好可印證林業署的森林環境教育推動過程。該理論對商業、公衛、農業、社會、教育等多項領域的研究和

實踐提供了深刻的洞察，旨在解釋新技術、產品、思想或實踐是如何被社會成員接受和擴散，對於推動進步、社會改變和經濟發展具有重要價值。創新擴散理論從創新、溝通管道、時間以及社會體系等四個不同面向探討創新的擴散過程，並指出創新的推動者在這段時間中扮演著相當重要的角色，推動者本身的特質及其發展出的策略是足以影響擴散快慢與成敗的關鍵。

自然教育中心從成立，到投入環境教育，再到聚焦森林環境內涵，推動森林環境教育的過程或因林業署任務性導向、或因政策性導向以發展出適切當時環境價值觀的策略，這個價值轉變的過程，如同Kuhn(2012)所提出的典範轉移(Paradigm shift)，典範轉移指的是在信念、或是在價值、或是在方法上的轉變過程。從一個處於危機中的典範轉移到一個新的典範，不是一個累積性的過程，也不是把一個舊典範修改、引伸就可以完成的過程；相反地，它是在一個新基礎上重新創建研究領域的過程(程樹德、傅大為、王道還，1989；潘淑蘭，2013)。

在臺灣眾多公部門中，林業署先行成立自然教育中心，並透過「學·森林」等課程推動森林環境教育，營造了典範的轉移，實屬一創新策略。對於參與自然教育中心活動的這些接受者來說，林業署如何扮演推動者的角色，甚至是創新、溝通管道、時間以及社會體系等多重因素，均會影響公眾對創新物即森林環境教育的接受。若能挖掘出林業署推動森林環境教育的關鍵因素，不僅可提供林業署未來持續推動森林環境教育課程時的參考，也可成為國內外政府單位或其他環境教育設施場所，制定教育推動策略的借鏡。亦能提供創新擴散理論更多元領域研究的參考。

基於上述背景、動機與重要性，本研究參照Rogers創新擴散理論，以林業署自然教育中心為研究對象，將以「學·森林」課程為代表的森林環境教育視為創新物，從推動者角色和擴散四要素兩方向來探討林業署推動森林環境教育之成功關鍵因素：

1. 探討林業署自然教育中心在推展森林環境教育中的推動者特質
2. 探討影響影響「學·森林」課程擴散之四要素

貳、文獻探討

在林業署的沿革中可窺見臺灣森林經營的脈絡，從最初的以伐木獲利為取向的開採林業、到以經濟造林為任務的育成林業、到以森林保育為主軸的生態林業、發展至現今以生態系概念為整體經營考量的保育林業的幾個階段，同時林業署也由最初的事業機構轉而成為政策統籌的公務機關，組織的功能由地方改隸為中央、業務也由單純的林業政策推動再納入了自然資源保育及林業文化的保存(林華慶，2017；農業部林業及自然保育署全球資訊網，2024)。林業署與過去的林務局，在每一個發展階段皆為因應各時期設定任務目標訂定策略以推動相關工作，逐漸形成臺灣林業經營政策與森林環境教育的重要推動單位。

(一) 林業署推動森林環境教育的歷程

林業署的前身林務局成立之初，本在於林學的研究，以林地經營、林業生產等森林資源的運用為主要目的。自1965年起，為因應國人休閒、育樂需求之日增，林務局開始發展森林遊樂事業，並依據各地資源特性，分別於北、中、南、東各區陸續設置了18處國家森

林遊樂區，以及三處林業文化園區、生態教育館和樹木銀行等。

就在林務局相關部門推動環境教育的同時，外部合作學者周儒(周儒、何森元，2004)建議借鏡先進國家的公私立部門設立環境學習中心，在2006年辦理自然教育中心發展團隊成長研習專業研討工作坊，進行人員的專業知能精進，加強環境教育專業培力，並在全國的國家森林遊樂區及林業文化園區當中，選擇具發展潛力的場地，以場域設施、經營管理、人力及課程方案等面向著手規劃，進行自然教育中心設立之準備(林浩貞、張岱、羅秀雲，2007；吳聲佶、李晶、翁儷芯、劉松達，2018)。

2007 年於新竹林區管理處率先成立第一間東眼山自然教育中心，爾後2008年成立羅東、八仙山、奧萬大、池南等四間自然教育中心，2009 年成立觸口、知本、雙流自然教育中心。這八家自然教育中心，其中有六家來自森林遊樂區，另外兩家來自林業文化園區和樹木銀行。

2011年是林業署推動環境教育的一個里程碑，同年我國的環境教育法正式

頒布施行，當時的八座自然教育中心依據環境教育法及相關法規，制定了八個自然教育中心的共同宗旨「師法自然，快樂學習」，並提出申請環境教育設施場所認證，2012年獲得全數通過。同時於日後的環境教育工作當中，屢獲國家環境教育獎之肯定，例如有2013年羅東、池南、觸口自然教育中心獲第一屆國家環境教育獎機關(構)組優等、2014年東眼山獲第二屆優等、2015年知本獲第三屆優等及2019年八仙山獲第七屆優等，說明自然教育中心投入環境教育的成果，讓分布全臺的自然教育中心有著許多與民眾及各級學校互動的機會(羅秀雲、張岱、林浩貞，2008)。

這八間自然教育中心因應不同的學習對象，例如：各個年齡層的學童，以及關懷自然環境的需求，設計兼具知性與感性的森林學習課程，並將課程活動分為戶外教學、主題活動、專業研習、環境解說及特別企劃等五大類。並根據在地文化特色以及場域所在地優勢，各自發展出相關特色課程，引領大眾走進森林、了解森林、認同正確的護林概念。舉例而言，2012年池南自然教育中心與臺灣黑熊保育協會合作，透過「黑熊

與我」教案設計工作坊的研習，開發適合國小學生的臺灣黑熊保育教案，推廣台灣黑熊的保育觀念，將豐富有趣的課程融入學校教學（劉曼儀，2012）；2014 年東眼山自然教育中心辦理「水資源網絡種子教師」工作坊，融合生態學知識、環境議題，讓參與的學員們體會多年來在美國廣泛推行的「Project WET」水資源教案，一同關注森林保育與水資源的運用等議題（陳怡君，2018）。除了透過自然教育中心辦理活動推廣環境教育課程，林業署也於2017 年辦理「走讀森林·玩出戶外學習力-森林嘉年華」活動，以認識林業及生物多樣性為主題，傳遞森林永續的重要價值。

然而，林業署的有限人力與服務，無法面面俱到的滿足各界需求（羅秀雲、張岱、林皓貞，2008）。2017年適逢自然教育中心成立屆滿十年，因此，為使森林環境教育更全面性的推展，系統化整理八間自然教育中心發展的森林環境教育相關課程，共同討論與資源共享，產生「學·森林」森林環教教育課程彙編，並由內部教育訓練，轉向透過工作坊形式，廣招有志投入林業保育的民

眾與學校教師，期許能向外推展林業課程到正規與非正規教育中，佈下森林環境教育的種子，達到全民參與的重要目標。

（二）創新擴散理論的應用

創新擴散理論源自於19世紀的歐洲，後由Rogers(1995)集大成提出模型，其理論主要是在探討一項创新的事物如何藉由特定的溝通管道，在個人或社會體系當中傳播的過程。其研究取向囊括創新物的擴散方式、組織創新與创新的擴散歷程研究(戴元峰，2014)，最初的發展是在社會科學領域(陳宗文，2012)，如今在環境教育領域中也被應用於探討設施場所的認證（劉思岑，2016；吳志忠，2017；李弦璵，2022；周珮涵，2017）。

創新推動者在創新擴散歷程研究中佔有相當重要的一環，關係著擴散結果的成敗，對於創新推動者的探討，主要在瞭解推動者介入擴散目標（接受者）時所扮演之角色、與接受者之間的關係及與接受者有效溝通策略的建立，推動者的推動過程，可以根據擴散對象的特性，為他們量身打造一個溝通傳播的計

畫，利用最適合的方式，把訊息傳遞給他們（Dearing & Rogers, 1996）。換言之，推動者的角色功能關係到推動者特質與推動策略的形成；創新推動者的自身特質與採行策略影響著創新的擴散成敗與速度。

其中推動者要讓一個創新的事物可以順利的從產生、到推廣，進而被接受，必須持續扮演七種角色（Rogers, 2006）：(1)幫助接受者發展出改變的需求—李亭亭、施玉珊（2009）在探討促進護理資訊系統之推展時，建議系統建置初期在各醫院舉辦說明會時，多著重在資訊化概念及PDA的操作，藉提升護理人員認識新系統的優點來提升護理作業的效率及正確性，以此來說服護理人員接受護理資訊系統這一個創新做法；(2)建立與接受者資訊交換的關係—胡靜文、陳鈴芳、林曉君、謝秀娟、鄧慶華（2018）在提升護理人員對疾病管理資訊系統的使用率研究中指出，系統使用單位會先由資訊工程師組成專案小組，在護理人員使用上遇有任何問題時，可直接請資訊工程師利用遠端連線，立即在線上解決使用者的問題，破除先前系統不穩定的刻板印象，減少不確定

感，進而習慣資訊系統的使用；(3)診斷接受者的疑慮—胡靜文等(2018)的研究中也發現系統使用單位會透過舉辦教育訓練、製作及提供系統操作指引、提供操作試用版本及舉辦使用分享會等手段，解決早期護理人員對於使用電腦的能力不足所產生的質疑與抗拒問題；(4)激發接受者做出改變的意願—劉昱宏（2010）在關於複合式養生園區的研究中提出，複合式養生園區是創新將醫療院所、護理之家、長照中心、日照中心、老人公寓、長青學苑等機構整合，提供便捷健康醫療照護、豐富社交活動連結、多元居家社福支援等服務，刺激民眾提高入住園區的意願目的；(5)使接受者將意願轉化為行動—李佩珊（2021）在性別平等教育的推動過程當中，邀請性別平等教育法起草與立法催生的學者專家，進行演說或擔任研習講師引進創新觀念；(6)防止擴散終止的發生—黃湘淇（2017）在探討臺北市的生育政策推動時，發現民眾對於生育政策的認知與生育意願來自於臺北市政府在勞基法、性別平等法等法令中對於生育獎勵相關配套措施的積極推動有關，臺北市政府持續透過法規與行政流程提高民眾對於生育政策的知曉度來提高民眾

的生育意願；(7)從協助接受者的角色中脫離——蔡佩樺、鍾念紋、蕭佩嫻（2016）說明羅浮宮博物館在法國總統密特朗主導的大羅浮宮計畫歷時15年的硬體改造工程中，從起初法國人完全無法接受到享譽國際成為法國的代表，羅浮宮的改造過程不僅是法國人對於貝聿銘這一位華裔美籍建築師新穎觀念與工程技術的接受，也是密特朗持續積極尋求社會網絡資源投入，從少部分支持者慢慢擴及到讓法國人廣泛接受的社會化過程。

除了推動者，創新物在擴散的過程中也受創新物本身、溝通管道、社會體系、和時間的影響產生變化。其中創新物不一定是個物品，任何對接受者來說是新的政策甚至習慣，都屬創新，而創新的認知屬性又包括相對優勢、相容性、複雜性、可試驗性和可觀察性。而溝通管道是指將創新傳遞出去的方法，如在推廣創新失智服務時，因為有社區人際網路的傳播管道，加上大眾傳播媒體的宣傳，得以將服務擴散出去（王筱筑，2020）。創新擴散的過程，則需要經過時間的累積，對接受者來說會有認知、說服、決策、執行和確認等五階段。

最後不同的社會組織結構，例如，宗教信仰或文化，以及社會規範，例如：國家制定的法規或政策，都會影響創新事物的傳佈。

參、研究方法

本文主要的研究方法為訪談法，又針對研究目的一，增加文件分析法來取得所需資料。

（一）研究對象與取樣

本研究探討林業署自然教育中心森林環境教育的擴散歷程，以立意取樣的抽樣方式進行，設定以參與自然教育中心發展過程中的產、官、學界當中，熟悉整個發展過程的人員為初始切入的接觸對象進行訪談，透過訪談的過程，再以滾雪球的方式找出關鍵人員進行訪談。

在官方中，研究者訪問曾經擔任過自然教育中心的部門主管；學術界以直接參與自然教育中心發展的相關計畫主持人和自然中心專長領域的專家學者為對象；產業界設定參與自然教育中心相關計畫執行之委託契約團隊成員及自然教育中心簽約的環境教育教師(見表1)。

表1 訪談對象

領域	受訪者描述	人數
官	時任森林育樂組組長、科長和承辦	3
學	協助規劃自然教育中心成立及營運之計畫主持人和諮詢顧問	3
產	擔任自然教育中心環境教育教師	2

(二) 研究架構

本研究架構(見圖1)以創新擴散理論為基礎，在創新擴散理論當中，對於擴散過程與推動者因素的探討，談到了推動者特質包含了七種角色的交互作用

，又推動策略的形成受創新物本身、社會體系、溝通管道及擴散時間等擴散要素的變化而影響，研究者會以此四要素來探討「學·森林」課程的擴散原因。

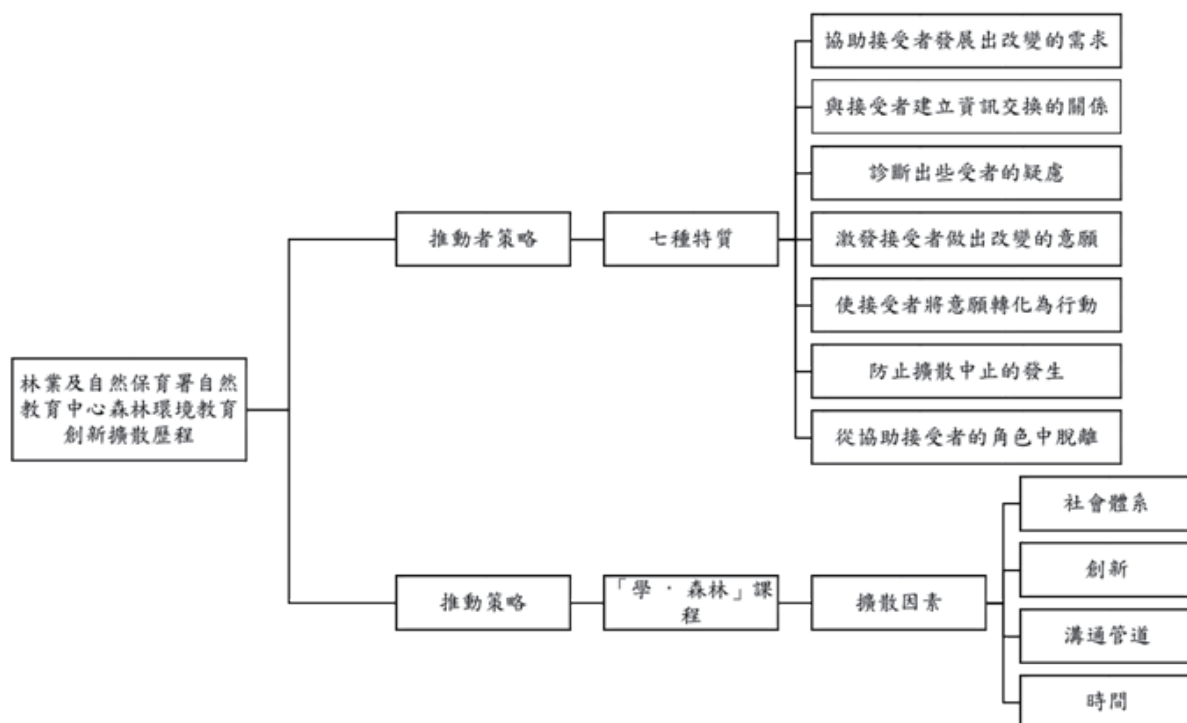


圖1 研究架構圖

(三) 研究工具信效度

本研究根據王文科、王智弘(2015)所說明之半結構式訪談法，開放式的問題，便於讓受訪者的意見充分表達，適用在教育領域中。研究中產出兩份訪談大綱，均有專家進行內容效度的審查

(見表2)，並修改後通過。並採用Denzin(1978)所謂多元的資料來源進行三角檢核，分別從產、官、學不同角度來評述，並輔以相關計畫文件進行資料的交互檢視。

表2訪談大綱審查專家邀請名單

姓名	服務單位	職稱(受訪當時)	邀請原因
周儒	國立臺灣師範大學永續管理與環境教育研究所	教授	曾主持林務局自然教育中心發展計畫、林務局自然教育中心輔導提升計畫。
戴元峰	國家實驗研究院科技政策與資訊研究中心	研究員 兼副主任	曾規劃推動行政院區域創新生態與國際科技政策觀測系統專案，是國內創新擴散領域專家。
張育傑	臺北市立大學	教授	曾主持環境教育機構及環境教育設施場所評鑑專案工作計畫
翁儷芯	行政院農業委員會林務局育樂組	組長	森林遊樂解說及環境教育計畫之擬定、督導與執行

訪談結束後，研究者將訪談內容編號繕打成逐字稿，根據張芬芬(2010)所提出的三階段，進行資料編碼分析，首先挑出重要語句語幹給予描述，進行第一次編碼，重複檢視第一次編碼中相同

或相似描述，分類後進行分割或合併成為第二次編碼，編碼內容對應研究目的彙整為編碼架構，反覆檢視編碼確認資料無重疊或闕漏即完成編碼分析。編碼完成後，研究者還邀請兩位具有環境教

教育背景的研究生，依據楊孝滌（1995）完成評分者信度。其中針對目的的一的訪談大綱評分者信度達0.96，針對目的二的大綱達0.98，均屬相當高的信度。

肆、研究結果

本章針對兩項研究目的分別陳述結果。

（一）自然教育中心的推動者特質

關於創新物的擴散、擴散的速度及是否持續擴散，創新推動者的特質是關鍵影響因素。自然教育中心做為森林環境教育的推動者，其推動者的特質，從訪談中呈現出以下的結果：

一、運用環境資源特色設計教育課程方案

林業署八個自然教育中心其中六個設在森林遊樂區內，有一部分原因是要平衡早期森林遊樂區在週末、日與週間的使用差異，希望能夠提高平日多一些的使用率，所以當時最優先考慮的推廣對象就是學校「我們從2007年開始的時候，我們其實從學校的戶外教學起家的。學校的老師們也沒有太多選擇。」（訪20240313A），所以提供安全的場地和便宜的價格，是驅使學校老師們選擇

自然教育中心做為學校戶外教學地點的第一步「從戶外活動到戶外教學我自己會覺得安全這一個部分。會是各個中心稍微就是要注意的」（訪20240408C），同時自然教育中心又能夠運用森林遊樂區提供優美的景觀及豐富的自然資源，包括從北至南、從低至中海拔的不同地理位置、水文與氣候等特性的組合，形成各自的特色，運用這些優勢，提高學校老師選擇自然教育中心做為戶外教學地點的意願。

「我們那時候的口號就是體驗低海拔山水之美，然後實現友善環境生活，低海拔是我們的特色，所以我們就不會去勉強自己去弄出溫帶國家的東西。」

「我們園區有收集了快18種月桃，這邊雖然雖然不是很大規模，這樣從知識面、生態面、療癒面，他又可以扣接。（我們）可能就要自己找出一個低海拔的特色去扣接。」（訪20240326B）

同時自然教育中心為了達到環境教育的目標，透過深度、結構性設計的課程方案，提供專業且高品質的教學服務，以自然教育中心專業可信的形象來增

加民眾參與自然教育中心接受環境教育的意願。

「自然教育中心提供的課程品質是好的，這件事情老師是很清楚的，學校老師們還是相信自然教育中心提供的課程的品質是好的。學校老師有太多的現實考量跟選擇，所以對老師來講，我覺得品質是很重要。」（訪20240313A）

二、連結正規教育系統進行主動行銷

自然教育中心設定以學校為最優先推廣目標對象，首先向各地方縣、市政府教育局、處進行拜訪，與各地方教育主管單位及環境教育輔導團建立合作關係，運用定期校長會議時間介紹並說明自然教育中及環境教育教學方案特點，讓各校校長可以將相關資訊帶回並傳達與班級教師或家長會，並於學期間的戶外教學活動安排到各地自然教育中心進行教學活動。

「早期的時候，每一個管理處都曾經要自己的行動研究團隊，包括他們的輔導老師一起去拜訪縣政府的教育局或是教育處，另外要跟在地的環境教育輔導團要合作」（訪20240416E）

各自然教育中心也同時搜集區域內各行銷目標學校的基本資料及聯絡人電子郵件信箱，建立聯繫通訊錄做為初期推廣環境教育的主動行銷傳播工具，後隨社群媒體發達應用，自然教育中心也投入社群及媒體的經營（如Facebook、LINE、YouTube等），同時推廣對象也慢慢由學校擴及到其他群體，如安親班、假日市集等，增加互動及溝通的廣度。

「還有一個也就是很努力地辦理暑期夏令營。因為夏令營就不會是透過學校，那就會是可能是在臉書社交平臺、安親班，或甚至他們受訪廣播，電臺很很多各種很多元的方式去某一些環境相關的課題的市集去擺攤。」（訪20240419F）

三、以同理心角度分析大眾的需求

做為森林環境教育的推動者，自然教育中心是站在推廣對象的角度位置上思考問題的，針對學校戶外教學這個自然教育中心的業務大宗，對於老師在戶外教學可能面臨怯步的問題，也會在課程活動設計上被排除「這裡天氣變化很快，所以我們都上午就盡量戶外體驗型，下午就比較是議題面…會用DIY，然後比較是分享型的或是收斂型的，會去

扣接學生的一些行為。」（訪20240326B）。

除了與校本課程結合外，自然教育中心也要去創造出各種可能參與的方式，像是什麼樣的議題、什麼樣的內容，是吸引人的，又什麼樣的活動是會被需要的，提供做為選擇，特別的是，很多戶外教學或夏令營活動，除了結合學生年齡、年級要達到的教學目標外，還要在設計上符合不直接參與課程的老師及家長們的期待。

近幾年永續議題成為熱門顯學，企業永續經營的需求日增，自然教育中心也不只是提供企業課程活動的內容，更提升關注企業ESG的需要，提供更多的是，能夠相互合作的方案。

「把所有不管是各個類別，可以提供跟企業ESG結合的方案，通通會放到一個網站上面，然後企業看到之後，他就可以跟這個專案結合，然後接案完成之後，他就可以入他的ESG企業報告書，然後我已經看到裡面有幾個是跟自然教育中心的推廣是有關係的。」（訪20240313A）

四、以寓教於樂的活動方式提供大眾參與

參加過自然教育中心課程活動的人，在給予自然教育中心的回饋當中，很大一部分的反映是好玩。自然教育中心以寓教於樂的方式傳播林業署的機關形象與森林環境教育的核心價值，除了激發參與者回訪的意願外，這碑也會鼓勵民眾的人際圈使用自然教育中心，提升形象與專業的建立。

「這個家長就有提到他們的孩子回饋林務局的自然教育中心是他們參加過最好玩、最有趣甚至最好的，所以也是參與者的這一些這個實際的參與，學生或孩子他們自己評估，那跟爸爸媽媽說他們覺得這個林務局的是他們參加過最棒，所以可能他們也就是會持續再把手足或者是認識口碑等等再推薦。」（訪20240419F）

希望更多的人養成使用自然教育中心的習慣，無外乎希望參與過自然教育中心課程活動的人，能更認識森林而做出更友善環境的行為，自然教育中心確實也達到這個目的。例如推廣無痕山林運動，自然教育中心就從已經看出改變

的事情中再擴大接受者面向，將這個影響加速、擴大範圍。

五、透過轉譯環境議題並結合生活經驗來增加大眾認知

自然教育中心就是溝通窗口，溝通公眾與林業署的機關形象及核心價值，透過課程方案及環境教師，一方面將政策轉譯獲得認同，一方面推動環境教育內涵在生活中實踐。

「那個議題背後某一部分還蠻複雜，因為他可能涉及到原住民狩獵，或是整個森林經營管理的不當開發，一些比較敏感（話題），我們通常會跟學界，或者是像我們的業務承辦連結一些討論辦研習，然後再由環教師去轉換，對我們來講，第一個是政策的轉譯者，另一個就是怎麼把這種環教的東西以生活的方式可以出去。」（訪20240326B）

自然教育中心對外推廣課程中，有一套森林解密行動的共同課程，是從森林的基礎調查為出發點，讓參與者瞭解碳足跡的管理與氣候變遷之間的關係，理解森林經營管理的重要及所面臨的挑戰，進而願意支持森林管理單位的森林

經營管理政策，透過對議題的轉譯，及實際參與的體驗來增加認同。

「親近自然的，好像比較難就是去覺察，但是認同森林是需要經營的倒是比較多聽說，就他可能覺得以前一棵都不能砍，然後森林不需要經營，放在那邊任由它生長就好，可是他可能來上了某些課程之後，原來其實它跟理頭髮一樣，或者他跟這個種水稻有一點點雷同。那當然這個都是森林經營的局部簡化，因為森林的經營也不可能全部通通都是人工林，所以他上了課他有所理解，原來裡面還可以展開這麼多之後，他的接受都是變高的。」（訪20240408C）

自然教育中心發展的過程，也不只關注在初期較偏重自然保育面向的課題，漸漸納入了木育生活、森林療癒、原住民山林智慧等等越來越貼近生活面向的主題，與個人的生活經驗相結合，使參與者在面對環境議題的時候更有感覺「以前可能會強調自然保育多一點，就是樹不要動，這幾年就會扣接到相對來講，怎麼讓社會也會認同這個議題是跟他的生活有關。」（訪20240326B）

六、塑造獨特性與區隔性並提供多元的服務內容

自然教育中心是以一個設計過的實體，引領大眾進入探索，並在探索的過程當中去發現屬於你個人第一手的自然經驗與知識，這個需要在實體中完成的體驗，不容易被取代「我覺得以現在自然教育中心來說，他就是在打他的獨特性跟區隔性，你如果沒有來這裡，你可能看不到這樣的生態、這樣的森林景觀。」（訪20240313A）。自然教育中心的開始，確立以學校為主要推動對象，針對學校戶外教學設計課程活動方案，提供給學校很多的選擇機會；但在環境教育法施行後，加上社會上少子化的衝擊，提供環境教育的場地越來越多而學校的班級卻越來越少時，要再持續推動環境教育，就需要提供更多元的服務讓更多元族群對象有更多的機會可以參與。「銀髮族也越來越多，他們根本走不到森林，然後我們甚至這幾年還要跟長照在合作。」（訪20240326B）

「最近。應該說是第10年後，第11年後，自然教育中心或許更有經驗也更成熟，也更知道如何透過對於資源的了解，能夠設計給更多元的

目標對象各種豐富的課程，…」（訪20240419F）

七、擴大影響林業署內部其他部門投入森林環境教育工作

環教法施行以來，環境教育在臺灣已經形成一個潮流、趨勢，近幾年來林業署推動環境教育的工作，已經不僅限在自然教育中心，例如近來很熱門的森林市集，就是森林產業組（林務局造林生產組）透過優質國產木材產品介紹與推廣的業務，但它同時也蘊藏森林永續經營的理念及認識臺灣森林環境與我們的生活密切關係的環境教育意涵在其中。森林環境教育已經內化在自然教育中心，同時在組織中起了潛移默化的作用，將森林環境教育漸漸的在其他部門推動開來「現在做森林環境教育這件事情已經不是只有自然教育中心在做，是各部門在做。」（訪20240313A）。

「到2017年林局長來了之後，幾乎每一個部門通通要做，所以你看到的很有名的森林市集，每一年都有森林市集，那就是以前的造林生產組他們要做的事，然後保育組那邊，做國土生態綠網、做社區林業，像國土生態綠網還有棲地補償的計劃，聽起來很保育，可是每一個後

面都帶保育教育的功能在裡頭。」
(訪20240313A)

(二) 四擴散要素對「學·森林」課程的影響

社會體系、創新、時間與溝通管道這四個關鍵擴散要素對「學·森林」課程均有如下之影響：

一、社會體系中法規的制定促進課程的產出

在 2010 年臺灣正式通過環境教育法之前，林業署早已經由解說志工及自然教育中心，進行環境解說與環境教育。但在立法之後有更明確的規範與制度，依照環教法訂定之環境教育人員認證及管理辦法，環境教育人員除經薦舉取得環境教育人員認證者外，其認證有效期限為五年，有效期限到期前三至六個月可以申請展延，展延的方法其一便是參加核發機關、環境教育機構或核發機關認可舉辦之環境相關領域研習（環境教育人員認證及管理辦法，2011），而參與推廣「學·森林」課程辦理之「學·森林」種子教師培訓工作坊，亦可以作為環境教育人員的時數認證，雖然，「學·森林」課程推出時，環境教育法的施行已有時日，但環境教育人員為取

得展延資格，也無形中增加了對「學·森林」課程的關注。

「我覺得社會氛圍是促使這件事情相對成功的，第一個其實環教法大家都需要展延時數的問題，所以來看看種子教師來培訓的人有很高比例是為了展延（訪20200723A）。」

另一方面，在2014發布十二年國民基本教育課程綱要的時代背景下，「學·森林」課程的設計與彙編，恰巧相符應了十二年國民義務教育中的核心素養培養，以及多元學習跨領域的全人教育理念。透過訪談內容可知十二年國民基本教育的許多理念與「學·森林」課程內多領域的媒材彙整，與 108 課綱的精神不謀而合，以跨科際、跨領域的森林課程拉近人與森林之間的距離，使學習者對環境與森林議題有更多的覺察跟敏銳度，從了解森林環境到珍惜森林資源，與大自然共處，適應現在的生活，共同面對氣候變遷問題，思辯現今地球公民所遇之環境挑戰，以面對未來；同時，也呼應十二年國教中十九項重要議題中的環境教育(十二年國教課程綱要議題融入說明手冊，2019)，是現代公民所必備的重要價值觀。

「那時候十二年國教要出來的時候就一直在跟大家說，希望大家在發展課程的時候就跟十二年國教做結合，因為我們一個主力產品就是戶外教學，戶外教學要吸引老師來最好是跟學校的課程有所連結，出來的理由光明正大，學生也可以再把書本上學習到的知識運用到現場（訪20201126I）。」

二、森林主題稀少的相對優勢及模組的可試驗性是課程的創新

森林主題的教案課程過去在臺灣較匱乏，「我覺得如果是一般認識昆蟲或花花草草這種課程比較常見，但是認識林業技術或者是歷史或者是相關的人文，在整個環教市場環教提供的服務裡面是比較少見的（訪20201126I）。」「學·森林」課程的誕生，讓想推廣森林環境教育，或缺乏森林相關知識背景的夥伴，找到適合自己場域推廣的學習方案。

自然教育中心十年來累積不少優質的環境教育課程，經過課程盤點後，依照三大主軸，分別為「森林生態與功能」、「森林經營與技術」以及「森林文化與倫理」，加強脈絡相連集結而成，

彙編「學·森林」課程，使其更具模組化、有系統性，並且供給附件檔案和適用的年級對象，如同一本有關森林環境教育的教案辭典與使用說明書，讓想要推廣森林環境教育的夥伴，可以更容易選擇其適合的目標對象、主題，降低艱難的森林學入門門檻。

「學森林算是第一次由局的角度，然後去促成八個中心的課程，有一個比較系統性的，就是他畢竟還是有課綱，然後有適合的年齡，然後有各個主題的方式去推這些東西，以前可能會是比較單點式的，或是某個主題式的這樣子，或是說可能偏重在，早期各中心的課程可能就是在生物多樣性這件事情上面比較多，那學森林是跟森林有關的各式各樣的課程，各個面向的把它納進來這樣子（訪2020723B）。」

三、分別透過大眾媒介和人際管道進行擴散

彙編完成「學·森林」課程之後，為了能讓教案可以被更多想要推廣森林環境教育的夥伴們，可以更清楚如何運用與傳遞永續的精神，林業署規劃辦理「學·森林」種子教師培訓工作坊，八

家自然教育中心的環境教育教師與專業團隊，共同提供有志於一起推廣森林環境教育的工作坊之種子教師，分別由中心教師擔任與外部專業團隊人員於兩天活動中帶領學員進行相關課程，實際在森林的環境中學習、實作，經此擁有操作教案的經驗。而已經有採用「學·森林」課程的使用者，便會向其他人推薦，無論是同場域的工作夥伴，或是其他有興趣的人，都因而能透過人與人之間進行的訊息傳播，成為森林環境教育的種子，一傳十，十傳百，加速擴散。

「其實學森林那時候我記得就是希望透過這一個培訓，變成有一個種子教師嘛，那這些種子教師再去他們有機會再去教學，再把這樣的課程推出去去影響更多的（訪2020723B）。」

「有一些是有人跟他說這個培訓很不錯，又有教材可以做使用，所以就來參加，我覺得其實最成功的推廣管道就是這個培訓，你這個培訓辦得ok，然後課程是吸引人的，然後也符合需求的，這些人就願意幫你去推去宣傳（訪2020723B）。」

四、時間對於「學·森林」課程的影響
仍在持續醞釀中

經由本研究訪談發現，經過認知階段的知道自然教育中心有森林相關的課程存在，說服階段尋找森林相關的課程後，評估森林課程的優點，決策階段則為「學·森林」種子教師培訓工作坊的辦理，以及出版彙編課程與實際施行推廣策略的階段，目前，「學·森林」課程仍透過種子教師培訓工作坊持續推廣中，故尚未出現確認階段。而「學·森林」課程的發展過程研究者根據資料分析與訪談結果彙整如圖2：

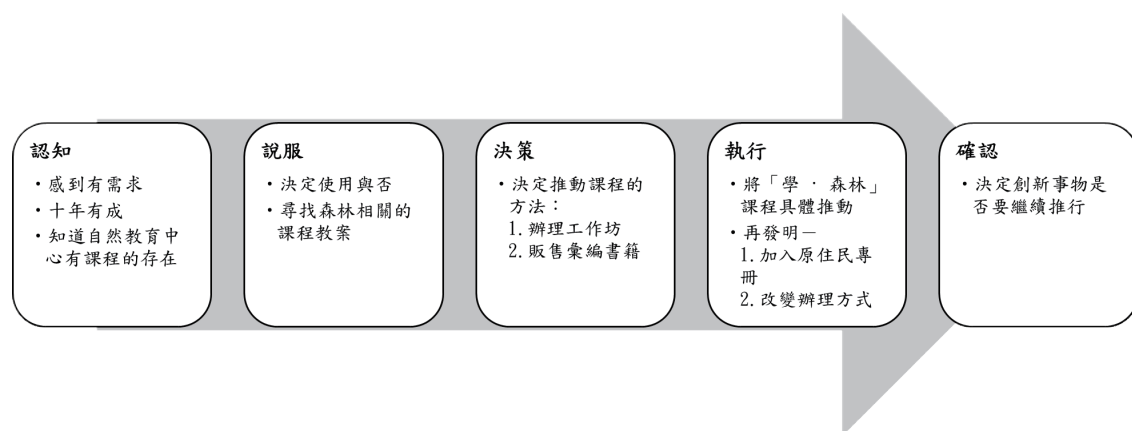


圖 2 「學·森林」課程發展對應時間因素之五階段

同時本研究也發現，在採取推廣課程的執行期中出現一項重要的概念——「再發明」（reinvention）。再發明的概念為根據原始創新事物多作添加、修改，如同「學·森林」課程在推廣的第三年時加入原住民主題專冊，也改變工作坊辦理的方式，使創新事物持續擴散。

是聽說幫蘭嶼出了類似什麼跟蘭嶼有關的生態解說導覽手冊，就是對蘭嶼文化也很了解的人，她就是想說來了解一下這東西到底是長什麼樣子，他可以怎麼樣用，也是有這樣子的例子（訪20200723B）。 」

伍、結論與建議

「那因為現在的人現在原住民的議題高漲，所以他們把原住民的議題放進來了，所以在時間因素與社會環境背景因素之下，學森林的課程內容的一個改變（訪20200731E）。 」

「像我們那時候第一梯有一個女生，她以前就是在，她也不是原住民，但是也在蘭嶼待了一段時間，也

雖然林業署在環境教育的領域中耕耘已久，但透過成立分布全臺的自然教育中心，以及將中心精華課程集結出版成冊，並系統化、模組化成為「學·森林」課程，卻為公部門一創新突破。從圖3的彙整可知在此期間：（一）環教法和十二年國教等社會體系中的法官制定促進了課程的產出；（二）而森林主題的

相對優勢和模組的可試驗性讓創新課程成功推展開來；(三)培訓工作坊和口耳相傳被發現是最有效的溝通管道；(四)

而原住民專冊等不斷創新的影響仍隨著時間在持續醞釀中。

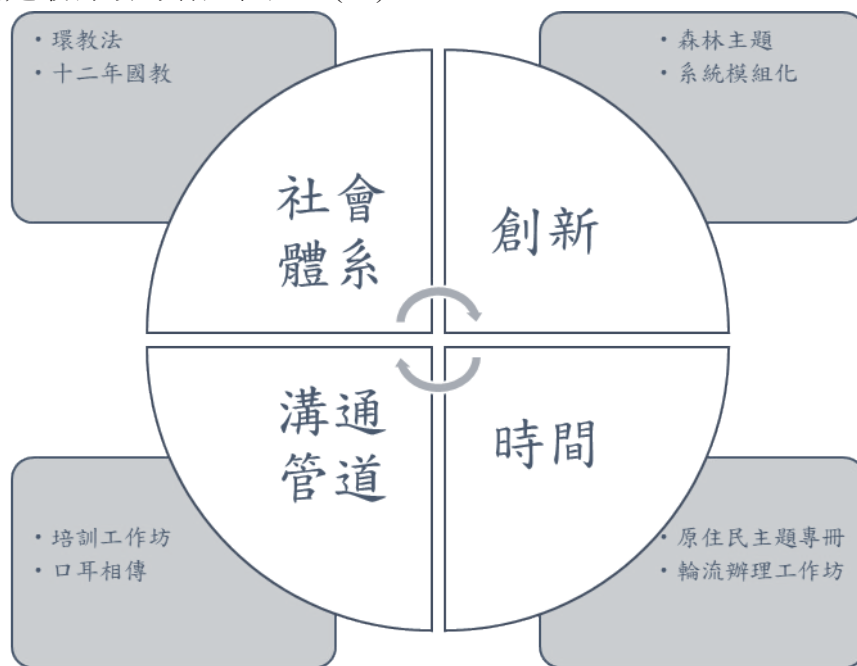


圖 3 影響「學·森林」課程擴散的四關鍵要素

回顧這段歷程，自然教育中心做為森林環境教育的推動者，有其幾個成功推動的關鍵特質(圖4)，也恰能貼合創新擴散理論的七項推動者特質：(一)會運用資源特色來提升民眾願意學習的需求；(二)連結正規教育系統與學校建立資訊交換的關係；(三)以同理心角度分析大眾需求和解決疑慮；(四)寓教於樂的方式提升民眾學習的意願；(五)投過生活化的環境議題提升學習者的環境行

動；(六)塑造獨特性和區隔性來持續推動；和(七)並從協助接受者的角色擴大為影響林業署其他部門投入環境教育的工作。

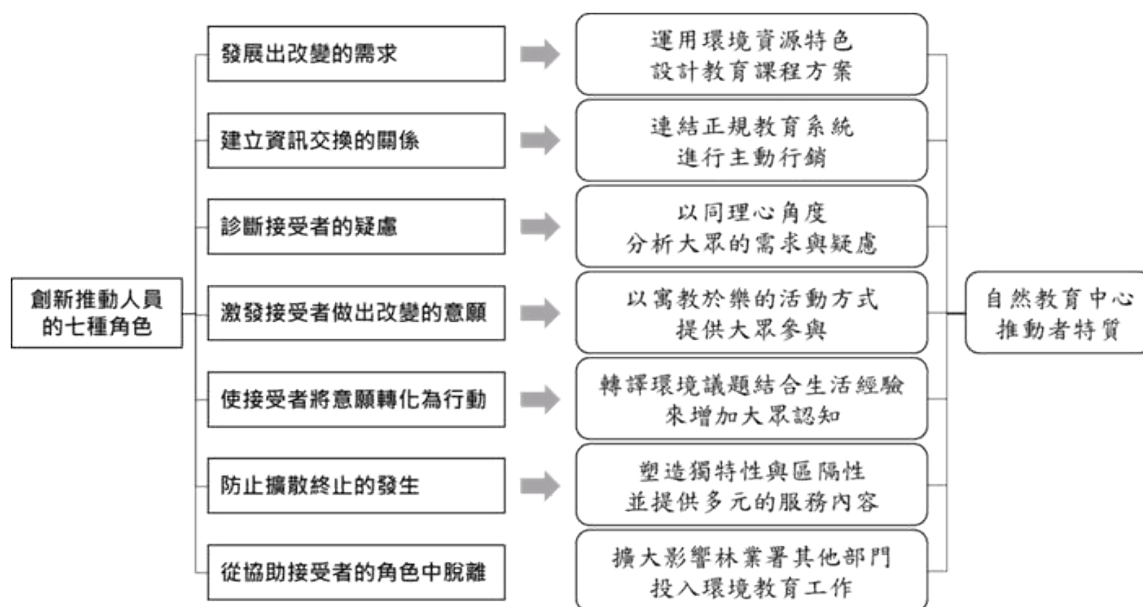


圖4自然教育中心推動者特質對應創新擴散理論之推動者七種角色

推動森林環境教育是一個漫長的過程，需要點點滴滴的努力不懈，在推展的過程中，除了感知到社會體系的大環境變化，加強創新事物的優勢，留意溝通管道的暢通，以及在各個發展階段的準備，本研究依據研究結果，整理建議如下：

一、對於自然教育中心的建議

自然教育中心的成立，是臺灣環境教育的一個典範，自然教育中心推動森林環境教育，對內應該不單純僅以業務層面看待，應該可以系統性集結自然教育中心成立及發展過程相關資料建立傳承，避免部門業務常規化或業務轉移後

逐漸失去推動環境教育之熱情；對外更應考慮跨部會合作的模式，例如與教育部相關部門研議建立可行方案，形成國人在接受正規教育的過程當中，可以完成自然教育中心所提供的森林環境教育課程學分或學程，做為國人正規教育學習過程中的選、必修課題。此外，國人對於臺灣森林環境的認識與需求不只於森林休閒育樂層面，林業署也透過國土生態綠網、國產木材及其製品的推廣，在保育及經濟等面向來與公眾進行溝通，自然教育中心已不是林業署對公眾溝通臺灣森林環境與林業政策的唯一窗口。同時主辦自然教育中心業務的森林育樂組還有其他如國家森林遊

樂區、平地森林園區、自然步道、林業文化園區、生態教育館、林業小棧等業務，同時部分環境教育的業務推動也透過各遊客中心的遊客服務及國家森林志工在進行，在任務重疊的情況之下，自然教育中心可以系統化課程的教學服務為特色，重新評估接受者市場，同時自然教育中心更可憑藉森林環境教育專業，協助其他部門設計環境教育內容或使用自然教育中心資源，分工合作推動森林環境教育，讓接受者及潛在接受者都可以找到自己適合參與的方式，使自然教育中心持續森林環境教育的推動工作。

二、對於森林環境教育課程的建議

為使得森林環境教育的能量能不斷的擴散出去，林業署努力透過「學·森林」種子教師培訓工作坊，培養推動森林環境教育的外部代言人，雖然已經有建立程為推廣講師與種子教師的機制，也有參與「學·森林」種子教師培訓工作坊的小組成員，因為共同學習而產生的情誼，會私下有聯絡的社群平臺或群組，但要能夠正確傳遞林業署所要宣導的人工林政策，以及永續的價值與精神，種子教師不只要具備知識，也須要具備實際操作課程的能力，以及統籌的單

位，建議建立種子教室官方聯繫平臺。

至於課程的學習內容，自然教育中心以在氣候變遷下的永續森林經營與森林生物多樣的重要為主題，在推動上有鮮明的特色已經佔有優勢。未來可以考慮辦理進階課程，同樣的教案不同的演繹與深度廣度的組合，正是「學·森林」課程起初設計能夠針對不同教學者，可自行運用的美意之一，不僅能橫向的學習，讓森林環境教育擴散出去，也能在原先的學習基礎上縱向的成長，培養更多的外部代言人，使得每一位種子教師如同一個點，連結成一條線，傳遞森林環境教育的能量。

三、對後續研究的建議

本研究的研究對象是政府組織，然目前推動環境教育的還有學校、企業、民間團體及社區等不同的組織型態，研究者認為，不同的組織有不同的組織文化、有不同的溝通對象設定，可以再針對相同性質或不同性質的組織進行個別的推動者特質與推動策略的研究，也可將各種組織類型的推動者特質與推動策略相互去做成比較，讓整體環境教育的擴散，可以得到較全面性的討論。

另外，本研究在以創新擴散理論探討創新推動者的推動特質與推動策略，也是在管理學當中經常研究的範疇，研究者也建議未來的研究，可以運用管理學當中的不同理論做為基礎，探討事物擴散發展的過程，產生的策略形成、推動者特質等模式。

陸、參考文獻

- 十二年國教課程綱要議題融入說明手冊（2019年12月）。
- 方春憲（2012）。從四個環境學習中心經驗來探討林務局奧萬大自然教育中心夥伴關係之發展（未出版碩士論文）。國立臺中教育大學。臺中市。
- 王文科、王智弘（2015）。教育研究法。臺北市：五南。
- 王宏銘（2010）。自然教育中心生態解說志工特質相關變項與工作滿意度研究（未出版碩士論文）。明道大學，彰化縣。
- 王喜青、王書貞（2008）。東眼山自然教育中心專案教師戶外教學方案執行評估。台灣林業，34（1），75-91。
- 王喜青、周儒（2018）。埋下幸福的種子：以東眼山自然教育中心過夜型環境教育課程為例。環境教育研究，14(1)，77-116。
- 王喜青、林慧年、陳維立、周儒（2011）。林務局自然教育中心環境教育教師專業職能表現及成長需求初探。環境教育研究，9(1)，75-108。
- 王筱筑（2020）。失智症社區早期發現與介入服務的發展歷程—以創新擴散理論觀點分析（未出版之碩士論文）。國立中正大學，嘉義縣。
- 吳志忠（2017）。探討友達光電認證環境教育設施場所之組織創新研究（未出版之碩士論文）。國立臺中教育大學，臺中市。
- 吳聲佶、李晶、翁儷芯、劉松達（2018）。以開放式創新角度探討林務局自然教育中心的核心服務發展歷程。國立臺灣科技大學人文社會學報，14(3)，215-239。
- 李佩珊（2021）。種子教師參與性別平等教育的經驗與行動：創新擴散觀點。弘光學報，(88)，23-43。
- 李弦璵（2022）。以創新擴散理論探討土石流自主防災社區之推動（未出版之碩士論文）。臺北市立大學，臺北市。

- 李亭亭、施玉珊（2009）。運用創新擴散理論於促進護理資訊系統之推展。**護理雜誌**，56(3)，18-22。
- 周珮涵（2017）。探討九芎湖環境教育園區認證環境教育設施場所之組織創新研究（未出版之碩士論文）。國立臺中教育大學，臺中市。
- 周儒、何森元（2004）。下一步是什麼——試論林務局推動環境教育現況、發展需求與策略。**台灣林業**，3(6)，2-16。
- 林華慶（2017）。永續林業・生態臺灣。**台灣林業**，2(43)，10-19。
- 林浩貞、張岱、羅秀雲（2007）。新林業政策－林務局自然教育中心推動情形。**農政與農情**，180，27-32。
- 胡靜文、陳鈴芳、林曉君、謝秀娟、鄧慶華（2018）。運用創新擴散理論提升疾病管理資訊系統使用率。**護理雜誌**，65(4)，109-116。
- 張芬芬（2010）。質性資料分析的五步驟：在抽象階梯上爬升。**初等教育學刊**，35，87-120。
- 陳宗文（2012）。社會／創新如何可能？——一種塔德式的理解。**政治與社會哲學評論**，41，153-203。
- 陳怡君（2018）。從組織學習觀點探討林務局自然教育中心－以人員培力活動為例（未出版碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 程樹德、傅大為、王道還（譯）（1989）。**科學革命的結構**（原作者：T. S. Kuhn）。臺北市：遠流。（原著出版年：1962）
- 黃湘淇（2017）。生育政策的認知與生育意願——以臺北市為例（未出版碩士論文）。淡江大學，新北市。
- 楊孝潔（1995）。**社會研究實務**。臺北市：正中。
- 農業部林業及自然保育署全球資訊網（2024年4月9日）。自然教育中心。取自 <https://www.forest.gov.tw/nature>
- 劉思岑（2016）。環境教育設施場所認證之組織創新擴散研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫（編號：NSC102-2511-S-142-003），未出版。
- 劉昱宏（2010）。複合式養生園區之研究——創新擴散理論模式之應用（未出版博士論文）。朝陽科技大學，臺中市。

- 劉曼儀（2012）。當人遇見熊：臺灣黑熊之保育教育。**動物園雜誌**，128，22-27。
- 潘淑蘭（2013）。關渡自然中心環境教育方案評估之研究：以國小五年級學童為例（未出版博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 蔡佩樺、鍾念紋、蕭佩姍（2016）。從羅浮宮的改建淺談創新的擴散在教育上的應用。**臺灣教育評論月刊**，5(6)，162-169
- 戴元峰（2014）。國際科技政策觀測與政府組織創新擴散歷程研究（未出版之博士論文）。國立中央大學，桃園市。
- 環境教育人員認證及管理辦法（2011年6月22日）。
- 環境教育法（2010年6月5日）。
- 羅秀雲、張岱、林浩貞（2008）。林務局自然教育中心——一個實踐環境永續的梦想與承諾。**台灣林業**，34(1)，27-32。
- Denzin, N. K. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Kuhn T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions* (4th ed.) London: The University of Chicago Press.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations* (4th ed.). New York, NY: The Free Press.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: The Free Press.

徵稿辦法

- 一、 本刊以論述環境教育理論、環境教育實務、及研究成果為主，歡迎踴躍賜稿。
- 二、 撰稿原則如下：
 1. 來稿請用橫式稿紙，文長以一萬字至二萬字為原則，並請附磁片(請用一般文字檔儲存)。
 2. 來稿請附中、英文篇名及中、英文摘要與關鍵字；中文摘要不超過300字，英文摘要不超過300字(附標題及作者之英文全名)，中英文關鍵字以三～五個為限。
 3. 作者請註明真實姓名、最高學歷、服務單位及現任職銜。
 4. 來稿之附註及參考書目，請用APA格式。
 5. 來稿若為譯文，請附原文影本及原作者同意函，並請註明原文出處、原作者姓名及出版年月。
- 三、 請勿一稿兩投，或侵犯他人著作權。
- 四、 本稿刊出，該著作所有列名作者皆須同意文章被刊登於環境教育學刊後，其著作財產權即授權給臺北市立大學地球環境暨生物資源學系(含環境教育與資源碩士班)並同意其得再授權給國家圖書館與其他資料庫業者進行數位化、重製，並存於資料庫，透過單機、網際網路、無線網路等公開傳輸方式，提供使用者檢索、瀏覽、下載、傳輸、列印等產品或服務，或以光碟方式發行；並得為符合國家圖書館『遠距圖書服務系統』或其他資料庫之需求，酌做格式之修改。
- 五、 來稿若經錄用，本刊因編輯需要，保有文字刪修權。
- 六、 本刊採匿名審稿制度，由本刊編輯委員或有關學者專家審核之。凡經審查委員要求修改之文章，請作者修改後再行刊登。
- 七、 來稿不論審查通過與否，一律不退件，惟本刊會另函通知作者。
- 八、 來稿請以掛號郵寄臺北市愛國西路一號「臺北市立大學地球環境暨生物資源學系(含環境教育與資源碩士班)」收或以e-mail傳至
envir-cjee@go.utaiepi.edu.tw

文稿書寫注意事項

- 一、 文稿須以Microsoft Word可讀取之軟體編輯，以A4紙列印，文稿之天、地、左、右須留白3公分，於每頁正下方註記頁碼。
- 二、 論文內容順序：題目，作者，職稱，摘要（300字），壹、前言，貳、文獻探討，參、研究方法，肆、結果與討論，伍、結論與建議，陸、參考文獻
- 三、 本文敘述，應用數字編號時，其層次
中文用：一、(一)、1、(1)、…
英文用：I、(I)、1、(1)、A、a、(a)…
- 四、 中英文單位請用公制之符號，例如：kg、mg、ml、ppm、pH、cm等，數值請以阿拉伯數字表示之，年代一律用西元。
- 五、 插圖請用白紙（或繪圖紙）以黑墨水精繪，亦可採電腦製圖，惟須以雷射印表機列印；照片限原始攝影採光面相紙沖印者，幻燈片限用原片；未按規定之插圖致圖片模糊無法製版者不予受理。
- 六、 六、圖片之標題在下方，表格標題在上方，標題需中英文並列，圖的說明應中英文對照另頁繕打，不可附在繪圖及相片上面。本文中圖表順序以1，圖2，表1，表2…，Fig.1, Fig.2, Table 1, .Table 2, …等表示。
- 七、 圖表內容請用中文或英文，表格不加縱線。圖、表均以A4大小、列印，定稿後圖、表請送原稿。
- 八、 引用文獻以確經引用者為限，文中提到之文獻，請列出姓氏、年代。
- 九、 引用文獻書寫方式：以APA格式，先列中、日、韓文，次列西文，其書寫方法按作者、年份、題目、發表刊物名稱（全名，不採用縮寫）、卷期及頁號順序。例：

吳美麗（1999）。探討食用、藥用真菌在國小自然科教學的應用。**科學教育研究與發展**，14，7-19。

Wu M. L. and Haines, J. H. (1999). A new foliicolous *Lachnum* from Taiwan. *Mycotaxon*, 73, 45-49.

87

臺北市立大學「環境教育學刊」投稿者資料表

投稿日期	年 月 日	投 稿 序 號	(作者免填)
字 數		語 文 類 別	☐ 中文 ☐ 英文
論 文 名 稱	中文： 英文：		
作者資料	姓 名	服 務 單 位 及 職 稱 (全銜)	
第一作者	中文：	中文：	
	英文：	英文：	
共作者 A	中文：	中文：	
	英文：	英文：	
共作者 B	中文：	中文：	
	英文：	英文：	
通 訊 作 者	中文：	中文：	
	英文：	英文：	
	TEL. (H) (O) FAX：		
	E-mail： 通訊處：(郵遞區號)		
論文格式	☐ 本論作業已依 APA 格式撰寫		
論 文 遞送方式	☐ 郵寄論文三份紙本(匿名)及電子檔以e-mail傳送至envir-cjee@go.utaipai.edu.tw ☐ 將電子檔以e-mail傳送至envir-cjee@go.utaipai.edu.tw		
作者簽章：_____ 年 _____ 月 _____ 日 (如有兩位以上作者，每位作者均需簽章)			

投稿地址：10048臺北市中正區愛國西路一號 電話：02-23113040#3153

臺北市立大學「環境教育學刊編輯委員會」

(理學院 地球環境暨生物資源學系(含環境教育與資源碩士班))

環境教育學刊

Chinese Journal of Environmental Education

第二十二期

VOLUME 22

定價：新臺幣壹佰元整

刊期頻率：本刊原為年刊，於12月底出刊。

出刊年月：民國113年12月

創刊年月：民國91年原名臺北市立師範學院環境教育學刊(91-93)

民國94年5月更改為臺北市立教育大學環境教育學刊

民國95年臺北市立教育大學與臺北市立體育學院合併，現為
臺北市立大學

編輯者：臺北市立大學環境教育學刊編輯委員會

主編：張育傑、陳建志

校外編輯委員：余泰毅、郭乃文、陳建志

(依姓氏筆劃順序排列)

校內編輯委員：張育傑、劉思岑

(依姓氏筆劃順序排列)

總編輯：劉宛菁

執行編輯：楊佳璇

執行助理編輯：呂宜軒

發行人：邱英浩

發行所：臺北市立大學地球環境暨生物資源學系(含環境教育與資源碩士班)

發行地址：10048臺北市中正區愛國西路1號

電話：(02)2311-3040#3153

傳真：(02)2381-9406

印刷廠：永揚立有限公司

地址：新北市蘆洲區中華街49號1樓

ISSN : 1727-8635

GPN : 2009103918