

# 教育部 104 學年度中小學科學教育專案年度 期末報告綱要

---

計畫編號：46

計畫名稱：建模教學活動對提升國小六年級學童環境素養之研究

主持人：莊秋蘭

執行單位：臺中市太平區新光國小

## 壹、計畫目的及內容：

環境教育的總體目標，是為培養具有「環境素養」的公民，以維護生活品質和環境品質；而環境素養則包含了認知技能、情意與行為領域。認知與技能領域的環境素養，包括生態學與環境科學的基本知識、有關自然環境與人類社會交互影響的知識、能分析環境議題並評估解決方案的技能與知識、採取環境行動策略的技能與知識等；情意領域的環境素養包括環境敏感度、內控觀（即相信透過個人或集體的行動，將可改善環境的信念）、環境態度、環境價值觀與環境責任感等；行為領域的環境素養即環境行動（又稱負責任環境行為、環保行動、環保行為），又分為生態管理行動、消費者行動、說服行動、政治行動與法律行動（許世璋，2012）。

九年一貫課程強調實踐、體驗與省思。環境教育之課程目標，希望教學者能透過各種教學活動引發學生對環境覺知與敏感度，能充實學生環境永續相關的知識，能讓學生對人與環境的互動有正確的價值觀，並在面對地區或全球性環境議題時，能具備改善或解決環境問題的認知與技能，以建立學習者的環境行動經驗，使之成為具有環境素養之公民。

對於科學教育而言，模型（model）與建模（modelling）是科學發展的元素，也是科學學習中不可缺少的認知與能力（邱美虹，2008）。David Jonassen, Johannes Strobel & Joshua Gottdenker (2005) 也指出建模能促進、支持及評量學習者的概念改變，因為模型可以提供概念的理解與改變。因此本研究期盼透過建模教學活動，讓學生了解溼地生態系統，進而提升學生環境素養。

本校樹木眾多，帶來豐富的鳥類生態，然環境教育並非僅於森林生態，尤

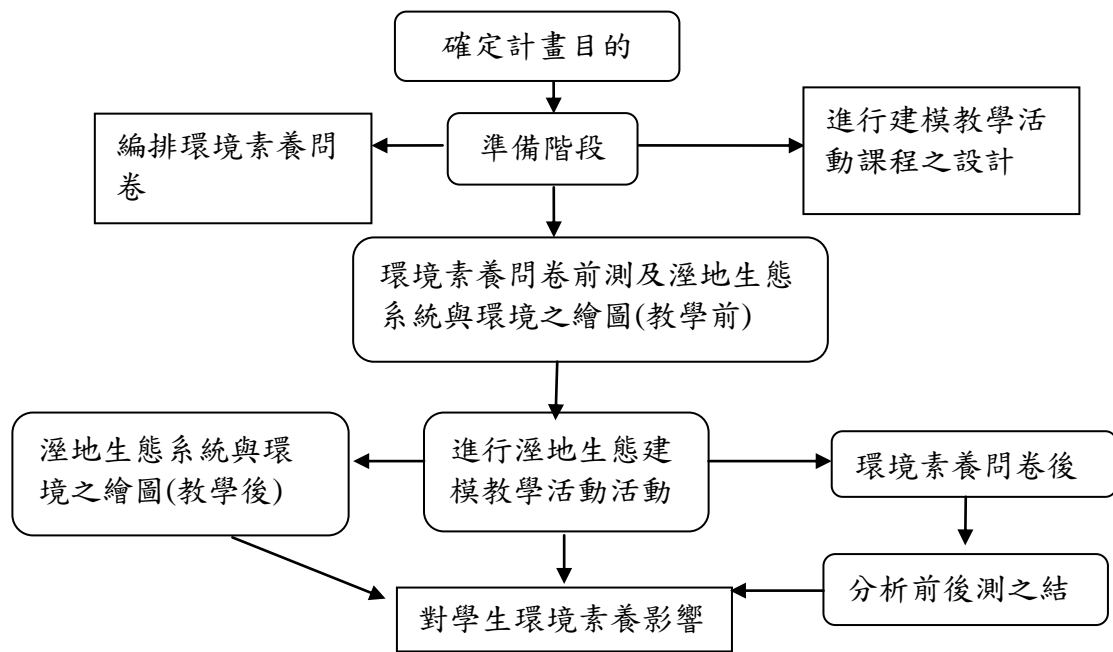
其本校為臺中市之學校，距離臺中沿海溼地僅約半小時路程，為讓學校教育更加廣泛，讓學生對於臺中本身在地的生態資源更加了解，因此本計畫將以濕地生態為課程主軸，設計溼地生態建模教學活動課程，以提升學生的環境素養。綜合國內外學者對環境素養皆有定義，本研究依九年一貫課程綱中環境教育的目標，將環境素養分為三類：環境知識、環境態度及環境行為，因此研究的目標將探討建模教學活動對提升學生環境知識、環境態度及環境行為的影響。

## 貳、研究方法及步驟：

本研究的目的是在探討建模教學活動對提升學生環境素養的影響，因此透過資料蒐集設計建模的教學活動，在中部兩所國小各一個班級進行教學活動，並透過環境素養問卷、濕地生態系統與環境的繪圖及晤談的方式，分析學生環境素養的轉變。本研究的教學活動設計是依據 Baek 等人 (2011) 為促進學生參與科學建模所設計出的 model-centered instructional sequence (MIS)。本研究共使用十二節課的時間，依據 MIS 設計之教學步驟進行設計建模教學活動 (如附件一)，並在教學活動的前、後請學生填寫環境素養問卷、畫出溼地生態系統與環境的繪圖，依據繪圖內容形成溼地生態系統與環境關係的模型。對學生的繪圖進行分析與計分，經由繪圖得分的變化分析學生在環境素養上的轉變。

教學設計的第一階段是錨定現象及確認中心問題，教學活動主要是讓學生填寫先問卷，透過問卷的填寫了解學生初始的環境素養；並透過影片的欣賞及介紹，確定本課程的核心問題及現象-溼地生態的認識及演變；進而請學生繪製出始之濕地生態與環境之模型，藉以了解學生在課程進行之前對溼地生態與環境之間關係的模型。教學設計的第二階段進行探究，教學活動透過高美濕地的戶外教育活動及生態遊戲的進行，讓學生進一步透過探索了解溼地的生態環境以及與環境之間的互動與關係。教學設計的第三階段計紹科學知識，教學活動透過科博館之虛擬整合光碟內容，介紹濕地生態環境以及濕地生態與環境之間的關係，加強學生對溼地生態系統的概念；再輔以「生態與環境」的電腦模遊戲，加強學生生態與環境間的互動關係。教學設計的第四階段讓學生評斷並修正其濕地生態與環境之模型，並繪製第二張濕地生態與環境之模型圖。教學設計的第五階段讓學生能利用其修正後之模型進行解釋及預測，教學活動透過濕地演變之生態圖片讓學生進行觀察與討論，並運用其所建立的模型進行解釋及

預測；課程尾聲再請學生撰寫環境素養問卷以了解在教學活動後學生之環境素養。



圖一、研究流程圖

### 參、目前研究成果：

本研究主要的目的是透過建模教學活動提升學生之環境素養，因此研究分成四個階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行建模教學課程設計及環境素養問卷之編制；第三階段進行教學活動；第四階段資料分析及統計。建模教學活動設計部分，是由研究者依依據 Baek 等人 (2011) 設計出的 MIS 教學步驟進行設計建模教學活動，完成教學活動設計之初稿，並邀請三位學者專家協助檢視教學活動，依循其意見進行修正而成，依此教學活動設計進行教學活動。而環境素養問卷部分，修改游雅如 (2001) 編製環境素養之問卷，再經三位學者專家協助檢視，依其意見進行修正。

#### 一、研究對象：

本研究之對象為中部兩所國小之六年級學生，各班級學生分別為 25 人及 28

人，合計有 53 人。此兩所學校皆屬都會型學校，非臨海學校，因此學生對於溼地的接觸除了學校之課程學習介紹、少數學生與家人的溼地活動外，學生並無其他接觸濕地的機會。

## 二、教學前後學生環境素養的分析

本研究在教學前及教學後讓學生填寫環境素養問卷，並將之進行分數量化後進行變異數分析，表一是學生在教學前後問卷各項得分重複量數結果。分數的計算方式：在環境素養問卷中知識題的部分，答對得分為 1 分，答錯則為 0 分；在態度題部分，其為 5 點量表，依同意程度給予 5-1 分的分數，非常同意給予 5 分，於依序遞減類推，反向題部分給分則相反；在行為題部分，依做到的程度給予 5-1 分的分數，每次都做到給予 5 分，餘依序遞減，反向題部分給分則相反。

### (一)環境知識前後測問卷分析

從表一中發現， $F(1,52) = 3.99$ ， $p = 3.99 > .050$ ，未達顯著水準，顯示學生在教學活動前後，環境知識的部分並無明顯的差異。再進一步從計算環境知識的平均數，結果如表二中顯示，前測平均分數為 9.02，後測的平均分數為 9.79，稍有進步，進步的差異性不大。

綜上所述，在歷經教學活動之後，學生在環境素養的知識部分，雖有些微進步，但並無顯著的差異。本研究之研究對象為六年級學生，在小學的學習課程中，部分內容涉及相關濕地以及環境的生態知識，因此在環境知識的問卷前後測的分數比較中，雖在教學活動後有些微進步，但進步並不明顯。

### (二)環境態度前後測問卷分析

從表一中發現， $F(1,52) = 8.41$ ， $p = 0.005 < .01$ ，達顯著水準，顯示學生在教學活動之後在態度的表現概念上有顯著的差異，再進一步計算態度的平均數，結果如表二所示，從表中可知，態度部分在前測的平均分數為 43.70，後測的平均分數為 46.68，平均分數明顯增加，顯示建模之教學活動對學生在環境態度的部分具有顯著的影響，亦即透過此建模教學活動可以提升學生對環境的態度。

綜上所述結果進行分析，學生在建模教學活動之前，其在相關的環境生態觀念方面，可能趨於較為保守，因此其對於環境的態度也就較為保守，抑或較為不關心，而在建模教學活動之後，提升學生在環境相關的态度，使學生對於環境生態的態度轉為關心、積極。

### (三)環境行為前後測問卷分析

從表一中發現， $F(1, 52) = 5.87$ ， $p = 0.019 < .05$ ，達顯著水準，顯示學生在建模教學活動之後，環境行為部分表現的概念上有顯著的差異，再進一步計算行為的平均數，結果如表二所示，從表中可知，環境行為在前測的分數為45.09，後測的平均分數為48.32，平均分數明顯增加，顯示建模之教學活動隊學生在環境行為的部分具有顯著的影響，亦即透過此建模教學活動可以提升學生對環境的行為。

綜上所述結果進行分析，學生在建模教學活動之前，其在相關的環境行為部分，可能屬於較為被動的行為，亦即需要師長提醒或命令才會進行，而非由內心真正主動，將環境知識活為行動進行對環境的保育，而在建模教學活動之後，提升學生的環境行為，學生願意主動進行環境保育的行為，為生態環境盡一些心力。

表一、學生教學前、後環境素養問卷各項得分重覆量數結果

Variable	Source	SS	df	MS	F	Sig
知識	Between Groups	15.86	1	15.86	3.99	.051
	Within Group	206.64	52	3.97		
	Error	575.06	52	11.06		
態度	Between Groups	235.51	1	235.51	8.41**	.005
	Within Group	1456.49	52	28.01		
	Error	2280.23	52	43.85		
行為	Between Groups	275.86	1	275.86	5.87*	.019
	Within Group	2442.64	52	46.97		
	Error	5959.43	52	114.60		

n=53

\*  $p < .050$ . \*\*  $p < .010$ . \*\*\*  $p < .001$

表二、學生教學前、後環境素養問卷各項平均數比較

Variable	Time				F
	Pre		Post		
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
知識	9.02	2.90	9.79	2.58	3.99
態度	43.70	7.20	46.68	4.48	8.41**
行為	45.09	1.41	48.32	1.02	5.87*

(四)環境素養問卷整體分析

將學生填寫的環境素養問卷進行總得分之重複量數分析，表三即為重複量數之結果，從表三中發現  $F(1, 51) = 114.41$ ， $p = 0.001 < .05$ ，達顯著水準，顯示學生在建模教學活動之後，在整體的環境素養上有顯著的差異，再進一步計算前後測之平均數，結果如表四所示，從表中可知，環境素養在前測總分的平均分數為 97.81，後測的平均分數為 104.79，平均分數明顯增加，顯示建模之教學活動對學生在環境素養的提升具有顯著的影響，亦即透過此建模教學活動可以提升學生的環境素養。

綜上所述，建模教學活動，從開始關於溼地影片的介紹中提及人類行為對環境的影響，進而介紹因為環境的改變對溼地生態的影響，接著透過戶外教育活動時的體驗，讓學生親臨現場在經由現場之教學活動，了解溼地生態的演變以及與人類行為之間的關係，再經由生態遊戲的進行與體驗、角色的扮演，讓學生能更深層的了解人類行為、環境與溼地生態之間的連結與關係，最後再以濕地的前世今生圖片的觀察與討論，讓學生能應用修正後的模型進行解釋。在一連串的教學活動下，從重複量數及描述統計的結果分析中，顯示建模教學活動對學生的環境知識沒有影響，但能提升學生環境態度及行為，而綜觀整體，建模教學活動能提升學生之環境素養。

表三、學生教學前、後環境素養問卷總分重覆量數結果

Variable	Source	SS	df	MS	F	Sig
環境素養	Between Groups	1291.51	1	1291.51	114.41**	.001
	Within Group	5886.49	52	113.20		
	Error	13562.34	52	260.81		

n=53

\* $p < .050$ . \*\* $p < .010$ . \*\*\* $p < .001$

表四、學生教學前、後環境素養問卷總分比較

Variable	Time				F
	Pre		Post		
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
環境素養	97.81	15.78	104.79	11.18	114.41 <sup>**</sup>

### 三、教學前後學生濕地生態與環境模型分析

在教學活動的前後請學生將「濕地生態系統與環境模型」以繪圖的方式畫出，在學生繪圖時，提供三個步驟讓學生進行思考：請學生先思考濕地生態系統會有那些組成元素，再思考哪些環境因素會與濕地生態系統有關，最後再請學生將他對濕地生態系統與環境的想法用繪圖的方式標示出來。

從學生繪製的圖中大致可以分成三類進行分析：

#### (一)物種

在學生所繪製的圖中，會發現在濕地的物種會有增加、減少以及改變的情形，其中以增加所佔的比例最高，約佔全部人數的 58.5%，物種減少約佔全部人數的 0.094%，物種改變約佔全部人數的 47.2%。在學生第一次所繪製的圖中，所包含的物種大部分會僅有螃蟹、魚，而在教學活動之後，除螃蟹、魚之外，學生會在圖中會再標示彈塗魚、水鳥、以及植物，由此可以判斷，學生在教學活動之後，有關濕地環境的知識部分有所提升。

而在物種改變的部分，少數是在動物物種的改變，例如原本學生在圖中繪製青蛙及螃蟹，在教學後修正為螃蟹及彈塗魚，而大多物種的改變是改變在植物的部分，許多學生一開始在途中會繪製較高大的紅樹林，教學活動之後改而繪製低矮的草本植物，因本研究的戶外教育場域為高美濕地，在高美濕地所見的植物則以雲林莞草為主，因此學生在其所繪製的圖中修正為雲林莞草，由此可判斷教學活動對學生的溼地環境知識是有所影響。

#### (二)環境改變

在學生所繪製的圖中，溼地環境有改變的約佔全部學生人數的 71.7%，從學生所繪製的圖中可以發現，在環境改變的部分大多為木棧道以及垃圾，在學生初始的繪圖中呈現大多為沒有木棧道的存在，在溼地環境中便會有人可以直接至濕地遊玩、捕捉螃蟹等，周圍環境也會有垃圾之存在，而在教學活動之後，

大多數學生的圖中木棧道出現，人類在木棧道上觀察螃蟹，垃圾部分則大多為當天學生紙張飛走掉落所形成，圖中學生會特別註明紙張來源以及往後要注意之事項，由此可以判斷，學生其對濕地環境的態度有所改變，認為到濕地環境中不可以捕捉螃蟹、丟棄垃圾破壞環境，亦即教學活動對於學生環境態度有所影響。

### (三)人為

在學生所繪製的圖中，呈現人類對濕地環境有所影響的比例約占全部學生人數的 28.3%，從學生的圖中可以發現，大多數學生在其圖中呈現的為初始的圖中有人類出現，而在第二中圖中，人類悄然退出濕地環境，其中還有一位學生初始圖中呈現的為人類在溼地捕捉螃蟹，第二張圖呈現的是在木棧道上靜靜觀察螃蟹的生態，從學生的繪圖中可以發現，學生行為上概念的改變，從開始干擾性的行為轉變為以觀察代替干擾，由此可以判斷教學活動會影響學生對濕地環境的行為。

## 四、教學過程中學習單綜合分析

在學習單中透過生態遊戲後的反思，藉由開放式的題目讓學生表達其想法，以下為學生想法的綜合描述：

### (一)我會關心濕地的~~

在統整學生學習單所描述的，大致上學生所關心的濕地集中在三個面向：生物、安危及環境，其中生物包含動物及植物；安危包含濕地生物生存所面臨的危機以及濕地本身遭受破壞所面臨的危機；而環境則為濕地整個的生態環境。由此可以發現，學生在經歷教學活動及生態體驗遊戲後，對於溼地生態與環境的關注與關心已趨於全面化，並建立對濕地環境的友善態度。

### (二)我可以告訴別人關於濕地的~~

在統整學生學習單所描述的，大致上學生所想要告訴別人關於濕地的事集中在四個面向：包含的生物、危機、保育及永續發展，其中生物比較屬於知識面向，亦即傳達有關濕地物種了解，而溼地面臨的危機隱藏想表達要告知他人濕地目前所遭遇的困境，需要大家一同面對解決，較屬於環境態度面向，而告



知他人關於濕地的保育事進一步將態度具體化成為環境行為，濕地面臨了危機需要進行保育，將之轉化為行動共同保育溼地環境，而永續發展是屬於更高一層的思維，需要全面化包含要了解溼地物種，如何減少濕地危機以及如何進行生態保育活動，全面規劃考量才能使濕地環境永續發展。由此可發現教學活動會影響學生環境素養。

### (三)我可以為溼地做的一件事~~

在統整學生學習單所描述的，大致上學生可以為濕地做的事集中在三個面向：維護環境清潔、保育及宣導，在維護環境清潔方面大多集中在撿拾垃圾及淨灘活動，將態度轉換為行為，進行環境行動。而在保育部分則多為保護濕地生態環境及濕地生物為主，將態度直接付諸行動，並進而宣導已影響他人共同加入保護濕地環境的行列。由此可以發現，教學活動會影響學生的環境態度及行為。

### 肆、目前完成進度：

本研究預定執行期間為民國 104 年 8 月 1 日至 105 年 7 月 31 日，共分四階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行建模教學課程設計及環境素養問卷之編制；第三階段進行教學活動；第四階段資料分析及統計。詳細進度表見表五。

表五：研究進度表

	民國 104 年 8 月 1 日~105 年 7 月 31 日				
	8 月-9 月	10 月-11 月	12 月-1 月	2 月-4 月	5 月-7 月
1. 蒐集文獻資料	—————				
2. 建模教學課程設計及環境素養問卷之編制		—————			
3. 進行教學活動				—————	
4. 資料分析及統計				—————	—————
5. 撰寫成果報告及成效評估				—————	—————

本研究已依據既定之研究期程完成各階段任務，並已完成成果報告之撰寫及成效評估。

#### 伍、討論與建議：(含遭遇之困難與解決方法)

建模教學活動，需透過教學的過程慢慢建立學生的模型概念，因此本研究設計 12 節之課程，期透過課程建立學生之濕地生態系統之模型，並提升學生環境素養。然在學校教育部分，學校有既定課程的時間，因此在進行本研究之課程時，便會壓縮到課程其他單元之時間，因此，除自然與生活科技課程外，必須另與班級教師協商使用其他課程時間，使本研究課程能順利進行。

#### 陸、參考資料：

邱美虹 (2008)：模型與建模能力之理論架構。科學教育月刊，306，2-9。(轉載自論文發表於中華民國科學教育學術研討會，2007，高雄：國立高雄師範大學科學教育研究所)。

吳明珠 (2008)。科學模型本質剖析：認識論面向初探。科學教育月刊，306，2-8。(轉載自論文發表於中華民國科學教育學術研討會，2007，高雄：國立高雄師範大學)。

游雅如(2001)，花蓮縣國小學生自然保育環境素質之研究，國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文：花蓮。

Buckley, B.C.& Boulter, C.J.(2000).Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Models. In J.K. Gilbert and C.J. Boulter (eds.), *Developing Models in Science Education (pp.119-135.) Netherlands: Kluwer Academic Publishers.*

David Jonassen, Johannes Strobel & Joshua Gottdenker (2005) . Model Building for Conceptual Change. *Interactive Learning Environments, 13(1-2), 15-37.*

Harrison, A .G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atom and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education, 80,509-534.*

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22(9), 1011-1026.*

Morrison, M., & Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. In M. S.

Morgan & M. Morrison (Eds.), *Models as mediators: Perspectives on natural and social sciences (10-37)*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

van Driel, J.H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modeling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

『建模教學活動』成果照片（一）



教學活動介紹



影片欣賞及介紹



生態遊戲~~螃蟹求生計



生態遊戲~~濕地我的家



生態遊戲~~濕地紅綠燈



濕地戶外教育~~木棧道探索

『建模教學活動』成果照片（二）



濕地戶外教育~與濕地的親密接觸



濕地戶外教育~濕地人文歷史演變



濕地戶外教育~鳥類探索



濕地戶外教育~植物的認識



濕地戶外教育~闖關活動



濕地戶外教育~闖關活動

『建模教學活動』成果照片（三）



濕地戶外教育~~與濕地的親密接觸

濕地戶外教育~~濕地人文歷史演變



濕地戶外教育~~鳥類探索

濕地戶外教育~~植物的認識



濕地戶外教育~~闖關活動

濕地戶外教育~~闖關活動