

教育部 114 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱	探究式「環境生態之科學建模課程模組」推廣計畫（第三年）	
主持人	王聖淵	電子信箱：t0373@ymsh.tp.edu.tw
共同主持人	吳林建宏	
執行單位	臺北市立陽明高中	

一、計畫目的

（一）計畫背景

人類在自然環境中從事活動及環境利用時，必須尊重自然環境運作之法則，順應生態之體系，才能建立一個和諧互利的環境(McHarg, 1969)，但近百年來因科技的進步使得人類的生活周遭充斥著新興科技產物，加上自工業革命開始至今，地球的海洋資源亦因廣泛地被開發，加上環境生態等問題，導致了資源的耗竭與區域的不平衡發展。因此研究者於 112 年申請此科教計畫，專案名稱為《探究式「環境生態之科學建模課程模組」研發計畫》，期望能研發具探究式之環境生態課程模組，並透過本校教師群共同設計國、高中課程與教材，開發以生態環境為核心的系統化探究式課程，更期望組織教師團隊，依照探究式的學習環教學模式，設計適合高中生之自然與數資領域的新興科技探究式課程模組，進而並融入相關議題提供各校做為特色且具創意科學探究的課程，並於課堂中試行，進而喚起學生們對環境生態的重視。

本學年度的研究延續 113 年計畫，規畫將第二年研發之教材模組以營隊方式或假日專題研討的方式進行課程推廣教學，並探討參與學生的科學學習經驗以及投入狀態對學生探究能力的影響。

過去的許多研究均顯示，以專題進行科學探究學習，學生能針對所探究的專題主動思考而提出問題，在解決問題的過程中，習得相關的科學概念與處理問題的能力，並培養出細心、耐心的科學態度(許素, 2002)。因此本計畫教師群期望透過專題式的課程，從探究的歷程中引導學生學會觀察、規劃、實驗、歸納、分析等能力、培養學生獨立思考的能力，進而將所學的知識落實到生活中，產生解決生活中發生的問題能力。藉以培養學生主動探索與研究、表達溝通與分享的能力，最後透過問卷進行質性、量化研究，以了解學生之學習成效。

（二）探究式課程的重要性

1. 探究式課程能有效提升學生問題解決能力

「科學探究能力」是指學生為了解決在科學探究活動歷程中所遭遇的問題與任務時，展現的各種能力，而教育部於十二年國教推動之「探究與實作」課程即強調「透過實作的過程，培養學生發現問題、認識問題、解決問題，以及提出結論與溝通表達的能力」。然而探究活動是一個全面複雜的歷程，整合多種認知技能與科

學方法(Germann, Aram, Odom, & Burke, 1996)，同時也包含對資料數據的分析與詮釋，進而從調查結果中找出證據來支持結論或主張的科學推理過程。

2. 融入環境教育議題的特色課程－科學建模「環境生態之科學建模課程模組」的可行性

隨著全球表面溫度持續升高，導致全球暖化問題嚴重、氣候變遷跡象日趨顯著，考慮全球生態變遷與台灣具有四面環海的地理的特性，同時配合 108 課綱強調之探究精神的實作課程，本研究計畫開發「環境生態之科學建模課程模組」，透過與台灣地區的中學及大學進行課程合作與教師共同課程設計備課，實際建構具特色主題之課程。

3. 錄製網路課程活動之必要性

面對偏鄉地區校小、師少且教學經驗不足之教育現場問題，本計畫透過以雲端資通科技為輔助進行，結合遠距視訊教學與教師教學網路課程活動，發展融入式的新興科技、探究式的創新合作學習課程與教育模式，藉此讓學生了解現代科技的多元性，進而培養動手做的應用思考解決問題的能力及教師使用新興科技進行教學的習慣。

4. 培養對新興科技的興趣與研究精神的重要性

透過本計畫具體發展以新興科技為特色，並結合環境教育議題的『環境生態之科學建模課程模組』，將其具體地融入高、國中主要學科之選修/專題導向課程，讓學生深入學習，並培養對新興科技的興趣與研究精神。最後期望能夠透過跨校推廣的方式，協助各校之高、國中生發展專題、小論文等活動，以提升學校於各項比賽之能見度，同時建立優質課程。

(三) 研究目的

本計畫為第三年期計畫，其研究目的如下：

1. 以研發之探究式科學建模課程模組，用營隊方式或假日專題研討方式進行課程推廣教學。
2. 透過質性及量化分析參與學生的科學學習經驗以及投入狀態對學生探究能力的影響。
3. 透過跨校課程推廣方式，提升學生對新興科技與科學的興趣，並凸顯研究精神的重要性。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

(一) 執行單位對計畫支持(援)情形

本校針對數位教學與提升學生對新興科技與科學的興趣十分重視，對此鼓勵並協助教師申請各項計畫，其中之一即為科教計畫；對於本計畫的相關規劃，本校執行單位認為可藉由數位教學等方式使學生的學習更有成效，因此於本學年度在特定的專科

教室配置平板車供給本計畫的學生能夠在上課過程中使用，並且搭配本計畫原先規劃建立的網站進行搭配，期望讓學生能夠在課堂上使用。

(二) 參與計畫人員

姓名	服務機關單位	職稱
吳林建宏	臺北市立陽明高級中學	數學科教師
游博鈞	臺北市立陽明高級中學	數學科教師
林承恩	臺北市立陽明高級中學	自然科教師
駱振璋	臺北市立陽明高級中學	自然科教師
方健諺	臺北市立至善國中	自然科教師

三、研究方法

(一) 研究方法與步驟

本計畫預定以三年為期，計畫業於第一年（112 學年度）透過本校教師群共同設計國、高中的課程與教材，第二年（113 學年度）利用第一年所開發的課程教材模組進行合作學校課程推廣與科學研究，並進行教材模組之滾動式修正，現規劃第三年預計建立網路平台，並將課程模組錄製成影片、帶領學生進行專題研究並產出成果，以擴大推廣效益。如圖 1：

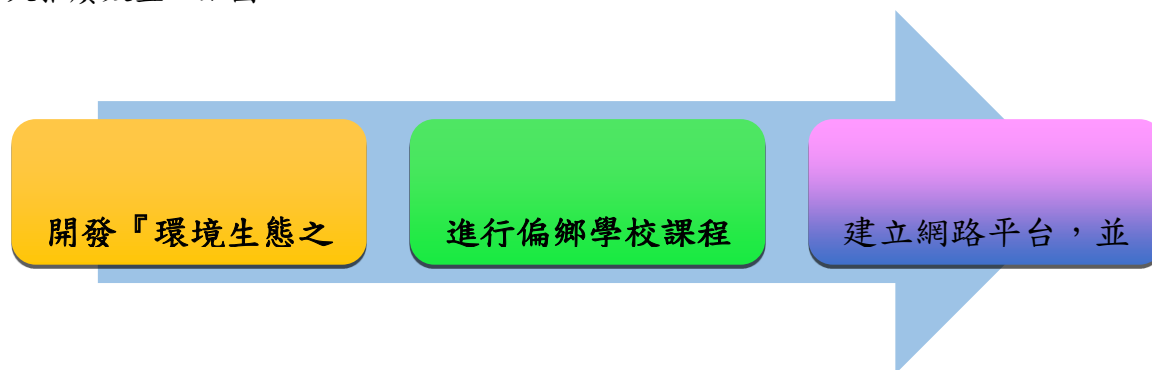


圖 1、計畫主軸目標

1. 組織教師團隊發展課程教學模組－「環境生態之科學建模課程模組」系列課程

在過程中運用科學原理來動手實作，增加強化學生思考判斷與解決問題的能力；啟發學生之科技運用及創意。運用設計出來的裝置在各種科學專題實驗中。說明如下：

- (1) 在高一專題研究課程中開發「環境生態之科學建模課程模組」，讓學生從實作當中了解環境生態的實用性。

- (2) 辦理假日校際合作專題研究相關課程。聘請在專題研究課程上經驗豐富之專家學者，舉辦假日專題研究課程。並聯合鄰近學校組成策略聯盟，利用假日專題研究討論，增加校際交流與合作機會。

2. 辦理假日及寒暑假學生科學營隊活動，並組織學生專題研究社群：

- (1) 辦理大學創意科學實作課程，讓高中生能參與大學實驗室實體課程，經由親身體驗，了解環境生態之氣候變遷對自然界的影響極為巨大。
- (2) 辦理寒暑假學生營隊與教師研習活動，推動校際合作發展相關課程。

3. 發展學生社群研究專題：

透過營隊課程，發展階段性設計模式，並規劃鷹架式學習活動，指導學生進行兩階段的專題研究：

- (1) 準備階段：提供主題探究活動學習單→引導學生辨別相關與無關資訊→帶領學生分析問題→組織歸納現有資料→指導學生撰寫研究計畫寫作。
- (2) 執行階段：引導學生找出與問題有關事實→帶領學生排序事實→克服問題→引導學生進行推論→指導學生撰寫研究成果。

4. 辦理教師研習活動：

規劃辦理科教計畫教師社群研習活動3場次以及校內的社群共備研習4場次，透過開設環境生態、數位應用等相關知能研習課程，提升教師的本質學能，進而促進學生學習。

5. 「環境生態之科學建模課程模組」推廣課程之實施：

- (1) 將研發設計之特色課程應用於營隊課程中，並增加與合作大學之交流活動，提升創意科學課程品質；也可將研發出之創意科學動手做課程與偏鄉學校交流，提升中學之教學品質。
- (2) 辦理科學營，集合鄰近學校對科學建模具有高度興趣的學生，共同研討環境生態相關議題，讓青年學子感受濃厚的科學探究氛圍，經由腦力激盪與經驗分享，為未來科學生涯打下穩固基礎。

(二) 計畫期程規畫

本校由教師團隊在環境生態的發想，在校內組成科學教師新興科技課程發展社群，期望透過科教計畫完善有關環境生態之科學特色課程，進而走入偏鄉中小學校進行課程推廣及師資培育計畫，規劃：

第一年：研發探究式生態主題課程－『環境生態之科學建模課程模組』

研發環境生態之主題式探究課程，並透過各種主題之專題實作及小論文寫作活動，建立學校本位課程特色、培養學生主動求知的精神。同時藉由新興科技的導入，使學生更加明白新興科技對生活上與抽象的數學及自然科學的學習的助益，進而建立學生之數學及科學學習素養；同時透過資訊環境的佈建，強化科技應用的課程發展，以提升學生科技應用之能力。

環境生態之科學建模之研究方法採用系統動力學，並以此作為學生們的學習工具，並以不同的課程模組作為學生們在每一個學習過程中的實際範例，而我們採用的範例環繞著 SDGs 相關議題，並開發了以下 4 個模組：「SDG 11-永續城鄉-直轄市的建立與城鄉差距的問題、SDG 13-氣候行動-交通堵塞導致空氣汙染物排放問題、SDG 14-保育海洋生態-以阿拉斯加為例、SDG 15-陸地生態-凱巴布森林的野鹿」，而在第二年的計畫將以以上的模組為基礎，在進行推廣各校時，期望各校學生在進行成果展現時以「在地化議題」進行分析與討論。

對此我們希望以科學建模課程模組作為引導學生的學習動機，接著讓學生學習其中的概念與研究方法後，能夠完成各自有興趣的主題；而本年已執行計畫針對本校校訂必修學生進行跨領域之環境生態專題實作進行說明，於高二校訂必修專題執行後，學生已有相關成果，與環境生態等相關議題已完成且進行投稿的小論文有：「台北捷運環狀線北環段建立前後的碳當量差異-以臺北市立陽明高中附近交通為例、以動態模擬探討建材與設計地震力之關聯-以花蓮地區建築物為例、以系統動力學探討台灣不同種的樹木固碳差異」，並且依照科學建模課程模組做為出發，進行的跨領域的課題延伸有額外 5 篇小論文已投稿完成，其內容包含自然學科、數學資訊等系統分析之跨領域主題，其主題有：「疫苗保護力在 mRNA 及腺病毒載體的比較-探討相同保護力下的時間差距、以風險函數探討海盜賽局的動態模擬、假訊息傳播速度的動態建模與抑制策略、探討 3C 產品對於眼壓高低及眼睛損傷的影響、以基本風險評估模型探討資訊安全在不同企業管理的風險變化」以上 5 篇專題研究。

第二年：以本校的實驗班師生為主，進行偏鄉學校課程推廣教學工作

本計畫期望以本校的實驗班師生為主，將第一年所開發的課程，進行偏鄉學校課程推廣教學工作，發展教學模組及專題課程，更利用校內經費購置數位實驗設備讓學生學會運用科技來學習數理知識、解決問題。上述計畫及構想亦會結合學術機構之參訪與交流，拓展師生學術視野；同時迎接十二年國教的來臨，持續發展附件教案之校本特色課程，透過教師專業社群的成長與對話來活化教學，開發 108 課綱所需的校本創新課程，實際改進各校目前的自然與數學資訊領域的科學教育現況。

在本學年度的課程推廣教學，規劃以寒訓營及暑假營隊方式辦理，每梯次合計 5 天的課程，分別於寒假及暑假各一個梯次辦理，以本校校本課程學生約 60 位學生與校外學校（開放各校報名）約 30 位學生進行推廣教學，本校校本課程的學生預期成效為以 1~3 人為一組學習並探討完課程模組後，需於 1 學年後完成一份專題研究並於全國小論文進行投稿；而校外學校學生的學習成果為以課程模組為基礎，進行在地化的議題探索，以「SDG 11-永續城鄉-直轄市的建立與城鄉差距的問題」為例，學生需思考並探討在地化的問題並嘗試完成一份簡易報告，而由於目前開發的課程模組已有 4 份，在進行課程教學後，學生們可以選擇自身有興趣的課程模組進行報告。

合計第一年與第二年計畫的學生成果已由課程模組為發想完成 17 組(共 33 人)的學生專題，而近期也持續進行小論文投稿，對此能展現本計畫在課程的推廣與其效益。

第三年：將研發之課程模組錄製成影片與學生成果

本年度計畫規畫除了第三年建置線上平台，並將研發之課程模組錄製成影片，以擴大計畫效益，針對課程模組本身也將加深其難度，並期望參與本計畫內的學生們皆能以此課程模組與研究方法，並將其增加至數學建模的難度。

以公地悲劇的系統基模為例，Logistic 成長模型 (Logistic Growth Model) 在探討公地資源的動態模型會以此式子做討論： $\frac{dR(t)}{dt} = rR(t) \left(1 - \frac{R(t)}{K}\right) - hN$ ，其中 $R(t)$ 為公地資源在時間 t 時的量、 r 為公地資源的自然成長率、 K 為公地資源的環境乘載量、 h 為單位個體的消耗資源速率、 N 為公地資源使用者數量。該問題本身可以本課程規劃中的研究方法與軟體進行探討，並以現實生活中的情境進行分析。

以下現實生活中的情境進行討論：假設某牧場草地資源量 $R(t)$ 在有限的草地生長，同時有 N 隻牛在牧場上放牧，每隻牛每天消耗固定的牧草量，假設 r 為草地的自然成長率 (單位：每天 10% 增長比率， $r = 0.1$)、 K 為草地牧草乘載量 (1000 公斤)、 h 為每隻牛每天吃掉的牧草量 (10 公斤/天)、 N 為放牧的牛數量 (以 0.1、0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4 進行討論)，此時能藉由相關軟體繪製如下。

圖 2： $N = 0.1、0.5、1、1.5、2、2.5$ 之牧草數量模擬。

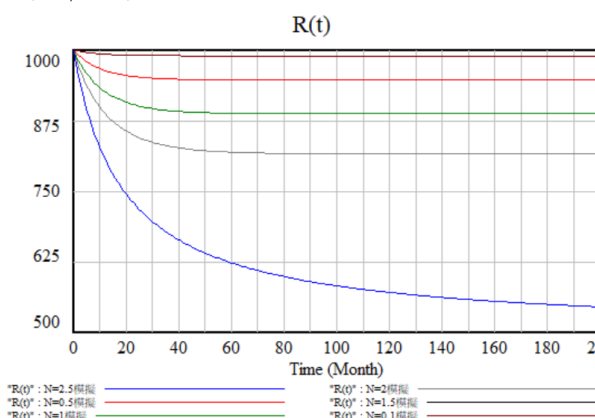
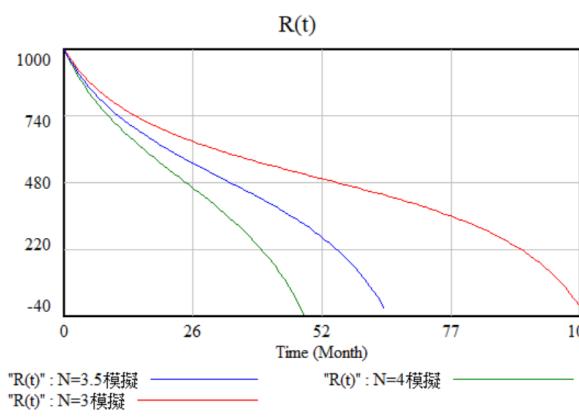


圖 3： $N = 3、3.5、4$ 之牧草數量模擬。



對此本年度的規劃除了建置相關的課程影片外，也期望讓學生在學習本課程後，能依照自身規劃完成自主學習的內容，而為了能更深入討論各項較為困難的主題，本年度的計畫也將針對數學建模的內容進行深入開發。

四、執行進度 (請評估目前完成的百分比)

(一) 114 學年度工作預定進度甘特圖：

月份	8	9	10	11	1/2	1	2	3	4	5	6	7
組織教師社群進行課程修正	■	■	■	■	■	■	■	■				
辦理教師研習		■						■				
辦理課後科學營隊活動			■	■	■				■	■	■	
辦理寒暑假科學營隊活動							■					■

社群專題研究教學活動												
持續進行科學研究												
撰寫研究報告												

(二) 各項預定工作執行進度與說明

項目	進度百分比	說明
組織教師社群進行課程修正	50%	上學期進度已執行完畢，下學期繼續執行。
辦理教師研習	50%	上學期進度已執行完畢，下學期繼續執行。
辦理課後科學營隊活動	50%	上學期進度已執行完畢，下學期繼續執行。
辦理寒暑假科學營隊活動	0%	目前已規劃寒假營隊期程。
社群專題研究教學活動	70%	已指導學生相關專題研究，預計於今年3月陸續投稿全國小論文比賽。
持續進行科學研究	50%	上學期進度已執行完畢，下學期繼續執行。
撰寫研究報告	50%	上學期進度已執行完畢，下學期繼續執行。

(三) 教學影片錄製與教學網站建置狀況

本計畫針對相關教學影片進行錄製整理，目前已針對6種系統基模之教學影片統整、教材整理、建立網路平台，帶領學生進行專題研究並產出成果，以擴大推廣效益；相關建立網路平台如下：<https://reurl.cc/2lONpO>



五、預期成果

(一) 預定完成之工作項目：

1. 持續透過教師團隊會議共同設計教學教案之互動討論模式。
2. 建構可供中學推廣參用之科學實作探究教學教材教法。
3. 指導學生撰寫研究報告及協助論文發表活動。
4. 藉由營隊活動與工作坊推廣研發課程。

(二) 具體成果及效益：

1. 透過教學現場的行動研究了解學生在課程實驗與實驗營、工作坊等活動中的學習成果。
2. 了解學生在完成科學研究過程所遭遇的困難及所需之相對應策略。
3. 了解教師在各階段指導學生的過程中所遭遇的困難及相對應之策略。
4. 透過合作學習的方式使其更具意義化及功能化，以縮小理論與實務間的鴻溝，進而將教與學相互呼應，另外透過豐富的學習輔具，為學習注入更多有趣及有意義的元素。

(三) 參與計畫學生的收穫：

1. 學會探究式思考科學的內涵，獲得獨立思考的能力與方法。
2. 有機會親身體驗各項新興科技的議題，以習得帶得走的能力。
3. 從悅趣化的課程中學習動手做，能習得解決問題的能力亦能激發創造力。
4. 透過跨校科學研究及論文發表，增加校際交流的經驗。

(四) 參與計畫教師的收穫：

1. 提升在新興科技及校本課程開發的科學素養與能力。
2. 獲得開發模組化教材及專題研究課程的能力。
3. 獲得創新教學策略以及多元評量的技巧。
4. 擴展新興科技議題的知能。
5. 跨科合作與共備的專業能力成長。

(五) 目前已有學生成果(全國小論文得獎作品)：

1. 葉○蓁、傅○宣。2024年。台北捷運環狀線北環段建立前後的碳當量差異-以臺北市立陽明高中附近交通為例。中學生網站 1131015 梯次獲得地球科學類特優。
2. 陳○佑、郭○銘、江○韻。2024年。以系統動力學探討台灣不同種的樹木固碳差異。中學生網站 1131015 梯次獲得農業類甲等。
3. 林○丞、汪○欣。2024年。假訊息傳播速度的動態建模與抑制策略。中學生網站 1131015 梯次獲得資訊類優等。
4. 顏○勳。2024年。以基本風險評估模型探討資訊安全在不同企業管理的風險變化。中學生網站 1131015 梯次獲得資訊類優等。
5. 李○宥、江○誼。2024年。以風險函數探討海盜賽局的動態模擬。中學生網站 1131015 梯次獲得數學類甲等。

6. 張○芯、鄭○辰、林○宇。2024年。以動態模擬探討建材與設計地震力之關聯-以花蓮地區建築物為例。中學生網站 1131015 梯次獲得工程技術類甲等。
7. 張○漢。
2025年。Team Taiwan 贏得世界十二強棒球賽之因果關係研究。中學生網站 1140315 梯次獲得體育類甲等。
8. 江○翊。2025年。以系統動力學探討青光眼與眼壓高低之影響。中學生網站 1140315 梯次獲得健康與護理類甲等。
9. 吳○均。
2025年。以系統動力學探討公地悲劇的動態模擬。中學生網站 1140315 梯次獲得數學類甲等。
10. 張○宜、夏○辰、吳○嘉。以動態模擬探討蘇丹紅與常見藥物在人體血液中的濃度。中學生網站 1140315 梯次獲得化學類優等。
11. 唐○喬、蔡○嬋、
張○宸。2025年。音樂刺激頻率如何影響人類情緒? 膚電反應之動態模擬。中學生網站 1141015 梯次獲得生物類優等。
12. 林○宏。2025年。捷運北環線的興建對社子地區之碳排放量影響。中學生網站 1141015 梯次獲得地球科學類甲等。
13. 辜○哲、林○寬、雷○軍。2025年。不同年薪所繳的稅務探討。中學生網站 1141015 梯次獲得法政類甲等。

六、檢討

無