

教育部 108 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：以多元學習模式及學習進程探討素養導向課程之實踐

主持人：曾祥榕 電子信箱：youngertseng@gmail.com

共同主持人：

執行單位：宜蘭縣頭城國小

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？是 否
2. 執行重點項目：
 - 環境科學教育推廣活動
 - 科學課程教材、教法及評量之研究發展
 - 科學資賦優異學生教育研究及輔導
 - 鄉土性科學教材之研發及推廣
 - 學生科學創意活動之辦理及題材研發
3. 辦理活動或研習會等名稱：無
4. 辦理活動或研習會對象：無
5. 參加活動或研習會人數：無
6. 參加執行計畫人數：1 人
7. 辦理/執行成效：

本研究計畫於 108 年四月送件審查前，即已設定為兩年計畫，採逐年申請方式進行研究。其次，在 108 年一月十五日的「108 學年度中小學科學教育專案期中報告」中，與會的指導教授建議以研究目的「(一) 探討新課綱學習內容與學習表現如何整合在一個單元設計?其課程發展模式與教學為何?」作為 108 年的主要研究目的。據此，研究者鎖定本年度的方向為:探究新課綱學習重點中，學習內容與學習表現的遞迴關係，並以遞迴關係作為課程設計與教學模式的內涵。再者，本研究 108 年度的經費中，並未編列辦理研習相關活動，無法辦理教師研習的推廣活動。本研究案當初申請專案計畫的研究目的，將 109 年度作為推廣今年度的研究成果、並接受教授建議將科學閱讀的探究學習與教學模式，列為後續年度主要研究目的；但因研究者所任職的學校行政人員，並未公告「109 學年度中小學科學教育專案申請計畫」，導致個人無法申請 109 年度專案計畫。

二、計畫目的

本研究計畫在 108 年四月送國教署遴選時的最初研究目的有如下四項:

- (一)探討新課綱學習內容與學習表現如何整合在一個單元設計?其課程發展模式與

教學為何?

- (二)如何運用多元學習模式(科學閱讀、科學實驗/實作等)促進科學素養學習，並歸納出科普教材編寫的原則。
- (三)協助教師應用教學模組資源，轉化課綱課程發展與教學理念至教室層級的教學。
- (四)協助建立以教學現場證據為本的課綱修訂與研發模式，作為往後課綱微調與新課綱研擬的參考。

今年一月十五日的期中報告時，經與會的指導教授建議，本研究案的研究目的都有相當研究價值，今年度宜以研究目的「(一)探討新課綱學習內容與學習表現如何整合在一個單元設計?其課程發展模式與教學為何?」作為主要目的進行教學模組的開發。個人當下決定將原計畫的研究目的:「(一)探討新課綱學習內容與學習表現如何整合在一個單元設計?其課程發展模式與教學為何?」列為本研究在 108 年的中心研究目的。

三、研究方法

1. 焦點團體與專家諮詢：

- ① 108.8.14 在國教教育研究院黃茂在研究員研究室，與國教院課程及教學中心研究員黃茂在、吳文龍，測驗及評量研究中心蕭儒棠，進行課程與教學計畫討論並修正教案。
- ② 108.10.2 國教院測驗及評量研究中心蕭儒棠到校進行觀課，下午進行議課；確立新課綱的學習表現:「定題」的教學設計。
- ③ 108.10.4 國教院課程及教學中心研究員吳文龍到班級進行觀課，並進行議課與下學期教學單元教案計畫。
- ④ 108.12.18 國教院測驗及評量研究中心蕭儒棠研究員到校進行觀課，下午進行議課與討論第一次學生學習評量題目與學生學習成就。並就素養導向的評量進行溝通。
- ⑤ 109.4.10 國教院測驗及評量研究中心蕭儒棠研究員到校進行觀課，下午進行議課與素養導向教學與素養評量關係諮詢會議。
- ⑥ 109.6.20 國教院課程及教學中心黃茂在副研究員、吳文龍助理研究員，測驗及評量研究中心蕭儒棠助理研究員，進行「學習內容與學習表現遞迴教學模式」之課程設計與教學觀課諮詢會議。

2. 行動研究法：

藉由三年級三個班級、五年級四個班級的課程實施，記錄每一節課的教學日誌(如附件)。藉由教學省思筆記，詳實記錄教學時學生學習所遭遇的障礙，與自己教學的困境。並在下一班級上課時立即進行修正，並記錄學生學習反應。

3. 歷程檔案評量(Portfolio Assessment):

三年級學生是剛接觸自然課，受到安親班灌輸知識的學習方式影響較小；學生是在未經考慮的情況下，就接受強調學習方法、學習表現的教學方式。也更為清楚了解學習的目的是在學會思考、與確立做研究的態度與步驟。

五年級學生，已接受兩年安親班知識灌輸的學習方法與態度，在學習評量上，認為只要完成安親班或出版社的測驗評量卷，就是完成學習，過於知識背誦導向的學習方式，可在學生的期中評量卷上看出端倪。

四、研究成果

1. 以九年一貫課程綱要的翰林版自然科三、五年級教科書，依據十二年國教新課綱，進行課程發展。

1-1-1 利用十二年國民基本教育自然科學領域課綱的學習重點，分析五年級上下學期自然各單元的內容，並以主要問題 essential question，培養學生定題的科學素養。

五年級上學期 翰林版自然	第一單元 觀測太陽	第二單元 植物的奧秘	第三單元 熱對物質的影響	第四單元 空氣與燃燒
調整教學順序	觀測太陽	植物的奧秘	空氣與燃燒	熱能對物質的影響
新課綱課題	1. 自然界的組成與特性	1. 自然界的組成與特性	1. 自然界的組成與特性 2. 自然界的現象規律及作用	1. 自然界的組成與特性
跨科概念	系統與尺度	構造與功能	物質與能量	物質與能量
主要問題	我要如何觀測太陽位置的變化?	植物的構造與功能，如何幫牠們繼續生存下去?	組成空氣的物質，與燃燒和滅火有什麼關係?	熱能對物質的影響與熱能的傳播對我們的生活有什麼關係?

1-1-2 調整五年級下學期課程順序，第二單元「水溶液」與第四單元「防鏽與食品保存」合併成為一個大單元，並以「學習內容和學習表現的遞迴關係」作為學習實驗研究模式的課程設計和教學實施重心。

五年級下學期 翰林版自然	第一單元 璀璨的星空	第二單元 水溶液	第三單元 動物大觀園	第四單元 防鏽與食品保存
調整教學順序	璀璨的星空	動物大觀園	水溶液	防鏽與食品保存
新課綱課題	1. 自然界的組成與特性	1. 自然界的組成與特性	1. 自然界的現象規律及作用	
跨科概念	系統與尺度	構造與功能	交互作用	

主要問題	星星和星座與我們的生活有什麼關係？	動物的構造，與動物的運動、繁殖、求生、育幼等功能有什麼關係？	1. 怎樣做實驗研究？ 2. 水溶液有什麼特性？ 3. 如何讓鋼絲棉生鏽？ 4. 如何讓吐司麵包發霉？
------	-------------------	--------------------------------	--

1-2-1 利用十二年國民基本教育自然科學領域課綱的學習重點，分析三年級上下學期自然各單元的內容，並以主要問題 essential question，培養學生定題的科學素養。

三年級上學期 翰林版自然	第一單元 植物的身體	第二單元 奇妙的磁鐵	第三單元 空氣和風	第四單元 溶解
調整教學順序	植物的身體	空氣和風	奇妙的磁鐵	溶解
新課綱課題	1. 自然界的組成與特性	2. 自然界的現象規律及作用	2. 自然界的現象規律及作用	2. 自然界的現象規律及作用
跨科概念	構造與功能	改變與穩定	交互作用	交互作用
主要問題	我想知道如何觀察植物？	如何觀察空氣的性質，並了解空氣和我們的關係？	如何知道磁鐵的作用與我們的生活關係？	如何知道溶解的交互作用，與我們生活的關係？

1-2-2 三年級下學期的課程順序，在期中評量考試之前是第一單元的小園丁學種菜與第三單元的認識動物；期中評量後，為符合學生的生活經驗並配合梅雨季節的到來，調整順序為第四單元的天氣與生活及第二單元的水的變化。

三年級下學期 翰林版自然	第一單元 小園丁學種菜	第二單元 水的變化	第三單元 認識動物	第四單元 天氣與生活
調整教學順序	小園丁學種菜	認識動物	天氣與生活	水的變化
新課綱課題	1. 自然界的組成與特性	2. 自然界的現象規律及作用	2. 自然界的現象規律及作用	2. 自然界的現象規律及作用
跨科概念	物質與能量	構造與功能	改變與穩定	資源與永續
主要問題	種植蔬果與我們的生活有什麼關係	動物的構造與動物的運動方式有什麼關係？	天氣的改變與穩定，和我們的生活有什麼關係？	水的形態如何變化？

2. 完成 108 學年度三、五年級的各單元教案撰寫。

依據十二年國教新課綱，參採「重理解的課程設計」一書的教學設計，進行翰林版自然科三、五年級教科書，各單元教案設計，合計完成 16 個單元的教案設計(如附件)。

3. 詳實記錄每一次授課的重點。

依據研究方法，必須記錄課程的實施過程，學生的反應，以作為行動研究的省思檢證工具。研究者以教學日誌的方式，紀錄三年級三個班，五年級四個班，每一次自然課的上課重點與學生的特殊反應，以作為後續的分析研究用。(如附件)

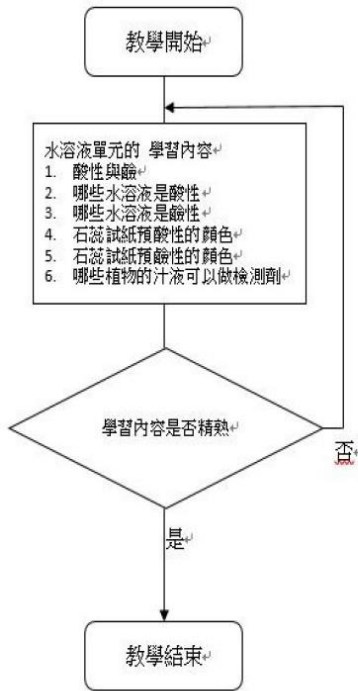
4. 呼應十二年國教自然領綱的學習重點規劃課綱。

十二年國教自然科學領綱的學習重點規劃，在國小部分是以合科為主；藉由跨科概念 cross-subject concept 進行四個科目的整合；也就是以跨科概念作為統整學習內容的核心概念 big idea。此外，並藉由 5W1H 的練習，引導學生提出主要問題 essential question，學生可藉此做自然科學研究的「定題」練習，以利學生加強學習表現的精熟度。但跨科概念，也可作為核心問題的關鍵字，如三年級的天氣與生活該單元，就是以「天氣的改變與穩定，和我們的生活有什麼關係？」

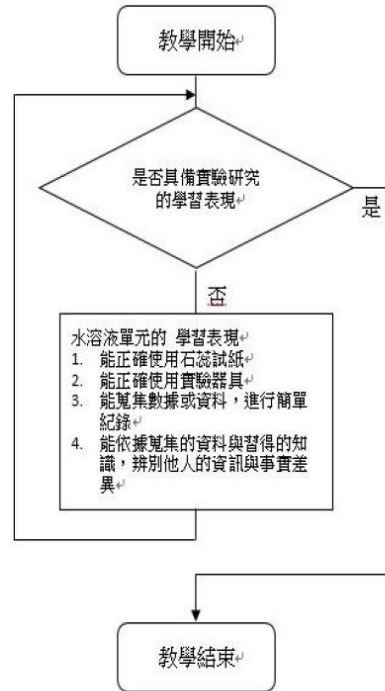
5. 以遞迴關係將新課綱的學習內容與學習表現整合在一個教學單元。

個人的教學經驗中，常會遇到學科知識、和創造學科知識的方法與技能兩者間的矛盾。這個矛盾，就是學科知識的精熟自為一個迴圈 Do-loop(如圖一)；而創造學科知識的方法與技能，又獨自為一個迴圈(如圖二)。以研究者的教學現場來說，在每班 2/3 學生參加課後補習的情況下，多數的家長、學生、課後補習教育者、甚至是現場的自然科老師，都會掉入精熟自然科學知識的迴圈中。

現今使用的九年一貫課綱，是將自然領域知識、和創新自然領域知識的方法與技能，整合為一個能力指標。而新課綱是將自然領域的學科知識視為學習內容，而以科學素養做為學習表現。



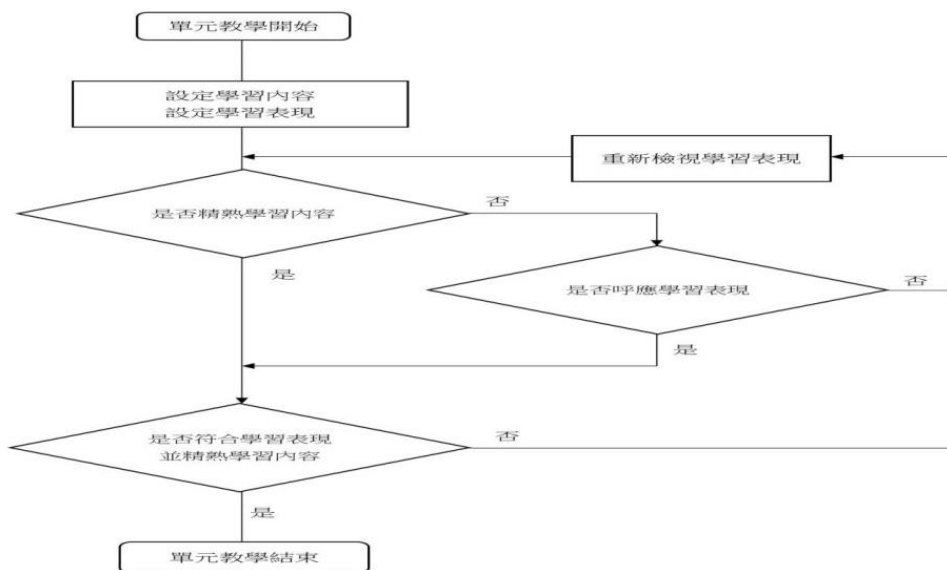
圖一



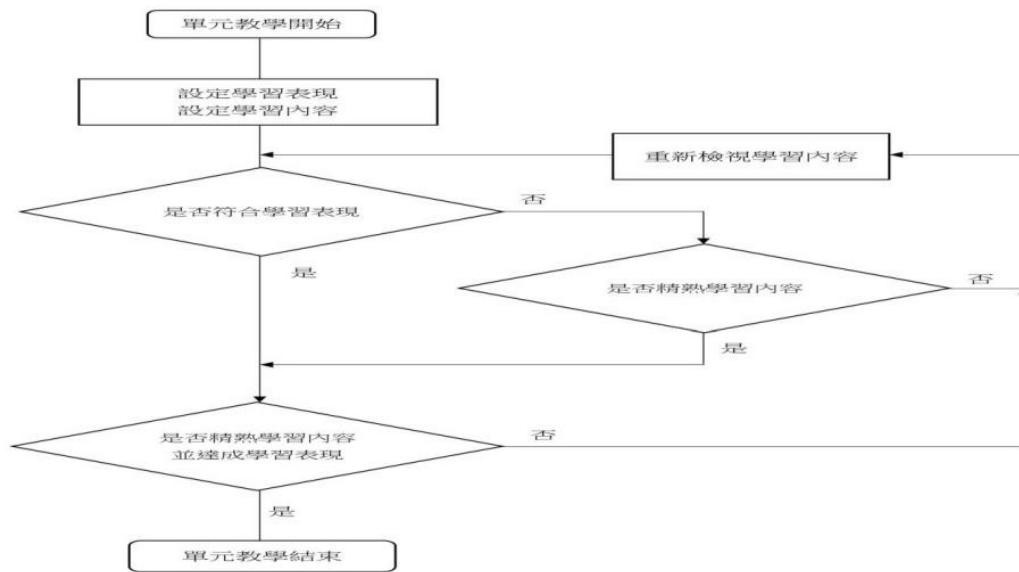
圖二

本研究以遞迴觀念，來詮釋學習內容與學習表現的關係，理論是來自 William E. Doll 提到，在教學上，透過回歸(recursion)，個體反思自我，並在自我參考的經驗中獲得自我感和價值感(王紅宇譯， p139)。因此，研究者進一步藉由程式設計中的遞迴函式操作方式，闡述新課綱的學習內容與學習表現的遞迴教學模式。在程式設計中為了降低程式的複雜度，通常將問題依其特性分解為許多部份，再藉由主要函式 main() 函式呼叫許多獨立的函式來解決個別的問題，一層一層地分工合作下去，直到完成工作。將此觀念應用在教學上，則是可採學習內容為主，去完成學習表現；亦可以學習表現為主，去學習新的學習內容。

以下圖三為以學習內容為主要函式，學習內容為內部函式；圖四則以學習表現為主要函式，學習內容為內部函式的遞迴教學模式流程圖。



圖三



圖四

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

（一）討論

1. 新課綱將學習內容、學習表現各自分列的方式，有利教師釐清自己的教學是否陷入強調灌輸自然科學知識的迴圈裡面；或是落入為了探究而探究的技術操作迴圈中。但新課綱在輔導團的課推研習中，並未將學習內容、學習表現兩者的關係加以說明。本研究將兩者的關係以遞迴的方式加以說明，並以實際教學教案，讓現場教師清楚知道學習內容與學習表現可以為主，亦可為輔，進行課程發展與教學設計。
2. 跨科概念，可以協助教師進行統整歸納整個單元的學習內容；也可以延伸學生的學習內容，任課教師應該加強如何以跨科概念作為教學設計的上位、初始的構思中心點。學習表現的定題部分，也就是 essential question(核心問題或主要問題)，可以引導學生精熟學習表現，將科學素養加以內化，並能學習更深更高階的知識。
3. 探究式的教學設計，是內含在教科書當中；還是要現場老師再另外開發一個有探究內涵的教案設計。在 64 年版的國編本小學教科書中，其實是隱含了 bruner 布魯納的發現式教學法(Discovery Teaching Method)。但是在開放民間版本的小學教科書後，隱含在每個單元的教學法或學習法都不見了。由強調操作實驗技術來驗證自然知識的課本內容；也就是重視實驗操作活動的探究教案取代了發現式教學法。但是過於重視實驗技能操作、或學習表現教案的發展方向，對現場教師來說，是在增加老師的負擔，或者是在提升教師教學意願呢？
4. Klein & Goodlad, 1979 年研究提出課程決策可區分為五種層次，分別是理想課

程、正式課程、知覺課程、運作課程、經驗課程五種。國教院自然科領綱委員的思維與規劃是理想課程；通過課審會審查的自然科領綱是正式課程；輔導團課推系統的老師所了解的、以及現場老師所理解的都是知覺課程；現場老師實施的課程則是運作課程；最後是學生學到的課程內容稱為經驗課程。研究者曾在現場參加領綱研習，覺得輔導團的團員對領綱不是理解錯誤，就是說明出錯；更甚者是輔導團的教師過分強調探究式教案設計的重要性，認為有規劃探究教案，代表有教到學習表現。研究者認為，從理想課程到正式課程的落差，是課審委員造成的；但正式課程到運作課程的落差，以個人教學經驗來看，有絕大部分是輔導團所造成的。在此個人想提出來討論的是，究竟要如何降低輔導團對自然科領綱的理解落差呢？直白的說，探究教案是要內含於課本內容，或是外加在課本之外？

5. 依據教學研究過程與學生學習反應，個人對學習內容的安排，提出以下幾點討論：

①新課綱在國小部分已經是合科，但有關生物部分的學習內容，研究者認為應考慮全部列入在中年級的學習重點。中年級學生對有系統有脈絡的教學很感興趣，也較有耐心進行長期的觀察，但課本的安排卻是三個禮拜一個單元，種植的菜都還在成長，就要進入下一個單元，不僅割裂學生的學習興趣，也打臉培養觀察力與比較的自然科學素養。

②地球科學的部分包括天氣、天文、海洋與地質，也是分散在每一學期的一個單元。目前學生的狀況視都可以聽懂氣象報告、看懂天氣預報圖，也就是這些已經成為常識，還需要放在課本做為自然科學的知識來學習嗎？

③植物的種植部分在低年級就已經做過，為了依循螺旋課程的設計，植物種植又在三年級出現。個人認為這部分重覆過大，若有種植經驗，三年級就應該把高年級的植物與構造放入中年級的學習內容。

6. 所教即所學，所學即評量。藉由此次的專案計畫，研究者將十二年國教新課綱的學習重點(學習內容與學習表現)，在學生的紙筆評量中呈現，也藉由6/20日國教院黃茂在副研教員、吳文龍助理研究員、蕭儒棠助理研究員、復興國中退休教師吳月玲、復興國中林宛青老師，到教室實地進行五年級學生觀課。學生熟悉操作型定義研究歷程的學習表現，展現自主的探究與實作，學習六年級弦樂器影響聲音高低不同因素的學習內容(如附件相片)。研究者也將學習表現與內容具體化為評量。藉由學生的自主探究與實作，已可證明個人將學習內容與學習表現定位為遞迴關係，這樣的說明對要推動新課綱有一定的幫助。另外，藉由期末評量，個人亦將實驗操作的歷程，轉化為考題，讓學生親自在考試卷上作答(如附件考卷)，也彰顯「所學即評量」的可行性。

(二)建議

1. 學生在放學後前往安親班，已經是一個影響學校正常化教學的主因。由於提前「學習」課本的知識內容，導致學生對學校的教學產生「習得的無感」，學生學習意願低落，無法自我控制，自然科教師在教室內的教學流暢度很難掌控，班級秩序的管

理非常困難。個人認為，可開發生活中所遭遇到的現象與問題影片，讓學生在課堂上，利用在安親班早已背誦過的知識來推理論證跟單元學習內容有關的科學現象或問題時，會是解決學生無心於自然課學習的方式之一；也就是在課堂上製造解決問題的需求，再利用 problem solving 問題解決、或是 trouble shooting 故障排除的教學策略，或許是一個新的教學研究方向。

2. 「教育部補助及委辦經費核撥結報作業要點」的計畫經費之變更，已明確說明業務費項下的費用，可以由執行機關自行決定流用。建議在計畫經費補助申請表的備註欄內，加以註記經費二級項目內的費用可以自行流用。