

教育部112年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：1-3

計畫名稱：探討「不插電程式課程設計融入自然領域」對國小高年級學生學習興趣及問題解決能力之影響(第二年)

主持人：莊秋蘭

執行單位：臺中市太平區長億國民小學

壹、計畫目的及內容：

十二年國民教育課程綱要於108學年度開始施行，課綱中以「成就每一個孩子——適性揚才、終身學習」為願景，兼顧個別特殊需求、尊重多元文化與族群差異、關懷弱勢群體，以開展生命主體為起點，透過適性教育，激發學生生命的喜悅與生活的自信，提升學生學習的渴望與創新的勇氣，善盡國民責任並展現共生智慧，成為具有社會適應力與應變力的終身學習者，期使個體與群體的生活和生命更為美好(教育部，2014)。

在108課綱中，在國小階段，原本九年一貫的自然與生活科技領域，改為自然領域，而在自然領域的課程中，高年級相關的課程中，仍有與科技相關的內涵，為培養學生探究、問題解決能力及運算思維，因此，本研究規劃三年期計畫，第一期計畫是探討「不插電程式課程設計」對國小高年級學童運算思維之影響，研究結果顯示，透過桌遊、邏輯編程的不插電程式課程設計，可以提升學生運算思維之能力。由此研究結果，今年度為第二期計畫，設計不插電課程任務與自然領域概念結合，在生態保育課程的概念教學中融入不插電編程內容，結合SDGs目標，培養學生創新、探究與問題解決能力，提升學生學習興趣。因此研究問題包含：

- 1、編擬不插電程式融入自然領域課程的教學設計。
- 2、探討不插電程式融入自然領域課程對國小高年級學生學習興趣之影響。
- 3、比較「不插電程式融入自然領域課程」與「自然領域課程」對國小高年級學生問題解決能力之影響。

貳、研究方法及步驟：

本計畫為研究之第二年計畫，目的為「不插電程式融入自然領域課程對學生學習興趣及問題解決能力之影響」。近年來越來越多利用理解設計（understanding by

design) (McTighe & Wiggins 著，賴麗珍譯，2008；Earle & Wyatt, 2014；Keane & Keane, 2016；McTighe & Wiggins, 2012；Michael & Libarkin, 2016；Terry, 2011；Wiggins & McTighe, 2005) 及問題導向理論進行教學設計 (Hargreaves & Moore, 2000；Huang & Huang, 2013)。重理解的課程設計理論，課程設計從課程目標、課程活動、多元評量之連結。重理解的課程設計模式在講求「多元評量」、「學習者中心」和「問題解決導向」，著重學生能力養成。UbD 重要原則包括利用大概念引導學習者積極學習，著重學科內容的核心概念到普世認同的價值，知識具備「可遷移到」其他學科與主題的特質，能有效連結學科內容的事實與技能，課程設計強調三階段的逆向設計 (backward design) 分別為階段一從目標訂定核心概念與問題、階段二實務理解導向的多元評量與階段三設計學習活動 (McTighe & Wiggins, 2012)。

十二年國教課綱的基本理念及核心素養強調學生的自主學習及問題解決能力，其教學目標，就是幫助學生掌握大概念和建構正向價值觀，也就是帶得走的能力 (Wiggins & McTighe, 2006) 和態度 (OECD, 2016)。為達本研究之目的，研究之課程的設計採用重理解逆向課程設計，期能提升學生運算思維及問題解決之能力。課程設計依據 UbD 三階段的設計，McTighe 與 Wiggins (2012) 指出設計正確的學習經驗，使學生對學習有效付出，透過話語、活動、工具、指導反省、學生的努力及回饋來產生理解，因此在教學設計中強調「WHERE TO」：W-確保學生知道這個單元的方向

(where) 及為什麼 (what)，其功能是讓「學生能盡快知道所學習單元或科目的關鍵問題及實作表現細節，藉由知道主要問題及架構主要評量策略的那些問題，學生能以極佳的清晰度、焦點，以及自信心來閱讀、做研究、做筆記、問問題。」；H-一開始便引起 (hook) 學生的興趣，並在整個學習過程中維持 (hold) 其注意力，其功能是「使學生能投入學習，理解所要學習的大概念並產生學習遷移。」；E-使學生以所需的經驗、工作、知識、技能做好準備 (equip)，以達成實作表現的目標，其功能是要「導致大概念的獲得並產生學習遷移。」；R-提供學生許多機會來重新思考

(rethink) 大概念、反省 (reflect) 自己的進步，以及修正 (revise) 他們的學習，其功能為「及早得知學生錯誤的理解，並及時修正。」；E-安排機會讓學生評鑑 (evaluate) 自己的進步及進行自我評量，其功能是要「了解學生理解概念的情形，並適時給予學生學習回饋，以期學生的學習朝向學習結果。」；T-因材施教

(tailored) 以反映個別不同的才能、興趣、學習風格、學習需求，其功能是「讓每一位學生對學習都能產生興趣，避免放棄學習的情形發生。」；O-教學活動有組織 (organized)，以使相對於理解淺顯課程內容的深度理解能達到最大程度，其功能為「能使學生及早沉浸於學習的情境、學習的問題及學習的內容中，進而達到概念的理

解。」

本研究教學設計採用重理解的三階段逆向設計，說明如下：

(一) 訂定核心概念目標，確保學習者了解學習主題的發展與脈絡：

本階段主要的目標是學生可以了解如何進程式編輯，並結合 SDGs 目標13、14，讓學生習得生態保育(自然領域生物與環境單元)的概念。因此期望學生可以：

- 1、理解程式編輯中指令及動作之間的關係，學習基本的程式編輯要領。
- 2、了解氣候變遷與環境生態的關係，確立問題解決方案。
- 3、有時透過想像的編程，於實際執行的結果並不相同，問題解決需經多次的推盤沙演。

(二) 實務理解導向的多元評量，本階段包含實作任務、評量標準與相關學習成果：

1、本階段的實作任務包含四個：

- (1)任務一：海平面上升。完成知識概念之課程後實施，任務項目是時間內，機器人到 A 區救援出北極熊，並送回冰山區域。
- (2)任務二：海水酸化。完成知識概念之課程後實施，任務項目是在時間內，機器人從港口進入到陸地區域，進入到 B 區後，進行工業區設備升級(完成指定動作)。
- (3)任務三：海洋垃圾。完成知識概念之課程後實施，機器人要將三處海洋垃圾帶的垃圾送至「海上平台工作站」進行回收，清除海洋垃圾保護海洋環境。
- (4)任務四：過度捕撈。完成知識概念之課程後實施，藍色海洋區域內有一處漁獲區與一處海洋保護區，機器人要將海洋區域中的大魚推送至漁獲區；小魚推送至海洋保護區讓小魚繼續長大，讓海洋漁業資源永續利用。

2、評量標準及成果：學生能熟知生態保育之概念，並由此概念推論至任務的執行，且能正確完成指令程式設計，並讓編程機器人完成任務。以繪圖方式呈現程式編輯，並輔以口頭說明任務完成的想法。

(三) 學習活動設計，本階段包含有效設計組織教學內容以及學習活動：

本階段的學習活動設計，呼應 McTighe 與 Wiggins(2012)在逆向設計中所強調的「WHERE TO」，因此教學設計採用 PBL (Problem-Based Learning) - 問題導向學習法進行教學設計。

參、目前研究成果：

一、編擬不插電程式融入自然領域課程的教學設計

本研究教學設計採用重理解的三階段逆向設計：

- (一) 訂定核心概念目標，確保學習者了解學習主題的發展與脈絡。
- (二) 實務理解導向的多元評量，本階段包含實作任務、評量標準與相關學習成果。
- (三) 學習活動設計，本階段包含有效設計組織教學內容以及學習活動。

表1 Ubd 逆向課程設計架構

階段一：期望的學習結果	
<p>既有目標：G</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 概念學習目標 <ol style="list-style-type: none"> 1. 能了解人類活動對生物的影響。 2. 能珍惜並愛護自然資源。 ● 其它能力目標 <p>科-E-A2</p> <p>具備探索問題的能力，並能透過科技工具的體驗與實踐處理日常生活問題</p> 	
<p>理解事項：U</p> <p>學生將理解.....</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.人類活動與其他生物活動的範圍之關係。 2.改變生活方式對自然資源保育的作用。 <p>錯誤概念預測.....</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.學生易將作好垃圾分類、資源回收即視為保護環境之作為，未能有垃圾減量的觀念及減碳的積極作為。 	<p>主要問題：Q</p> <p>哪些有啟發性的問題可以增進探究、增進理解、增進學習遷移？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.給自然環境中的動植物一個乾淨環境的實際作為可以有哪些？ 2.透過程式編碼，機器人行走的方式和我們有不同嗎？
<p>學生將知道.....K</p> <p>由於本單元的學習，學生將習得哪些關鍵的知識和技能？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.不同環境下，其生物物種也會有所不同。 2.臺灣的自然環境所孕育的生物。 3.人類活動對自然環境的影響以及珍惜自然環境的行動。 	<p>學生將能夠.....S</p> <p>由於習得這些知識和技能，他們最終將有什麼樣的能力表現？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.可以進行程式設計，並將主程式及副程式充分搭配完成生態保育任務活動。
階段二：評量結果的證據	
<p>實作任務：T 學生將透過哪些真實的實作任務來表現期望的學習結果？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.透過合作討論，進行資料蒐集與報告，理解不同的生態環境孕育不同的生物。 2.在編程機器人的生態任務中，可以理解生態保育行動應有的作為，並依任務需求將指令卡編程進行保育任務。 3.能依據指令卡的設計完成地圖卡的排列。 	<p>其他證據：OE 學生將透過哪些其他的證據（如：隨堂測驗、正式測驗、開放式問答题、觀察報告、回家作業、日誌等）來表現達成期望的學習結果？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.能依據指定任務完成資料蒐集、彙整與分享。 2.可以依據生態任務的要求排出正確的指令卡。 3.能依據指令卡的編碼，完成正確的地圖卡排列。

階段三：學習計劃

學習活動：L

哪些學習活動和教學活動能使學生達到期望的學習效果？這項課程設計將：

W = 幫助學生知道這個單元的方向(when)和對學生的期望(what)？幫助教師知道學生之前的狀況(when；之前的知識和興趣)？

H = 引起(hook)所有學生的興趣並加以維持(hold)？

E = 使學生做好準備(equip)，幫助他們體驗(experience)關鍵概念的學習並探索(explore)問題？

R = 提供學生機會以重新思考(rethink)及修正(revise)他們的理解和學習？

E = 允許學生評鑑(evaluate)自己的學習及學習的涵義？

T = 依學習者的不同需求、不同興趣、不同能力而因材施教(tailored；個人化)？

O = 教學活動有組織(organized)，使學生的專注和學習效能達到最大程度並繼續維持？

註：綜括整個教案

表 2 PBL 教學設計原則

引起注意階段(呈現問題)	分析問題	探究問題	呈現解決方案	評估學習成果
設計情境問題，引導學生看出情境中的問題，引起學生的共鳴	引導學生共同討論分析問題的主要關鍵，了解問題所在並思考	引導學生討論問題可解決的方式，蒐集相關資訊及資料	以報告分享的形式，讓學生呈現其問題解決方案，並向大家說明原由，並接受大家的提問，再次檢視解決方案	學生可再次修正解決方案，提出最後之成果，並進行學習成果展現
內容綱要： 近年來全球暖化問題日益嚴重，地球上許多生物因暖化而遇到生存問題，我們共同生活在地球環境，可以怎麼做，大家一起來守護地球環境呢？	設計綱要： 引導學生了解問題來源，分析問題成因。在編程部分引導學生了解需進行程式的編輯，才能讓機器人順利完成任務。	設計綱要： 進行生物與環境自然課程，課程中納入生態樂園之桌遊，引導學生找尋問題解決的方法。另外進行任務說明，引導學生討論如何利用編程完成任務。	設計綱要： 引導學生從自然領域學習的概念，遷移至邏輯編程機器人的操作及任務設計，並依此解決問題的程式設計進行報告。	引導學生依據各方建議，修正程式，以此解決情境問題，進行成果展現。

二、不插電程式融入自然領域課程對國小高年級學生學習興趣之影響

本研究之課程依據 UbD 三階段進行設計，以六年級自然領域-康軒版本第三單元：生物與環境為主要概念，採用 PBL-問題導向學習法進行教學，實驗組班級的任

務解決使用不插電邏輯編程之合作學習模式進行，對照組學生採用小組討論之合作學習模式進行。透過學習興趣問卷，了解「不插電程式課程設計融入自然領域」對國小高年級學生學習興趣之影響。

學習興趣問卷為五點量表，共17題，其中一題為反向題，每題作答給予分數為5至1分，反向題分數為1至5分，依據得分進行成對樣本 *t* 檢定，結果如表3，以前測作為共變數，比較兩班學生學習興趣的差異，在進行共變數分析之前，先檢定這兩組前後測成績的迴歸斜率，結果如表4。從表4的結果可知，受試者間效應項的檢定，*p* 值為.370 > .05，表示組內迴歸係數同質性，繼續進行共變數分析，結果如表5。

表3 學習興趣問卷之成對樣本 *t* 檢定

組別	人數	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
		Mean	S.D.	Mean	S.D.			
對照組	24	61.96	10.597	61.63	11.601	.229	.821	.047
實驗組	23	66.35	10.911	69.91	10.457	-2.138	.044	.446

表4 協興趣問卷迴歸係數同質性檢定

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
組別	265.601	1	265.601	5.007	.030
前測	3718.069	1	3718.069	70.093	<.001
組別*前測	43.605	1	43.605	.822	.370
誤差	2280.939	43	53.045		
校正後總數	6308.213	46			

表5 學習興趣問卷之共變數分析

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η
前測	3718.069	1	3718.069	70.377	<.001	.615
組別	265.601	1	265.601	5.027	.030	.103
誤差	2284.543	44	52.831			
校正後總數	6038.213	46				

本研究之兩組學生皆進行 UbD 課程之 PBL-問題導向學習，實驗組的問題解決教學為學生採用邏輯編程機器人執行其所提出之問題解決策略，而對照組學生則採用討論-發表-回饋的方式進行問題導向學習。從表3中可以看出，對照組學生在本單元之學習興趣並無顯著的進步，而實驗組學生在本單元的學習後，其學習興趣具有顯著的差異。進行共變數分析比較兩組學生在本單元的學習興趣，從表5中可以得知，兩組學生具有顯著差異，事後比較結果為實驗組學生在學習興趣部分顯著高於對照組，顯示在教學中融入不插電之邏輯編程的設計，可以提升學生的學習興趣。

三、「不插電程式融入自然領域課程」對國小高年級學生問題解決能力之影響

研究設計問題解決能力測驗，於教學前後進行測驗，了解「不插電程式課程設計融入自然領域」對國小高年級學生問題解決能力之影響。問題解決能力測驗，共4大題，每大題皆有4小題，第1小題計分方式：正確性(完全正確2分，部分正確1分，不正確0分)；第2小題計分方式：合理答案個數(1個1分)；第3小題計分方式：合理答案個數(1個1分)；第4小題計分方式：理由具體性(明確且具體2分，部分具體性1分，完全不明確0分)。依據得分結果進行成對樣本 t 檢定，結果如表6，以前測作為共變數，比較兩班學生學習興趣的差異，在進行共變數分析之前，先檢定這兩組前後測成績的迴歸斜率，結果如表7。從表4的結果可知，受試者間效應項的檢定， p 值為.197 > .05，表示組內迴歸係數同質性，繼續進行共變數分析，結果如表8。

表6 問題解決能力測驗 t 檢定

組別	人數	前測		後測		t	p	Cohen's d
		Mean	S.D.	Mean	S.D.			
對照組	24	8.67	6.565	9.25	5.431	-.576	.570	.118
實驗組	23	14.74	7.858	19.87	6.663	-6.889	<.001	1.437

表7 問題解決能力測驗迴歸係數同質性檢定

變異來源	SS	df	MS	F	p
組別	1324.508	1	1324.508	99.747	<.001
前測	1061.351	1	1061.351	79.929	<.001
組別*前測	22.776	1	22.776	7.715	.197
誤差	570.982	43	13.279		
校正後總數	2979.617	46			

表8 問題解決能力測驗共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	η
前測	1961.901	1	1961.901	145.385	<.001	.768
組別	423.957	1	423.957	31.417	<.001	.417
誤差	593.758	44	13.495			
校正後總數	2979.617	46				

從表6中可以看出，對照組學生在本單元之問題解決能力並無顯著的進步，而實驗組學生在本單元的學習後，其問題解決能力具有顯著的差異。進行共變數分析比較兩組學生在本單元教學後的問題解決能力，從表8中可以得知，兩組學生具有顯著差異，事後比較結果為實驗組學生在問題解決能力部分顯著高於對照組，顯示在教學中融入不插電之邏輯編程的設計，可以提升學生的問題解決能力。

肆、目前完成進度

本研究預定執行期間為民國112年8月1日至113年7月31日，共分五階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行課程設計及問卷、測驗編輯；第三階段進行教學活動及資料蒐集；第四階段資料分析及統計；第五階段撰寫成果報告及成效評估。目前研究已完成資料蒐集及分析，並撰寫完成研究成果報告。詳細進度表見表9。

表9 研究進度表

項目	民國 112 年 8 月 1 日~113 年 7 月 31 日				
	8 月-9 月	10 月-11 月	12 月-1 月	2 月-3 月	4 月-7 月
1. 蒐集文獻資料	—————	—————	—————		
課程設計、編輯問題決能力測驗		—————	—————		
3. 進行教學活動及資料蒐集				—————	
4. 資料分析及統計				—————	—————
5. 撰寫成果報告及成效評估				—————	—————

伍、預定完成進度

本研究以不插電程式課程融入自然領域教學設計，提升學生之學習興趣及問題解決能力，研究已完成課程設計並於課程中進行實際教學，透過參考 McTighe 與 Wiggins(2012)逆向課程設計中強調的「WHERE TO」進行教學設計，研究結果呈現可以提升學生之學習興趣及問題解決能力。課程中亦進行教學觀察，學生對於在自然課程中加入不插電邏輯編程的教學反應良好，且對於任務的達成有強烈的動機，因此在教學過程中學生包含問題解決及同儕合作都能充分展現，學生在課程中亦表現出其學習興趣，會期待下一次的課程時間。預計研究能持續進行，本研究為第二年計畫，在研究者所在區域的學校，不插電邏輯編程的研究結果，顯示對學生的學習成果是有幫助，研究者所在學校為都市區學校，對於偏鄉學校的孩子，在較少學習刺激的環境之下，同樣的課程是否能協助這些偏鄉孩子之學習，為研究者所關心，因此，未來第三年計畫期能「探討不插電程式融入自然領域課程，對偏鄉學校學生之學習興趣、運算思維能力、問題解決能力之影響」，將課程及教材教具帶進偏鄉學校，透過跨領域課程設計，提升偏鄉學校學生之學習興趣、運算思維及問題解決能力。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

研究為在自然領域課程中融入不插電程式課程，並以 UbD 課程之 PBL-問題導向學習進行教學，因此與對照組之教師之共備需要較長時間，以達到兩組學生的教學差異在「不插電邏輯編程教學」。因此，本研究課程之教學推廣，需要教師能願意改變教學模式，並需投入教多時間在備課，建議可安排在領域教學研究會中，由該領域教師共同進行備課，以達到教學較大的助益。

柒、參考資料

- 李柏鋒 (2016)。葉丙成談借調創業：遊戲化在五年後將成教育難以或缺的趨勢。取自 <https://www.inside.com.tw/2016/08/09/benson-pagamo>
- 林育慈、吳正己(2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。教育脈動，6，38-53。
- 陳介宇 (2010)。從現代桌上遊戲的特點探討其運用於兒童學習可行性。從現代桌上遊戲的特點探討其運用於兒童學習可行性。國教新知，57(4)，40-45。
- 劉育忠 (2015)。淺談桌遊學習的療癒功能：找回世界的童心。慧炬，595，20-23。
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K 12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2, 48-54.
- Barrows, H.S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20, 481-486.
- Bridges, E. M. (1995). *Implementing problem based learning in leadership development*. ERIC Clearinghouse on Educational Management, University of Oregon.
- Csikszentmihalyi, M. & McCormack, J. (1995). The Influence of Teachers. *Phi Delta Kappan*, 67, 415-419.
- CSMEE, Center for Science Mathematics and Engineering Education (2002). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Center for science, mathematics, and engineering education, CSMEE. *Washington, D. C.: National Academy of Science*.
- CSTA & ISTE(2011)。Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education。 <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
- Earle, M. T., & Wyatt, J. E. (2014). Preparing to teach STEM in middle school using understanding by design framework: Focus on using CAD in creative arts. *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference*, 1-5. doi: 10.1109/ISECon.2014.6891017

- Edens, K. M. (2000). Preparing problem solver for 21st century through problem-based learning. *Journal of College Teaching*, 48(2), 55-60.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K 12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Hargreaves, A., & Moore, S. (2000). Curriculum integration and classroom relevance: A study of teachers' practice. *Journal of Curriculum Supervision*, 15(2), 89-112.
- Hmelo-silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and How do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-261.
- Huang, Y. P., & Huang, Y. M. (2013). *Programming language learning supported by an accredited course strategy*. Proceedings of the 13th IEEE International Advanced Learning Technologies, 327-329. doi: 10.1109/ICALT.2013.101
- Keane, L., & Keane, M. (2016). STEAM by design. *Design and Technology Education*, 21(1), 61-82.
- McTighe, J., & Wiggins, G. 著，賴麗珍譯（2008）。**重理解的課程設計—專業發展實用手冊**。臺北：心理。
- McTighe, J., & Wiggins, G. (2012). *Understanding by design framework*. Retrieved from [http://www.ascd.org/ASCD/pdf/site ASCD/ publications/UbD_WhitePaper0312. Pdf](http://www.ascd.org/ASCD/pdf/site%20ASCD/publications/UbD_WhitePaper0312.Pdf)
- Michael, N. A., & Libarkin, J. C. (2016). Understanding by design: Mentored implementation of backward design methodology at the university level. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 42(2), 44-52.
- NRC, National Research Council. (1996). National Science Education Standards : observe, interact, change, learn. *Washington DC : National Academy Press*.
- Terry, B. (2011). Understanding engineering by design [TM] perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(4), 21-2.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design (2nd ed.)*. Alexandria, VA: The Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.