

教育部110年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：3-1

計畫名稱：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

主持人：莊秋蘭

執行單位：臺中市太平區新光國民小學

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，國小資訊課改採「融入教學」，沒有固定時數與教材，勢將成為彈性學習課程的一部分，而各地方政府與各校的積極度，會決定孩子學習的紮實度。在科技化浪潮下，許多國家都已將資訊教育向下延伸，鼓勵國小資訊教師將運算思維、邏輯概念與生活科技相結合。然在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，並無資訊或科技課綱，面臨國際科技化的演變，為讓學生自小扎根，因此臺中市政府自訂資訊課程的參考架構，並集結資訊輔導團的教師，共同一架構編寫資訊教育市本課程，提供教學現場教師應用，其中運算思維編程相關課程安排在五年級下學期實施，而學生在此之前並未接觸相關的課程內容，直接進行程式相關的教學，學生在學習上會需要較多時間，教師在教學上的變化便有可能受限。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，目的是期望能在學生上機進行程式學習之前，透過桌遊、邏輯編程的不插電程式課程設計，讓學生從遊戲中先建立編程的概念，在進行上機學習編程時能更順利、深入的學習，提升學生的運算思維能力，進而設計任務與自然領域概念結合，透過編程、力學、機械概念的結合，培養學生創新、探究與問題解決能力。

綜上所述，研究規劃三年期之計畫：「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」、「探討以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」、「探討不插電程式融入自然領域課程，對不同文化刺激學生之學習興趣、運算思維能力、問題解決能力之影響」。期能透過延續性的研究設計，提升國小學生運算思維能力，及培養學生探究與問題解決能力。本計畫設定為第一年之研究，以不插電程式的教學設計，包含桌遊及邏輯編程，透過問題導向的教學方式，期能提升國小高年級學生之運算思維能力。因此研究問題包含：

- 1、編擬不插電程式課程的教學設計。
- 2、探討不插電程式的課程對國小高年級學生運算思維能力之影響。
- 3、比較「電腦編程課程加入不插電程式課程設計」與「電腦編程課程」對國小高年級學生運算思維能力之影響。

貳、研究方法及步驟：

本計畫設定為研究之第一年計畫，目的為「探討不插電程式課程設計對國小學童運算思維能力之影響」。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）。

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。

本研究主要的目的是透過逆向課程設計，經由不插電程式教學，配合現有課程，透過探究與實作，培養學生運算思維能力。研究工具及資料分析如表一。

表一 研究目的與研究工具對應一覽表

研究目的	研究工具	備註
編擬不插電程式課程的教學設計	參考 McTighe & Wiggins (2008)Ubd 進行課程設計	
探討不插電程式的課程對國小高年級學生運算思維能力之影響	教學觀察、運算思維紙筆測驗	成對樣本 t 檢定
比較編程課程加入「不插電程式課程設計」與否對國小高年級學生運算思維能力之影響	運算思維紙筆測驗	共變數分析 成對樣本 t 檢定

參、目前研究成果：

一、不插電程式教學設計

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依據任務完成程式編輯。
- (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效。
- (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。

表一 Ubd 逆向課程設計架構

階段一：期望的學習結果	
既有目標：G ● 概念學習目標 1. 能了解程式碼代表的意義。 2. 能理解程式碼編排方式。 ● 其它能力目標 科-E-A2 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	
理解事項：U 學生將理解..... 1.不同的程式碼所代表的意義。 2.程式碼編排方式，相同程式碼置放位置不同，結果不同。	主要問題：Q 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？ 1.透過程式編碼，機器人行走的方式和我們有不同嗎？

<p>錯誤概念預測.....</p> <p>1.學生易將左右轉的指令視為連續，編碼時常會僅用一個指令，而使結果不如預期。</p>	<p>2.要讓機器人可以在最短時間發球射門，要如何進行設計呢？</p>
<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> <p>1.程式碼是一個指令一個動作，左右轉為兩個指令動作，需在同一格地圖卡上完成。</p> <p>2.當機器人要執行動作時，需搭配副程式。</p> <p>3.機器人執行完成動作，須前往下一關，程式設計需在回到主程式的架構中。</p>	<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> <p>1.可以進程式設計，並將主程式及副程式充分搭配完成指定任務。</p>
<p>階段二：評量結果的證據</p>	
<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> <p>1.透過合作討論，進行編程桌遊，理解程式碼所代表的意義。</p> <p>2.在編程機器人的任務中，可以理解指令卡所代表的意義，並依任務需求將指令卡編成。</p> <p>3.能依據指令卡的設計完成地圖卡的排列。</p>	<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> <p>1.可以依據任務的要求排出正確的指令卡。</p> <p>2.能依據指令卡的編碼，完成正確的地圖卡排列。</p>
<p>階段三：學習計劃</p>	
<p>學習活動：L</p> <p>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：</p> <p>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)？</p> <p>H = 引起(hook)所有學生的興趣並加以維持(hold)？</p> <p>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？</p> <p>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？</p> <p>E = 允許學生評鑑(evaluate)自己的學習及學習的涵義？</p> <p>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)？</p> <p>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？</p> <p>註：綜括整個教案</p>	

表二 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題關鍵，了解問題所在並思考	引導學生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： 新光國小舉辦編程機器人足球競賽，如何可以順利讓機器人射門及擊倒球柱？	設計綱要： 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： 進行不插電程式桌遊之課程，引導學生從桌遊中找尋相關程式設計的方法	設計綱要： 引導學生從桌遊的編程學習，遷移至邏輯編程機器人的操作及設計，並依此設計解決問題的程式完成報告	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、不插電程式的課程對國小高年級學生運算思維能力之影響

本研究以 Ubd 設計不插電程式課程，在實驗組的班級進行教學，完成此項課程後，再進行電腦編程的基礎課程。透過教學觀察及運算思維評量，了解不插電程式課程的教學，對學生運算思維之影響。評量設計參考國際國際運算思維能力測驗2016及2017題目進行編製，並輔以教學觀察進行質性分析，以了解課程對學生運算思維之影響。

在運算思維的評量中，依據每一試題正確與否進行評分，正確得1分，不正確即為0分，依據得分進行成對樣本 t 檢定，結果如表一。從表一可知，學生在運算思維評量的結果達顯著差異，表示實驗組學生實施不插電程式課程教學，對提升學生的運算思維能力有幫助，亦可說明，透過不插電程式的教學設計可以培養學生之運算思維能力。

表一 運算思維評量之成對樣本 t 檢定

組別	類別	前測		後測		t 值	相關
		Mean	S. D.	Mean	S. D.		
實驗組	第一題	.64	.490	.88	.332	-2.295*	.236
	第二題	.68	.476	.80	.408	-.901	-.129
	第三題	.64	.490	.88	.332	-2.009	.068
	第四題	.56	.507	.76	.436	-1.549	.068
	全部試題	2.52	1.194	3.32	.900	-3.361**	.381

實驗組學生在進行電腦上機的編程課程之前，進行不插電程式的課程，學生在第一階段桌遊的教學前，並未接觸過相關的編程課程，然因透過桌遊讓學生認識程式碼，學生在課程中為了能從對戰的遊戲中獲勝，學生對於程式編碼的認識及程式編碼的意義都能展現高度興趣，在第一輪遊戲過程中，學生能投入，雖仍在摸索熟悉階段，學生仍專心於課程內容，而在第二輪的遊戲過程，學生更能進行思考，如何的程式碼運作有助於在遊戲中取得較佳利益。桌遊之後接著進行邏輯編程課程，透過機器人讀取程式碼完成任務，學生更加有興趣，因此為解決問題完成任務，學生彼此間多討論與合作，進而能觀摩他組的程式設計，以求能完成任務，在這樣的過程中，學生

不僅更加了解程式編碼的意義，更能進程式設計，從教學觀察及運算思維評量結果，可知這樣的課程設計對提升學生算思維能力是有幫助的。

三、編程課程加入「不插電程式課程設計」與否對國小高年級學生運算思維能力之影響

本研究設計包含實驗組及對照組，實驗組學生的課程包含：不插電程式設計+電腦編程課程，對照組學生直接實施電腦編程課程。兩組學生皆進行運算思維評量的前後測，依據每一試題正確與否進行評分，正確得1分，不正確即為0分。將兩組學生之得分進行共變數分析。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，結果如表二。從表二的結果可知，受試者間效應項的檢定， p 值為 $.386 > .05$ ，表示組內迴歸係數同質性，繼續進行共變數分析，結果如表三。從表三的結果可知，實驗組及對照組學生，在運算思維評量達顯著差異。

表二 迴歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
組別	2.235	1	2.235	3.475	.069
前測	9.076	1	9.076	14.111	.000
組別*前測	.492	2	.492	.764	.386
誤差	30.231	47	.643		
校正後總數	45.922	51			

表三 共變數分析摘要

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
前測	8.871	1	8.871	13.861	.001	.224
組別	3.804	1	3.804	5.943	.019	.110
誤差	30.722	48	.640			
校正後總數	45.922	50				

實驗組與對照組之課程差異，在於實驗組進行電腦編程課程之前，參與不插電程式課程的教學活動，從兩組在電腦編程課程的反應，會發現實驗組學生因有桌遊及邏輯編程機器人的課程經驗，雖然電腦編程的課程與不插電程式課程的內容仍有差異，但發現實驗組學生在接觸電腦編程時，會想要盡快進入狀況的動機，亦即對電腦編程有強烈的學習動力，會嘗試自己先進行問題的解決；而對照組學生，在進行電腦編程課程，會依照老師的說明進行編程及練習，在遇見問題時，會需要老師協助解決，較沒有主動進行問題解決。從教學觀察中呼應運算思維評量結果，實驗組學生在運算思維能力的進步優於對這組學生，可知，在進行電腦編程課程之前，讓學生透過不插電程式的課程，逐步帶領學生進入編程的領域，對學生的運算思維能力的提升是有幫助的。

肆、目前完成進度

本研究預定執行期間為民國110年8月1日至111年7月31日，共分四階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行課程設計；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。目前研究已完成資料蒐集及分析，並撰寫研究成果報告。詳細進度表見表四。

表四 研究進度表

	民國110年8月1日~111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	■	■	■	■	■
2. 課程設計、編輯運算思維能力測驗		■	■		
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

本研究透過以不插電程式課程設計提升學生之運算思維能力，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運算思維能力。課程中亦進行教學觀察，學生對於不插電程式設計的教學反應良好，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，會詢問下一次的課程時間，在爾後的電腦編程課程也有較深的印象及理解。預計研究能持續進行，本研究為第一年計畫，未來第二年計畫期能「探討以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」，透過跨領域課程設計，提升學生學習興趣及問題解決能力。

陸、討論與建議

本研究課程設計，在電腦編程課程進行前，先導入不插電程式課程的設計教學，以現行小學階段的課程編排，每周一堂的資訊課程，有課本進度的情形下，課程時間會壓縮，因此，本教學設計要推廣，可見亦納入各校的校訂課程，自編教材及教學時間安排的彈性下進行，除可增進學生學習興趣外，對學生學習編程的近程較能循序

漸進，逐步提稱學生運算思維能力。

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.

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.

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.

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.