

教育部110年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

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，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依據任務完成程式編輯。因此其往學生可以理解：

- 1、 程式編輯中指令及動作間的關係。
- 2、 基本的程式編輯要領，了解開始、前進、後退、左右轉、停止指令排列方式，以及在左右轉時會在地圖卡同一格執行任務。
- 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兩個：

- (1) 從起點帶球射門，中間須避開敵隊的防守，射門成功要發出歡呼的聲音。
- (2) 射門成功後，回到起點，中間須避開敵隊的防守，回到起點與教練擊掌歡呼。

2、 評量標準及成果：學生能正確完成指令程式設計，並讓編成機器人完成任務。以繪圖方式呈現程式編輯，並輔以口頭說明設計方式。

參、目前研究成果：

本研究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。研究分四階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行課程設計、運算思維試題編擬；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。目前研究成果包含課程設計，以及運算思維試題編擬，亦即研究之第一、第二階段。

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。目前已完成課程設計及試題編擬。

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 這項課程設計工作處理哪些相關的目標（如：學科學習標準、科目或課程的目標、學習結果）？ <ul style="list-style-type: none"> ● 概念學習目標 <ol style="list-style-type: none"> 1. 能了解聲波的產生是因為物體的振動，且聲波的傳遞需要介質。 2. 能了解聲波的傳播速率會受到介質種類溫度和濕度的影響。 ● 其它能力目標 十二年國民基本教育環境教育議題學習目標、學習內容 	
理解事項：U 學生將理解..... <ol style="list-style-type: none"> 1. 哪些是大概概念？ 2. 期望學生理解的是哪些具體的大概念？ 3. 哪些錯誤概念是可以預測到的？ 	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？
學生將知道.....K 由於本單元的學習，學生將習得哪些關鍵的知識和技能？	學生將能夠.....S 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？
階段二：評量結果的證據	
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？	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？
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： <p>W = 幫助學生知道這個單元的方向(what)和對學生的期望(what)？幫助教師知道學生之前的狀況(what)；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 研究進度表

	民國110年8月1日~111年12月30日				
	8月-9月	10月-11月	12月-1月	2月-6月	7月-12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

本研究之課程設計及運算思維試題編擬業已完成設計，運算思維試題為參考 Bebras 國際運算思維挑戰賽中的試題編擬而成，作為研究之研究工具。教學活動將配合課程進度於下學期實施，並蒐集研究資料。教學進行前先實施運算思維試題之前測，課程教學中進行教學觀察及小組討論紀錄，課程教學完成後，進行運算思維試題之後測以及訪談，訪談的對象為班級學習成就高、中、低學生各兩名，以進一步了解學生運算思維的改變情形。資料蒐集完成進行質性分析及相依樣本 t 考驗，探究不插電的課程設計對學生運算思維之影響。

陸、參考資料

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。

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.