

教育部109年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：4-6

計畫名稱：Zenbo伴我學--強化小六學童運算思維與問題解決能力之探討

主持人：陳欣民

共同主持人：周濟仁、郭淑茹

執行單位：嘉義縣大同國小

壹、計畫目的及內容：

十二年國教總綱中已將「資訊科技」列為必修課程，資訊科技學習表現包括四個向度：運算思維與問題解決、資訊科技與合作共創、資訊科技與溝通表達及資訊科技的使用態度。其中，「運算思維」(Computational Thinking，簡稱CT)為資訊科技課程主軸，希冀由運算思維之培養，提升學生善用運算思維與資訊科技工具解決問題、合作共創、溝通表達等高階能力(教育部，2016)。運算思維，指的是「利用數位科技設計與實作演算解法解決問題的思維」

(ACARA, 2013)，意指能有效應用運算方法與工具解決問題之思維能力。在資訊時代中，運算思維已成為分析與處理生活問題，以及探究各種領域知識之基本工具，與總綱所訂定之核心素養中的系統思考與問題解決、規劃執行與創新應變、符號運用與溝通表達、及科技資訊與媒體素養等能力，皆密切呼應(國家教育研究院，2015)。許多研究開始探討如何利用程式設計教學培養問題解決與運算思維，課程設計著重在引導學生運用運算思維解決問題，而非程式設計細節(Howland, Good, & Nicholson, 2009; Lewis, 2010, Jonas & Sabin, 2015)。視覺化程式設計工具(如Scratch與Greenfoot)讓學習者容易地學會程式設計，且能專注於設計與創作，經歷創作、修改與使用的歷程，學生可體驗與應用運算思維，更進一步可接續一般的程式語言(如Python、Java)，以逐步發展運算思維(Grover & Pea, 2013)。除了逐漸重視運算思維之外，強調科學、科技、工程、藝術及數學跨科際整合學習之STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育已成為全球各國的教育趨勢，亦影響了資訊科技教育的課程與教學。實施STEAM教學時，可結合科學模擬、電腦實驗操作與科學視覺化等工具與科技，透過動手實作(hands-on)的歷程，整合STEAM這五個領域進行跨科學習，以提供學生解決複雜問題的機會，精進學生的高層次創意思考，並更能應用於真實情境的問題解決，進而培養二十一世紀之關鍵能力(Maeda, 2013; Connor, Ferri, & Meehan, 2013; Rolling, 2016)。

華碩在2016年首度發表智慧機器人Zenbo，採用Intel處理器及Intel RealSense技術，搭配內建鏡頭能如人眼般感知景深、追蹤人體動作，另搭載多種感測器，並支援語音辨識操作。因為涵蓋對話，亦可強化表情、動作、輪

燈、物聯...等功能，本校為了讓資訊科技與課室教學、生活結合，在幾年前就已分別購置了Zenbo機器人以供教學使用。基於上述的研究背景與動機，本研究擬結合Zenbo的Android平台設計和STEAM課程，先讓學生學習基本的程式碼，接續，讓學生能應用所學程式碼於機器人的指令，測試程式碼預期的目標和機器人實際運作的結果有何差距？如何解決問題以達成預期目標？讓學生從課程中習得運算思維及問題解決的能力。本研究擬將「機器人程式碼學習」結合「STEAM專題課程」，引導學生進行探究，教學活動設計參考Burke(2014) 6E學習模式，以及Quigley等(2017) STEAM教學模式，以探討此專題教學設計模式及學生反應，分析實施成果並提出建議以提供未來教育專題教學設計與實施建議，本研究目的如下：

- (一) 研發Zenbo系列機器人於程式碼學習之教學設計與實施策略。
- (二) 運用Zenbo系列機器人於教學設計模式對於提升學童運算思維能力之成效探討。
- (三) 運用Zenbo系列機器人於教學設計模式對於提升學童問題解決能力之成效探討。

貳、研究方法及步驟：

(一)研究設計

本研究採個案研究法，使用STEAM課程設計，將所有學科內容整合到「Zenbo系列機器人」的專題研究。教學團隊包括資訊領域教師、數學領域教師（包括班導師）、藝文領域教師，共同擬定教學目標、教學內容、教學方式與教學時間，將其整理成課程設計，並特聘國立嘉義大學企業管理學系暨研究所翁頂升教授的研究團隊來指導、協助授課。說明如表2所示。

表2：Zenbo系列機器人專題研究課程

學習階段	屬性	課程目標	教學內容	教學方式	參與教師
探索體驗期	STE參與	學生能學習基本Scratch程式設計原理	學生每人使用一台電腦，直接上機學習，教師講解後，巡迴電腦教室指導	示範教學、練習實作、除錯指導	資訊領域教師為主，團隊教師協同教學
探索體驗期	STE探索	學生能編寫簡易Scratch程式			
探索體驗期	STEM解釋	學生能發想「Zenbo適用動作」程式並試寫程式	學生發想Zenbo可做動作如進、退、轉圈，並撰寫動作程式	學生自由表、討論與建議	
創意實踐期	STEM策劃	學生能實際測試Zenbo系	簡易程式與數學概念結合，如測量	討論與解決問題	

		列機器人動作程式	Zenbo速率，學生能撰寫程式並實際測試相同時間，不同行走距離或相同距離，不同行走時間		
創意實踐期	STEM深化	執行各項任務（如速率任務）並比較預期目標與實際測試差異並調整程式	教師給定數學任務，如請學生設計走正三角形、六邊形的路徑。執行過程牽涉到內外角	討論與解決問題、滾動式修正最佳化	數學領域教師為主 團隊教師協同教學
深化創新期	STEAM深化	學生能將藝術創作結合科技創新應用	美化Zenbo螢幕頁面調整Zenbo動作、表情、輪燈處理及改善3D圖形例如搖頭角度調整。	討論與解決問題	美術教師為主，團隊教師協同教學
深化創新期	STEAM評量	師生透過討論與省思彈性調整研究與創作	集結課程與教學成果 探究學生學習成效	成果展示 心得撰寫	團隊所有教師

如上表2所示，研究區分為三個階段：(1)「探索體驗期」：奠定學生程式設計的基礎，並透過電腦與Zenbo的連線，讓學生能觀察與測試程式語言如何驅動Zenbo的動作與行為；(2)「創意實踐期」：由於Zenbo系列機器人的功能涵蓋對話、表情、動作、輪燈、物聯...等功能，在實踐期著重於請學生應用所學的程式語言，去驅動Zenbo。以數學科的「速率單元」為例，讓學生親自動手輸入簡易程式碼，體驗三個因素-速率、時間和距離改變時，會分別得到怎樣的結果。而機器操作有誤差，學生能實地測量Zenbo走的長度，去看誤差的範疇；也能思考走的距離長或短時，其誤差值的結果。(3)「深化創新期」：此階段著重於靈活運用所學，發想一段獨一無二的機器人表演（融合速率、表情、聲光、走三角形、前進、轉圈、後退...），當輸入程式卻發現機器人做出的行為與預期有出入，使用運算思維和問題解決能力調整Scratch程式設計。

(二)研究對象

本研究對象擬以嘉義縣某大型國小一個六年級班級為研究對象，由於此班的級任導師如如（化名）老師對數學教學極有興趣，並樂於嚐試新的教學方法，表明樂意參與本研究，是為立意取樣。其中男生14人，女生9人，在小

六的數學單元中將會學到速率概念，且部份同學曾參加暑期 Scratch程式營的教學，有程式設計的基礎。全班學生都喜歡動手操作，平常上數學課、資訊課時亦踴躍發言，當面對需要解決的問題時學生會和朋友及小組討論以解決問題，顯示該班學生在面對問題時有一定的問題解決能力。

(三)研究工具

本研究的研究工具概述如下：

1. 課後 Zenbo 程式碼學習單：教師依課堂曾教過的程式挑戰學生所學，例如偵錯（給目標程式讓學生找出錯的程式碼並改正）、給任務（請設計讓 Zenbo 走一個三角形路徑的程式）

2. 問題解決態度量表：透過詹秀美、吳武典(2007)所編製之「新編問題解決測驗」對受試者施測，探究其對問題解決思考歷程三要素：界定原因、解決方法、與預防問題的能力是否增進，針對以上三要素分別給予測驗並進行分析。

3. 運算思維能力測驗：採用「國際運算思維能力測驗題庫-2016年」，依題目之難度計分：答對給分、答錯扣分，略過不答則不給分亦不扣分；為了避免負分，挑戰賽之起始分數為各題扣分之總和。

4. 教師省思札記：團隊教師可從解決問題流程、問題表示與分析、解決問題方法與策略、資料收集分析、結果評估與解題步驟改善等不同面向記錄學生的學習情形。

(四)資料蒐集與分析

本研究所探討的研究問題、資料蒐集與資料分析方式說明如下表3，研究團隊輔以三角檢證及內容分析法等，逐字逐句地整理所有資料檔案，歸納出背後所代表的意涵，完成質性資料的分析與形成主張。用以詮釋國小學生參與 Zenbo 機器人專題研究課所習得的運算思維及問題解決能力。

表3 研究目的、資料蒐集與資料分析方式

研究目的	資料蒐集	資料分析
(一) 研發 Zenbo 系列機器人於程式碼學習之教學設計與實施策略	1. Zenbo 程式碼學習單 2. 半結構式晤談紀錄 3. 教師省思札記	1. 分析 Zenbo 程式碼學習單內容 2. 進行半結構式晤談紀錄、教師省思札記分類並詮釋結果
(二) 運用 Zenbo 系列機器人於教學設計模式對於提升學童運算思維之成效探討	1. 國際運算思維能力測驗題庫-2016年 2. 半結構式晤談紀錄 3. 教師省思札記	1. 分析學生國際運算思維能力測驗之表現 2. 綜合半結構式晤談紀錄、教師省思札記的三角檢證，形成主張
(三) 運用 Zenbo 系列機器人於教學設計模式對於提升學童問題解決能力之成效探討	1. 新編問題解決測驗 2. 半結構式晤談紀錄 3. 教師省思札記 4. 問題解決態度量表	1. 分析學生問題解決量表之表現 2. 綜合學習日誌、半結構式晤談紀錄、教師省思札記的三角檢證，形成主張

參、目前研究成果：

一、探索體驗期~抽象化為具體的震撼

本校的學生從五下就開始上「scratch」程式語言，半年多了對程式不陌生，但僅停在「機上操作」的階段。第一堂課，翁教授團隊請學生輸入簡單的「表情」及「燈光」指令，並設定Zenbo IP，連結Zenbo後，學生親眼看到自己寫的程式可以驅動機器人，都覺得好有成就感！

(0924課觀)

小俊：哇！真好玩！看到Zenbo隨我寫的指令臉上時而咧嘴笑、時而不高興，真的好可愛喔！

小琪：我輸入微笑+閃紅光的程式，Zenbo就微笑、兩旁輪軸閃著紅光，真的好好玩！好想再玩一次！

(0924 T札)

T2：小朋友親眼看到自己寫的程式可以驅動機器人，一定覺得好有成就感喔！比起在電腦上玩scratch設計，連結Zenbo更可以化抽象、虛擬世界的程式為真實世界的具體操作活動，真實多了！

二、創意實踐期~問題解決需用數學的邏輯思維

翁教授提醒我們：「未來可跟數學課本各單元結合，讓機器人可做更多的程式」(1008共備)，這樣的思考在「創意實踐期」實現了！

(1118課觀)

T：大家想想看，怎麼讓Zenbo走出一個「正三角形」的路徑呢？

(S分組討論並設計)

S12(舉手)：老師，好奇怪喔！正三角形是60度耶！可是我在程式上「角度」的部份輸入60度，怎麼走不出正三角形呢？

S25：我們這種也是耶~

T：喔！那你們把自己當做Zenbo，你要走出一個正三角形，要轉幾度呢？

(全班同學起身試走與討論，在地上用粉筆畫出一個大正三角形)

S23：要轉更大的角度才行...好像超過90度耶！

T：試著用量角器量量看~

S15：是120度！

T：賓果！我們來學「外角」的概念。外角是指由多邊形的一邊和鄰邊的延長線所形成的角度，60度叫做三角形的「內角」，同一頂點的內角和外角加起來是180度。

S12：哇！我知道了！Zenbo要轉外角120度，走出來的才會是正三角形啦！

一開始，老師讓學生練習讓Zenbo走「長方形」。由於「長方形內、外角皆90度」，所以讓學生直覺上產生「走多邊形角度程式碼要考量內角」的迷思概念。然而在「正三角形」路徑的規劃上，學生遇到了認知衝突。他們發現走內角60度根本走不出一個「正三角形」的路徑！在試走的結果下，學生發現「外角」的存在，也發現60度的外角是120度！換句話說，要讓Zenbo走任何的多邊形，轉的角度是外角，而非內角~學生亦從此體會到如何應用數學思維解決科學問題的方法。

三、運算思維測驗前測和新編問題解決測驗前測結果

為配合實際教學情境，本研究採準實驗研究方式，選取兩班學生，一班為實驗組，一班為控制組。以原班級為單位進行教學，故實驗組與控制組學生無法進行隨機分派，為避免兩組受試者起始行為或特質之差異造成實驗誤差，除了將「新式問題解決測驗」與「2016國際運算思維能力測驗」之前測成績列為

共變項，以便進行統計控制外，並在選取控制組班級時，以其學生特質、學業總成績與實驗組相似為考量，先透過與該班導師詳談後，再以所蒐集之相關資料進行統計考驗，期能藉此減低不同學生特質可能造成之干擾。此外，本研究除了利用統計方法控制可能之干擾變項外，亦採實驗控制方式排除其他相關干擾因素。首先，為了控制兩組之教材內容、教學進度與教學時數等干擾變項，故由同兩位導師進行數學單元的共同備課；其次，研究樣本乃按照學校所採用的常態編班方式，皆為六年級學生；最後，各組實驗處理之前、後測均由研究者親自進行施測，以求情境一致。

一、實驗組和控制組問題解決能力測驗前測總分敘述統計量

	樣本數(n)	平均數(MEAN)	標準差(SD)	最小值(MAX)	最大值(MIN)
實驗組	21	84.33	19.988	39	122
控制組	20	96.00	19.068	68	128

二、實驗組和控制組運算思維能力測驗前測總分敘述統計量

	樣本數(n)	平均數(MEAN)	標準差(SD)	最小值(MAX)	最大值(MIN)
實驗組	21	128.90	72.230	20	275
控制組	20	79.60	47.160	20	195

三、實驗組與控制組問題解決能力同質性檢定

並以獨立樣本t檢定方式考驗其問題解決能力測驗前測得分，結果未達顯著差異 ($t = -1.910$, $p = .063 > .05$)，表示兩班學生具有同質性。其相關統計量數如下表：

	樣本數 (n)	平均數	標準差	95% 差異數的信賴區間		t 值	p 值
				下限	上限		
實驗組	21	84.33	19.988	-24.019	.685	-1.910	.063
控制組	20	96.00	19.068				

肆、目前完成進度

一、完成「運算思維測驗」前測及「新編問題解決測驗」前測結果分析

二、已經歷「探索體驗期」和「創意實踐期」，目前正準備朝「深化創新期」邁進。

伍、預定完成進度

- 一、 進行「深化創新期」的課程與教學
- 二、 完成「運算思維測驗」前測及「新編問題解決測驗」後測結果分析

陸、 討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、 電腦數量：受限筆電數目，原本是四~五人一組，造成部分學生是
課堂客人

◎解決方式：向別班借筆電，最後湊足12台，每兩人共用一台筆電。

- 二、 授課教師解說使用的螢幕不夠大，不易解說讓全班學生都看清楚。

◎解決方式：使用電視型大螢幕。

參考資料

詹秀美、吳武典（2007）。**新編問題解決測驗指導手冊**。台北：心理出版社。

國際運算思維能力測驗（2016）。引自 <https://is.gd/9G8zYw>。

Australian Curriculum, Assessment, Reporting Authority (ACARA). (2013). *Draft Australian curriculum technologies*. Retrieved from <http://consultation>.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. doi:10.3102/0013189X12463051.

Hung, I.-C., Chao, K.-J., Lee, L., & Chen, N.-S. (2013). Designing a robot teaching assistant for enhancing and sustaining learning motivation. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*, 21(2), 156-171.

Jonas, M., & Sabin, M. (2015). Computational thinking in Greenfoot: AI game strategies for CS1: conference workshop. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 30(6), 8-10.

Lewis, M. (2010). *Problem Solving through Programming with Greenfoot*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.186.959&rep=rep1&type=pdf>.

Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 1-3.