

# 機器人程式設計教學對學童 STEM 學習態度及運算思維之 影響

## The Effects of Robotic Programming Courses on Children's Attitude toward to STEM Learning and Computational Thinking Ability

黃雅戀<sup>1</sup> 崔夢萍<sup>2</sup>

HUANG, YA LIEN<sup>1</sup> TSUEI, MENG PING<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

<sup>1</sup> National Taipei University of Education, Graduate School of Curriculum and  
Instructional Communications Technology, Student

E-mail: lovelylittlehouse@gmail.com

<sup>2</sup> 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

<sup>2</sup> National Taipei University of Education, Graduate School of Curriculum and  
Instructional Communications Technology, Professor

E-mail: mptsuei@mail.ntue.edu.tw

### 摘要

本研究目的為探討機器人融入國小電腦程式教學，對學生運算思維能力和 STEM 學習態度之影響。本研究採準實驗研究，以台北市某國小五年級學生兩個班級為實驗組（47 人），1 個班級為控制組（22 人），實驗前兩組先實施 Scratch 基礎課程以及 STEM 學習態度和運算思維前測；進行實驗教學共 10 週，實驗組進行機器人程式設計教學，控制組進行 Scratch 程式設計教學，課程結束後實施 STEM 學習態度和運算思維後測。資料以單因子共變數分析、成對樣本 *t* 檢定分析，研究結果發現：在運算思維方面，不同教學策略對運算思維能力之提升未達顯著差異。在 STEM 學習態度方面，實驗組 STEM 學習態度顯著優於對照組學生。本研究結果可作為未來 STEM 教學參考。

**關鍵字：**STEM、運算思維、機器人程式設計、國小學生

### Abstract

The purpose of this study were to explore the effects of applying robotic programming courses on computational thinking and STEM attitude of children. The quasi-experimental research method was adopted. Both of students implemented Scratch foundation course(5-weeks) and pre-test of STEM attitude scale and computing thinking test. Forty-seven students, served as the experimental group, learned robotic programming. Nineteen students, served as the control groups, learned advanced course of Scratch. After instruction, the post-test for the same scale and test were also given. The pre-test and post-test scores were processed by paired t-tests and

one-way ANCOVA. It is concluded that robotic programming courses is not helpful to computational thinking but STEM attitude. The results of this study can be used as a reference for future STEM teaching.

**Keywords : STEM、Computational Thinking、Robotic programming**

## 壹、前言

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育強調科學、科技、工程及數學跨科際整合學習，此趨勢影響了資訊科技教育的課程與教學。實施 STEM 教學可培養學生解決實際情境中複雜問題的能力，進而培養二十一世紀之關鍵能力 (Mataric, Koenig & Feil-Seifer, 2007)。

教育部在 108 課綱中將資訊科技領域獨立出來，資訊科技課程以「運算思維」為主軸，透過電腦科學相關知能的學習，培養邏輯思考、系統化思考等運算思維，並藉由資訊科技之設計與實作，增進運算思維的應用能力、解決問題能力、團隊合作以及創新思考的能力 (十二年國民基本教育科技領域課程綱要，2018)。

愛沙尼亞在 2012 年納入小學課綱，是全球最早將程式語言於向下扎根的國家；英國則在 2014 年，要求五歲小孩就要學基本的程式遊戲，十一歲至少學兩種程式語言 (天下雜誌教育特刊，2016)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要中，資訊科技學習內容已重新修訂包含「程式設計」等六大面向。Scratch 程式設計軟體是目前國中小階段最常用來作為程式設計教學之軟體，劉正吉 (2011) 針對 Alice、Etoys、Greenfoot、Scratch 和 Lego 等程式語言進行分析，認為 Scratch 是最適合國小階段教授程式語言的軟體。

然而，臺灣中小學課程普遍較少運用材料、工具以實踐設計與製作歷程的學習體驗，導致年輕學子缺乏動手實作的經驗 (汪殿杰、巫鍵志、王意蘭、吳致娟，2014)。國內中、小學實施程式設計教學的傳統多仍停留在螢幕的操作，而為了讓機器人動起來，學生必須運用邏輯思考、系統化思考等運算思維能力，透過實作以促進解決問題解力。因此，本研究目的包含：

- (一) 探討 mBot 機器人程式設計課程對國小五年級學童運算思維能力的影響；
- (二) 探討 mBot 機器人程式設計課程對國小五年級學童 STEM 學習態度的影響。

## 貳、文獻探討

### 一、 機器人教育

機器人課程是一門跨領域、高度綜合的新興科技課程，具科技整合和實踐性，能激發學生對新興科技的學習動機，培養科技整合、問題解決、創造力，運用教育機器人為學習主體以活化教學內容 (林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大

衛, 2013), 讓學生瞭解機器人的原理、機械結構、感應器、電子零件、電腦程式語言及自動控制的概念等, 因此機器人成為科學與工程學科, 驗證理論時的有價值實作工具 (Beer, Chiel & Drushel, 1999)。

Murillo、Mosteo、Castellanos 和 Montano (2011) 為不同工程學位的大學生設計機器人課程, 學生學習組裝及控制樂高機器人執行任務, 研究證實機器人教學可提高學生學習動機; 林湘庭 (2018) 指導國小三年級學生學習程式設計探討運算思維能力、學習成效以及學習態度在運算思維測驗表現, 其利用 Scratch 結合樂高機器人課程及 Scratch 課程, 分別為實驗組和控制組, 研究結果實驗組在運算思維測驗之前後測有顯著提升, 但兩組在運算思維測驗成績及 Scratch 程式語言的學習成效上無顯著差異, 而在學習態度之「興趣」向度方面, 兩組則有顯著差異。

## 二、運算思維

Wing 在 2011 年定義運算思維是「一種思考歷程, 是規劃問題與解決方案的心智活動, 而這些問題解決方案能由人、電腦或兩者的結合來實施」(Wing, 2011)。美國電腦科學教師協會在 K-12 Computer Science Standards 中指出「運算思維是一種解決問題的方法, 可以使電腦與其他學科結合並提供一個獨特的分析和發展運算解決問題的方法」(CSTA, 2011)。國內學者對運算思維定義為「能有效應用運算方法和工具解決問題之思維能力」(林育慈、吳正己, 2016)。

在運算思維相關研究中, 常見以機器人相關教學應用於教學現場, 黃玉如 (2016) 針對國小五年級學生設計自造者課程, 運用 Webduino 程式設計作為課程工具, 結果發現: 實驗組學生在運算思維態度達到顯著性的差異。從質性資料的分析發現實驗組學生對運算思維認知有更多的認識, 並對運算思維開始形成正面的感覺。

## 三、STEM

Becker 和 Park (2011) 的研究發現科際整合的 STEM 教育比起其他單科更能引起學生的學習意願, 並且 STEM 教育對小學生的正面影響遠比大學生來的多, 顯示越早讓學生接觸 STEM 教育, 對學生日後選擇相關領域的機會越高。

Kopcha、McGregor、Shin、Qian、Choi、Hill、Mativo 和 Choi (2017) 透過整合多個 STEM 主題吸引教師參與實施, 運用兩週的機器人課程來培養學生的計算思維, 對象為 5 位五年級教師及其學生, 依據評估分析結果顯示, 教師將機器人問題解決視為課程中最有意義的學習、五年級學生在實驗後對機器人、STEM 看法因課程而改變。

# 參、研究實施與設計

## 一、研究設計

本研究採準實驗研究法之「不等組的前後測設計」進行研究，實驗組學生運用 mBot 機器人於 Scratch 程式設計課程；控制組學生則實施 Scratch 程式設計課程，以探討不同教學策略在 STEM 學習態度與運算思維是否有所差異。

實驗前，兩組學生皆進行相同的 Scratch 基礎課程（5 週）與實施 STEM 學習態度前測、運算思維前測；實驗教學共進行 10 週（每週一節 40 分鐘），實驗組學生運用 mBot 進程式設計教學及專題製作，控制組進行 Scratch 程式設計教學及專題製作。教學結束後，兩組實施 STEM 學習態度、運算思維後測。

## 二、研究樣本

本研究以臺北市某國小之五年級學生為實驗對象，便利抽樣二班為實驗組（50 人）實施 mBot 機器人程式設計教學，一班為控制組（24 人）實施 Scratch 程式設計教學。扣除無效問卷及缺課等無效樣本，實驗組 47 人，控制組 19 人。

## 三、研究工具

- （一）視覺化程式設計軟體：1. Scratch 2.0；2. mBlock：相容於 Scratch，依據 Scratch 的邏輯即可實際控制機器人。
- （二）mBot 機器人：內建多種感應器輸入裝置，可體驗動手組裝及編輯程式。
- （三）運算思維測驗：本研究採用 2016 Bebras 國際運算思維測驗題目。呂永鈞（2015）以 2013 Bebras 測驗題目為例，透過探索性因素分析並提供建構效度，在信度方面採 Cronbach  $\alpha$  係數，信度依各因素依序為 0.89、0.73、0.81、0.71，已達合格標準，表示具有良好的信度水準。
- （四）STEM 學習態度量表：參考自 Friday Institute for Educational Innovation（2012）STEM 量表，量表分為數學、科學、工程與科技三個向度。（Cronbach's alpha .83-.87）

## 肆、結果與討論

### 一、運算思維

為探討兩組不同教學策略對運算思維能力之影響，進行共變數分析（ANCOVA），結果說明如下：

- （一）實驗組與控制組學生在運算思維能力測驗前後測之描述統計

本研究採用 2016 運算思維能力測驗，測驗平均數及標準差如表 1。

表 1 實驗組與控制組運算思維能力測驗前後測之平均數及標準差（N=66）

層 面	實驗組（n=47）		控制組（n=19）	
	M	SD	M	SD
前 測	111.85	46.75	110.53	41.36

後測	134.47	56.59	126.58	76.07
----	--------	-------	--------	-------

(二) 實驗組與控制組學生在運算思維能力測驗之相依樣本  $t$  檢定

為了解教學策略是否能提升運算思維能力，針對兩組前、後測成績，以相依樣本  $t$  檢定進行比較如表 2，實驗組進步幅度具有顯著差異 ( $t_{(46)}=3.04, p<.01$ )，控制組則未達顯著差異 ( $t_{(18)}=1.16, p>.05$ )。

表 2 實驗組與控制組運算思維能力測驗相依樣本  $t$  檢定 (N=66)

來源	實驗組 (n=47)			控制組 (n=19)		
	M	SD	t	M	SD	t
前測-後測	-22.62	50.95	-3.04**	-16.05	60.13	-1.16

\*\* $p<.01$

(三) 兩組學生運算思維能力測驗共變數分析

由同質性考驗結果可知，組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準 ( $F=2.10, p=.15$ )，符合共變數組內迴歸係數同質性假定。依共變數分析結果如表 3 所示，排除前測分數對後測分數之影響後，兩組間的差異未達到顯著水準 ( $F=.23, p>.05$ )，顯示不同教學策略對學生運算思維能力未達顯著差異。

表 3 兩組學生運算思維能力測驗共變數分析 (N=66)

來源	平方和	自由度	平均平方和	F
組別	642.03	1	642.03	.23
誤差	176615.72	63	2803.42	

## 二、STEM 態度量表

本節探討不同教學策略對 STEM 學習態度之影響。將進行共變數分析 (ANCOVA)，以教學策略為自變項，STEM 學習態度前測分數為共變項，STEM 學習態度後測分數為依變項，分析結果說明如下：

(一) 實驗組與控制組學生 STEM 學習態度前後測分數之敘述統計

STEM 學習態度量表，兩組學生之測驗平均分數及標準差如表 4。

表 4 實驗組與控制組 STEM 學習態度量表前後測之平均數及標準差 (N=69)

測驗別	實驗組 (n=47)		控制組 (n=22)	
	M	SD	M	SD
前測	57.55	10.73	59.95	9.24
後測	62.45	10.01	60.32	8.47

(二) 實驗組與控制組學生 STEM 學習態度相依樣本  $t$  檢定

為了解教學策略是否能提升學生 STEM 學習態度，針對兩組前、後測成績，以相依樣本  $t$  檢定進行比較如表 5，實驗組 STEM 學習態度進步具有顯著差異 ( $t_{(46)}=4.36, p<.05$ )，控制組則未達顯著差異 ( $t_{(21)}=.28, p>.05$ )。

表 5 實驗組與控制組 STEM 學習態度相依樣本  $t$  檢定 (N=69)

來源	實驗組 ( $n=47$ )			控制組 ( $n=22$ )		
	$M$	$SD$	$t$	$M$	$SD$	$t$
前測-後測	-4.89	7.69	-4.36***	-.36	6.11	-.28

\*\*\* $p<.001$

### (三) 兩組 STEM 學習態度量表共變數分析

由同質性考驗結果可知，組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準 ( $F=.52, p>.05$ )，符合共變數組內迴歸係數同質性假定。依共變數分析結果如表 6，排除前測分數對後測分數之影響，顯示不同教學策略之 STEM 學習態度達顯著差異 ( $F=4.83, p<.05$ )，實驗組之 STEM 學習態度 (調整後平均數=62.70) 顯著優於對照組 (調整後平均數=58.77)。

表 6 兩組 STEM 學習態度量表共變數分析摘要表 (N=69)

來源	平方和	自由度	平均平方和	$F$
組別	210.67	1	210.67	4.97*
誤差	2798.36	66	42.40	

\* $p<.05$

### (四) 兩組在 STEM 學習態度分項之分析

本研究進一步分析 STEM 學習態度三個分項成效「數學」、「科學」及「科技與工程」在經過實驗教學之後之差異。表 7 結果顯示，在「數學」分項各組之間的差異未達顯著水準 ( $F=1.91, p>.05$ )；兩組在「科學」分項之間差異未達顯著水準 ( $F=.05, p>.05$ )；兩組在「科技與工程」各組之間的差異達到顯著水準 ( $F=6.08, p<.05$ )，實驗組 (調整後平均數=22.32) 顯著優於對照組 (調整後平均數=19.96)。

表 7 兩組在各分項之共變數分析摘要表 (N=69)

分項	來源	平方和	自由度	平均平方和	$F$
數學	組別	18.37	1	18.37	1.91
	誤差	633.97	66	9.61	
科學	組別	0.41	1	0.41	.05
	誤差	581.85	66	8.82	

科技與	組別	82.27	1	82.27	6.08*
工程	誤差	892.60	66	13.52	

\* $p < .05$

## 伍、結論

經過實驗研究後，兩組學生在運算思維能力測驗表現上透過不同教學策略課程皆能在程式設計學習成效有進步，後測成績皆高於前測成績；且運用 mBot 機器人於程式設計課程之實驗組進步成績達顯著，但兩組間未達顯著差異。在 STEM 學習態度方面，運用 mBot 機器人於程式設計教學之實驗組顯著高於控制組學生，尤其在工程與科技分項方面，顯著高於控制組學生。

此結果與先前研究相符，Murillo、Mosteo、Castellanos 和 Montano (2011) 為不同工程學位的大學生設計機器人課程，組裝及控制樂高機器人執行任務，研究證實機器人課程可提高學生學習動機；根據 Becker 和 Park (2011) 的研究發現科際整合的 STEM 教育比起其他單科更能引起學生的學習意願，並且 STEM 教育對小學生的正面影響遠比大學生來的多，顯示越早讓學生接觸 STEM 教育，對學生日後選擇相關領域的機會越高。

研究限制方面，由於本研究是以台北市某國小五年級學生為對象，樣本數不足以代表母群體，且礙於學生少子化關係，控制組人數較少。因此，建議未來研究者可進行擴展至其他年級或以不同性別條件探討是否影響運算思維以及 STEM 態度。在研究工具方面，運算思維能力測驗，可進一步分析測驗分項，使研究探討更具完整性。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 汪殿杰、巫鍵志、王意蘭、吳致娟 (2014)。強調動手實作的科技教育-以臺北市立大同高中為例。《中等教育》，65 (4)，141-151。
- 林育慈、吳正己 (2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。《國家教育研究院教育脈動電子期刊》，201608 (6) 取自  
<http://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/02287aac-dc26-4ad4-b87e-2881e942dc16>
- 林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大衛 (2013)。發展一延伸性 CIPP 課程評鑑模式運用於高瞻計畫課程：以高中機器人課程為例。《科學教育學刊》，21(3)，237-261。
- 林湘庭 (2018)。將 Scratch 結合樂高機器人提升小學生運算思維能力之研究。中原大學資訊管理研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 馬岳琳、程晏鈴 (2016)。數位×教育，贏的起點。《天下雜誌》，610。取自  
<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5079253>

- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要科技領域。取自  
[https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta\\_18529\\_8438379\\_60115.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta_18529_8438379_60115.pdf)
- 黃玉如 (2016)。探討自造者課程對國小五年級學生運算思維態度之助益 —以 Webduino 程式設計為例。國立高雄師範大學軟體工程與管理學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 劉正吉 (2011)。以 Scratch 同儕程式設計提升學童問題解決能力之探究。國立新竹教育大學數位學習科技研究所碩士論文，未出版，新竹市。

## 二、英文部分

- Mataric, M., Koenig, N., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education, Stanford, CA.
- Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering. *Communications of the ACM*, 42(6), 85-92.
- Ana C. Murillo., Alejandro R. Mosteo., Jose A. Castellanos., & Luis Montano. (2011). A practical mobile robotics engineering course using LEGO Mindstorms. *Eurobot Conference*, 221-235.
- Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and why. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.
- CSTA. (2011). CSTA K-12 computer science standards. The ACM K-12 Education Task Force. Retrieved from [http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA\\_K-12\\_CSS.pdf](http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf).
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effect of Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12, 23-37.
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., ..., Choi, I. (2017). Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. *Journal of Formative Design in Learning*. 2017, 1, 31-44.
- Friday Institute for Educational Innovation. (2012). Upper elementary school student attitudes toward STEM survey. Author, Raleigh.