

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

運用樂高機器人為輔具以提升中小學女生對STEM領域學習之興趣

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 106-2630-S-005-001-
執行期間：106年12月01日至107年11月30日
執行單位：國立中興大學師資培育中心

計畫主持人：許健將

計畫參與人員：碩士級-專任助理：劉福蓀
碩士級-專任助理：周東彥

中華民國 108 年 02 月 28 日

中文摘要：本計畫之目的乃是以樂高機器人作為教具，設計相關STEM領域之科學活動，藉以促進國內中小學女生學習科學的興趣。本計畫主要的內涵是：以樂高機器人作為教具，設計適合不同階段別(包括國中與國小)女生之STEM領域科學活動，以提升中小學女生解決問題、批判思考與團隊合作等因應未來社會所需之能力，並促進擺脫科學中的性別刻板印象，進而吸引更多的女生能在未來投入科學研究與從事科技事業，並將提供本研究之成果做為來年繼續推動此計畫之參考。本計畫特別關注偏鄉與離島女生在科學學習上之限制，透過此計畫的推動，在縮小城鄉學習資源差距上做出部分貢獻，達成教育公平性之實踐。本研究透過參與式觀察、問卷調查，以證據本位導向的實徵研究方法，來檢驗「性別」議題在有關科學學習上的差異性，以提供未來在課程與教學設計上之參考。

中文關鍵詞：樂高機器人;偏鄉與離島;性別;科學學習;女生

英文摘要：The purpose of this project is to use the LEGO robot as a teaching aid to design scientific activities related to the STEM field, in order to promote the interest of girls in primary and secondary schools in Taiwan. The main connotation of this project is to use Lego robots as teaching aids to design STEM scientific activities suitable for girls at different stages (including national and national) to improve the problem of primary and secondary school girls' problem solving, critical thinking and teamwork. The required abilities and promote the severance of gender stereotypes in science, which in turn will attract more girls to invest in scientific research and technology careers in the future, and will provide the results of this research as a reference for continuing to promote this project in the coming year. . This project pays special attention to the limitations of science students in rural and outlying islands. Through the promotion of this plan, it has made some contributions in narrowing the gap between urban and rural learning resources and reached the practice of educational fairness. This study examines the differences in scientific learning between “gender” topics through participatory observations, questionnaire surveys, and evidence-based empirical research methods to provide future reference in curriculum and instructional design.

英文關鍵詞：LEGO Robots ;rural areas and outlying islands;gender;science learning; girls

科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

(計畫名稱)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 106-2630-S-005-001-

執行期間：2017年12月01日至2018年11月30日

執行機構及系所：國立中興大學師培中心

計畫主持人：許健將

共同主持人：

計畫參與人員：劉福蓊 周東彥

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共__0__份：

- 執行國際合作與移地研究心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 出國參訪及考察心得報告

中華民國 108 年 2 月 28 日

目錄

中文摘要及關鍵詞	II
英文摘要及關鍵詞	III

報告內容

前言	1
文獻探討	1
活動目標與規劃設計	6
結果與討論	6
結論與建議	11
參考文獻	11

摘要

本計畫之目的乃是以樂高機器人作為教具，設計相關 STEM 領域之科學活動，藉以促進國內中小學女生學習科學的興趣。本計畫主要的內涵是：以樂高機器人作為教具，設計適合不同階段別(包括國中與國小)女生之 STEM 領域科學活動，以提升中小學女生解決問題、批判思考與團隊合作等因應未來社會所需之能力，並促進擺脫科學中的性別刻板印象，進而吸引更多的女生能在未來投入科學研究與從事科技事業，並將提供本研究之成果做為來年繼續推動此計畫之參考。本計畫特別關注偏鄉與離島女生在科學學習上之限制，透過此計畫的推動，在縮小城鄉學習資源差距上做出部分貢獻，達成教育公平性之實踐。本研究透過參與式觀察、問卷調查，以證據本位導向的實徵研究方法，來檢驗「性別」議題在有關科學學習上的差異性，以提供未來在課程與教學設計上之參考。

關鍵詞：樂高機器人；偏鄉與離島；性別；科學學習；女生

Using Lego Robot as a tool on raising the learning interests in STEM fields for primary and high school girls

Abstract

The purpose of this project is to use the LEGO robot as a teaching aid to design scientific activities related to the STEM field, in order to promote the interest of girls in primary and secondary schools in Taiwan. The main connotation of this project is to use Lego robots as teaching aids to design STEM scientific activities suitable for girls at different stages (including national and national) to improve the problem of primary and secondary school girls' problem solving, critical thinking and teamwork. The required abilities and promote the severance of gender stereotypes in science, which in turn will attract more girls to invest in scientific research and technology careers in the future, and will provide the results of this research as a reference for continuing to promote this project in the coming year. . This project pays special attention to the limitations of science students in rural and outlying islands. Through the promotion of this plan, it has made some contributions in narrowing the gap between urban and rural learning resources and reached the practice of educational fairness. This study examines the differences in scientific learning between “gender” topics through participatory observations, questionnaire surveys, and evidence-based empirical research methods to provide future reference in curriculum and instructional design.

Key words: LEGO Robots ; rural areas and outlying islands; gender; science learning; girls

前言

根據經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Co-operation and Development [OECD])所發表 2015 年國際學生能力評量計劃(the Programme for International Student Assessment [PISA])的研究報告中指出，國內接近完成基礎教育的十五歲學生，有關科學成就的平均成績表現，在全球 76 個參與國家中排名第 4，表現十分亮眼。然值得注意的是，國內男生與女生科學成績的平均表現在統計上並沒有呈現差異性，但是對於科學學習興趣這項指標，男生與女生卻在統計上呈現顯著差異，即女生對於科學學習的興趣是顯著低於男生(OECD,2016)。此一結果充分反映出國內對於如何擺脫「男理工、女人文」的科學中的性別刻板印象、提升女生學習科學興趣、鼓勵女性投入參與科學研究與投入科技事業，仍有相當大的改善空間，尤其是在中小學教育階段，應該更積極正視此科學中的性別平等意識議題。

有鑑於此，主持人乃思考如何透過更有效的科學教學策略與活動設計來增強中小學女生的科學學習興趣，而許多研究(例如 Papert,1993;Balogh,2008;Chetty,2015)均指出樂高(LEGO)向來就是深受歡迎的玩具，無論從幼稚園兒童到大學生皆是如此，其中樂高機器人(LEGO ROBOTS)更是許多教師和研究者視為是發展學習者相關科學、科技、資訊、數學認知及其他跨領域學科或社會技能的有效利器(Alimisis,2013)。因此，在本計劃中將利用樂高機器人為教學輔具，設計相關 STEM 領域之科學活動，以促進國內中小學女生學習科學的興趣為目的。

本計畫主要的內涵是：以樂高機器人作為教具，運用認知心理學與學習心理學理論基礎，設計適合不同階段別(包括國中與國小)女生之 STEM 領域科學活動，提升國內中小學女生學習科學的興趣動機。此外，本計畫也特別關注偏鄉與離島女學生在科學學習上資源上之限制，期待透過此計畫的推動，在縮小城鄉學習資源差距上能做出貢獻，達成教育公平性理想之實踐。本計畫進行過程中透過參與式觀察與問卷調查，以證據本位導向的實徵研究方法，來檢驗學生在活動前與活動後有關科學學習態度上的轉變差異，做為未來推動後續相關計畫時，在課程與教學設計上改進之參考。

文獻探討

根據本計畫的目的與主軸，即如何運用樂高機器人為教學輔具以促進國中小女生對 STEM 領域學習的興趣，在本節中將從 STEM 教育的概念架構和樂高機器人與 STEM 教育兩個面向進行相關文獻探討。

STEM 教育的概念架構：

有鑑於人類面對日益嚴峻的全球化議題，例如氣候變遷、人口過剩、資源管理、農產糧食、能源短缺、生物多樣性、水資源及健康等，在在都需要有國際性的支援方法來發展科學與技術來面對這些挑戰(Thomas & Waters,2015)。有越來越多的國家關注實施 STEM 教育的迫切性，以因應培養各國在未來面臨經濟層面的挑戰時所需要的技能(English, 2016;Margison et al., 2013;NAE & NRC,2014)。

Friedman(2015)指出儘管美國早在 1990 年代就提出 STEM 教育的相關概念，但幾十年過去了，真正知道如何運作與施行 STEM 教育的教師仍屬少數。由於美國意識到其全球經濟競爭力的危機，因而開始積極重視 STEM 教育(Sanders,2009)。Wang,Moore,Roehrig 與 Park(2011)認為 STEM 教育所帶來的成果，可以幫助美國的勞動力在全球經濟競爭下仍能保有領先的地位，因此主張在中小學積極推動 STEM 教育。在歐洲的 STEM 教育推動者與企業家們也證實，因為 STEM 教育的推動而產生勞動力間的差距效應正持續擴大中(Kennedy and Odell,2014)。在過去的幾十年裡，STEM 教育著重於改善將數學與科學視為獨立的學科，卻少有將科技與工程整合其中(Breiner et al.,2012; Sanders,2009; Wang et al., 2011)，更少有將藝術、設計與創造力與之連結 (Hoachlander and Yanofsky,2011)。Moore et al.(2014)定義統整的 STEM 教育乃是致力將四個學科知識 (即科學、科技、工程與數學)的全部或部分內容整合，再與真實世界連結而設計至一堂課或一個單元當中。STEM 課程內容的學習目標可以是設定在某個學科，但其內容的脈絡可以是來自其他學科。儘管研究顯示當教師擁有相關領域內容知識(content knowledge)與教學內容知識(pedagogical content knowledge) 越豐富時，成功執行 STEM 教育的機率就越大(Nadelson et al.,2012)，然而要統整科學、科技、工程與數學在一個真實脈絡情境並非簡單，面對全球化議題愈益複雜的今天，我們更需要新時代的專家。發展 STEM 教育的概念架構需先深入了解學習過程的複雜性， Kelley 與 Knowles(2016)以四輪動滑輪組模型所發展的 STEM 概念架構模型，提供 STEM 教育研究者一個很不錯的參考架構(見圖 1)，值得加以介紹。Kelley 與 Knowles 認為大多數的 STEM 內容都可建立在情境認知理論(situated cognition theory)上，這個理論基礎的概念在於理解知識與技能與如何應用該知識與技能本身是同等重要。情境認知理論認為脈絡(包括學習活動中的肢體與社會元素)，在學習過程中佔有非常重要的地位(Putnam and Borko,2000)。當學習建立在脈絡的基礎時，學習與現實世界是有聯結的，這也是 STEM 的基本精神所在，例如當考慮進行 STEM 學習時，工程設計就可以作為情境脈絡與學習平台。在圖 1 中的四個動滑輪組共同抬著一項重物，即所謂的”情境式 STEM 學習”，由於動滑輪組所產生的機械效益而讓重物更容易被抬起。在這個概念架構圖中，將情境式學習與工程設計、科學探究、技學素養與數學思考聯結成為一個系統，系統中的每個滑輪則是以一條共同的線來牽引，這條共同的線即所謂的”社區實踐”(community of practice)。工程設計在 STEM 內容中可以扮演整合者(integrator)的角色(NRC,2012)，它也具備培養學生解決問題的功能(Barnett and Hodson,2001)；科學探索則是要利用科學實務工作來訓練學生能像科學家一樣思考、行動、

發問、形成假設與進行調查，然而探索本位的方法須要具備較高階的知識和師生更大的投入；技學術養則是要在 STEM 內容中，教導學生了解科技對於文化、社會與經濟可能帶來的正面或負面的影響 (ITEA,2007)；許多研究證實將數學內容統整於 STEM 課程中，學生會有較高的學習動機與成就表現 (Tillman et al.,2014)。

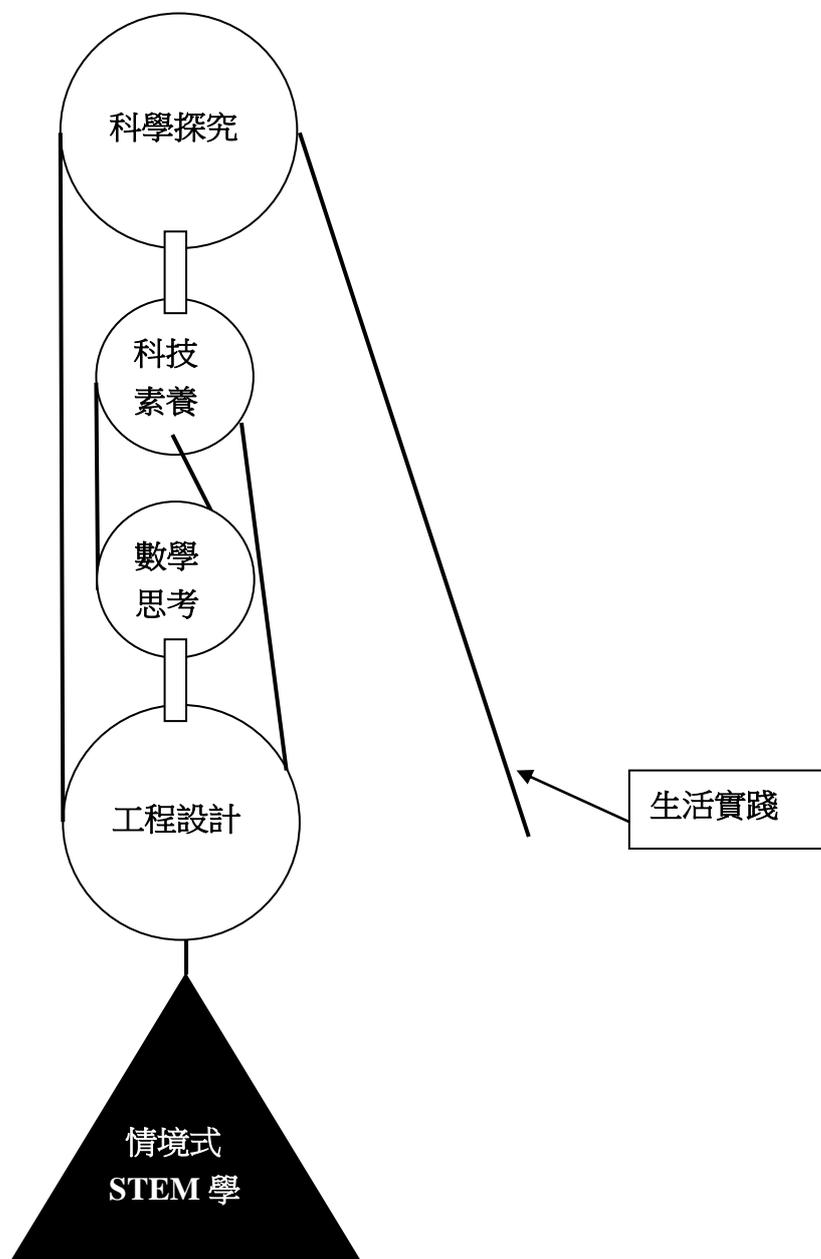


圖 1 STEM 學習之概念架構圖

Kelley 與 Knowles 認為大多數的 STEM 內容都可建立在情境認知理論(situated cognition theory)上，這個理論基礎的概念在於理解知識與技能與如何應用該知識與技能本身是同等重要。情境認知理論認為脈絡(包括學習活動中的肢體與社會元素)，在學習過程中佔有非常重要的地位(Putnam and

Borko,2000)。

當學習建立在脈絡的基礎時，學習與現實世界是有聯結的，這也是 STEM 的基本精神所在，例如當考慮進行 STEM 學習時，工程設計就可以作為情境脈絡與學習平台。在圖 1 中的四個動滑輪組共同抬著一項重物，即所謂的”情境式 STEM 學習”，由於動滑輪組所產生的機械效益而讓重物更容易被抬起。在這個概念架構圖中，將情境式學習與工程設計、科學探究、技學素養與數學思考聯結成為一個系統，系統中的每個滑輪則是以一條共同的線來牽引，這條共同的線即所謂的”社區實踐”(community of practice)。工程設計在 STEM 內容中可以扮演整合者(integrator)的角色(NRC,2012)，它也具備培養學生解決問題的功能(Barnett and Hodson,2001)；科學探索則是要利用科學實務工作來訓練學生能像科學家一樣思考、行動、發問、形成假設與進行調查，然而探索本位的方法須要具備較高階的知識和師生更大的投入；技學術養則是要在 STEM 內容中，教導學生了解科技對於文化、社會與經濟可能帶來的正面或負面的影響(ITEA,2007)；許多研究證實將數學內容統整於 STEM 課程中，學生會有較高的學習動機與成就表現(Tillman et al.,2014)。

Kelley 與 Knowles 並沒有主張在每個 STEM 教材內容中，都必須要涵蓋這四個領域，但如何將這複雜的動滑輪和諧的運作以發揮最大的機械效益，則是值得每位教師認真思考的課題。放眼國際，諸多先進國家亦設有科技領域，強調科學、科技、工程、數學及設計等學科知識的整合運用，藉由強化學科間知識的連結性，來協助學生理解科學與工程的關連。因此國內在 108 課綱中透過科技領域的設立，將科技與工程之內涵納入科技領域之課程規劃，藉以強化學生的動手實作及跨學科，如科學、科技、工程、數學 (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) 等知識整合運用的能力，應是此次十二年國民基本教育課程綱要研修的重要亮點(國家教育研究院,2016)。然而可惜的是，儘管此次課程綱的納入科技領域之課程規劃，但有關科技領域中之性別意識問題卻付之闕如，這也是主持人擬提出此項計畫的主要因素之一。對於如何吸引女生對於 STEM 領域產生學習興趣，美國 STEM 課程設計專家 Anne Jolly(2017)提出以下幾項建議，頗值得參考：

- 從小建立對 STEM 內容的學習興趣。
- 透過指導老師與角色榜樣讓女生樂於進入 STEM 領域。
- 提供時間與空間讓女生可投入 STEM 學習。
- 強調 STEM 課程在改善實際生活問題上的潛能。
- 建立女生的自信心。
- 對投入 STEM 學習的女生給與持續的肯定。

- 讓女生有更多接觸 STEM 領域環境的機會。
- 引導女生進行生涯發展。
- 反駁在 STEM 領域上之性別偏見

樂高機器人與 STEM 教育:

過去十年來，無論從幼稚園到中學，在學習科學、數學、科技、資訊或其他跨學科領域學習時，機器人總是被老師或研究者用來做為發展認知與社會技能的一項重要工具，由於它可提供手動或其他互動方式的特性，總是能吸引學生的學習興趣與好奇心(Sklar,Parsons,Azhar,and Andrewlevich,2006)。相關研究(例如 Bologh,2008; Eguchi and Reyes,2008)指出各級學校教師運用教育機器人於教學實務的比例仍持續成長當中，自然也會對科學與科技領域的教學產生本質上的改變。近年來，致力於強化使用者與教育機器人互動功能的介面也不斷推陳出新，因此在可預見的將來，機器人在教育現場上仍將扮演非常重要的角色(Alimisis,2013)。Benitti(2012)的研究發現機器人對於不同學科(例如物理、數學、工程、資訊與其他學科)的學習確實有其潛在的影響力，包括認知、後設認知、創造思考、下決定、解決問題、溝通能力與團隊合作等 21 世紀所需之技能。Eguchi(2014)認為透過手腦並用的實際體驗過程，利用機器人作為一種學習輔具，提供寓教於樂的學習情境，確實會促進學習者的學習動機。Detsikas 與 Alimisis(2011) 的研究也證實學童在參與有機器人共學的主題式課程時，會表現出更高的學習動機。Altin 與 Pedaste(2013)提出可以利用機器人來進行發現學習(discovery learning)、合作學習(collaborative learning)、問題解決(problem solving)與計畫本位學習(project-based learning)，但他們認為在採用這些方法時，必須從新調整修正以便更能適合現代社會脈絡下使用。Mikropoulos 與 Bellou(2013)則利用機器人作為一種心智工具(MindTool)，他們進行了物理和程式設計兩個個案研究，透過虛擬與真實的情境，當面對認知衝突時，則運用反思與合作手段在做中學，結果顯示可以利用機器人來作為一種心智工具，達到幫助學習者建構知識的目的。總體而言，機器人在教育學習上，主要是在語言、科學與科技領域，可扮演教學者、輔具或同伴的角色(Mubin et al.,2013)。STEM 教育則又恰好符合前述所提之各項特徵，因此近年來不論國內外，利用機器人來進行 STEM 教育者時有所見(例如 Sergejev et al.,2015;汪殿杰,2013)。

教育機器人背後的主要理論是建構主義，正如 Piaget 的主張，透過操作是兒童建構知識的關鍵(Papert,1993)，教育者的角色是提供可讓學童親自探索而建構自身知識的機會，教育機器人創造了一種可與學童互動的情境並與其共同面對真實世界的各項問題(Williams, Ma, and Prejean,2010)。根據 Brandt 與 Colton(2008)指出樂高機器人之所以適合在教育情境中使用的原因是:

- 多功能:系統允許學生使用事先規劃好之程式來進行設計與製作，並可以很方便的與他人分享

程式，樂高磚可重複使用及程式易於檢驗又不需特別技術。

- 學生喜愛:學生可以在組合過程中很容易獲得手腦並用的經驗，一旦成功完成動態機器人的組合，可得到立即成就感之回饋。
- 具特色:樂高機器人包括所有必要的組件，包括傳感器、馬達和可編程器件，可以設計成各種不同形式的機器人。本計畫係採用 Lego EV3 進行活動設計。

活動目標與規劃設計：

活動目標：

本計畫之目標乃是配合 108 課綱中有關科技領域課程規劃中之亮點--強化學生的動手實作及 STEM 學科知識整合運用之能力，將以樂高機器人作為輔教，運用認知心理學與學習心理學理論基礎，設計適合不同階段別(包括國中與國小)女生參與學習之 STEM 領域科學活動，進而促進國中小學女生學習科學的興趣動機，尤其也特別關注偏遠與離島地區國中小女學生之受教權。

對象：

- (1). 國小五六年級女生
- (2). 國中七年級女生

舉辦方式：

- (1). 台中地區以假日科學營方式進行
- (2). 金門地區因交通問題，則在暑假期間以科學營方式進行。

活動內容：

主題式 STEM 課程活動內容包括:元件控制、程式設計、模型與機械設備組裝、任務闖關、機器人操作競賽等，在過程中融入力學概念、基本程式設計、數學測量與幾何應用及邏輯思考等原理與技術，強化學生的動手實作及 STEM 學科知識整合運用之能力，並藉設計個人化玩偶而促進國中女生對科學學習之興趣。

結果與討論

活動成果：

本活動於 107 年 8/22, 8/23 於金門縣立金寧國中，8/24 於金門縣立金寧國中配合國中新生訓練活動舉

辦了三場樂高機器人科學營，參與學生合計 61 名(女生 31 名，男生 30 名)。活動內容安排頗受學生喜愛，活動成果也被當地金門日報以顯著篇幅報導，報導內容如下：

『烈嶼國中辦理 107 年新生訓練，新鮮人體驗樂高機器人，透過「動手做，做中學」的學習模式，以實作引導新生學習機器人科學之基礎知識，啟發出學子對科學知識的興趣。校長林永進表示，108 學年度即將上路的新課綱，將「資訊科技」與「生活科技」列為國中必修科目，每個孩子都有機會能夠透過程式設計與科技獲得成功的機會，因此，自 107 學年起，學校課程規劃中亦開始運行資訊與生活科技，從基礎到進階，一步一步的引導學生，引入 STEM 教育理念，強調科學、科技、工程、數學四大領域的整合性及共通性，透過課程活動理解各種觀念後，統合並解決問題的能力，讓科技向下扎根，讓實作探究與創意向上提升。科技的發展同時也帶動教育現場的改革，烈嶼國中推展程式設計教育讓科技扎根，將「LEGO 樂高積木機器人」結合新生訓練營隊，由國立中興大學師培中心許健將教授帶領的團隊抵金指導，系統化的課程讓烈中學子不斷地用眼看、用手做、動腦想，做中學，透過理解和編寫程式邏輯，主動嘗試設計及改良機器人，觀察細節及問題，尋求更佳解決方法，引導學生找尋解答過程中培養能力和自信心，也是未來在各專業領域所需要且應能運用自如的能力。中興大學許健將教授與其團隊推動科學、科技教育已有數年，106 年通過科技部補助「女性科技人才培育之科學活動與出版計畫」，以「運用樂高機器人為輔具以提升中小學女生對 STEM 領域學習之興趣」為主題，透過組裝與程式操作、樂高機器人任務解題，都帶給學生動手做的熱潮，也讓學生親自體驗到實作的樂趣。除了烈嶼國中，也同時推廣至金寧中小學的新生訓練，同時留下 Brain GO 自走車給兩校教師研發相關課程，增進資訊科技素養，除了符應 108 課綱的改變，激發學生學習興趣、並強調高層思考能力、培養團隊合作精神。亦讓全體教師透過 Brain Go 智能車教師工作坊，配合十二年國民基本教育課程發展，落實科技領域課綱規劃，透過資訊科技運算思維，有效解決生活與學習問題，並以團隊合作的方式進行資訊科技創作。烈中教務主任周華玲認為，傳統程式設計的環境門檻很高，不容易上手，隨著各模組化圖控程式的出現，應用簡易又有趣的圖形化語言程式撰寫指令，便可使 Brain GO 自走車做出各式動作，現場教師不論專長科目皆可順利上手。』(錄自金門日報全球資訊網 107/09/03)



(照片 1 與烈嶼國中校長及參與學生合影)



(照片 2 烈嶼國中學生聆聽校長對本活動的介紹)

本活動於 107 年 9/8, 9/15 及 9/22 於台中市大明高中舉辦三場樂高機器人科學營，合計有 80 名來自於台中市各國小的五六年級女生參與。



(照片 3 9/8 日於大明高中展開台中地區科學營活動)



(照片 4 與參與科學營活動之師生大合照)



(照片 5 參與科學營活動女生分組研究如何組裝機器人)

量化分析結果：

本活動除動手做部分外，並對參與活動之學生進行 5 點量表的前後測問卷調查，以證據本位導向的實徵研究方法，來檢驗學生在活動前與活動後有關科學學習態度上的轉變，做為推動後續相關計畫在課程與教學設計上改進，並將研究結果提供教育相關單位作為未來教育政策擬定時參考。

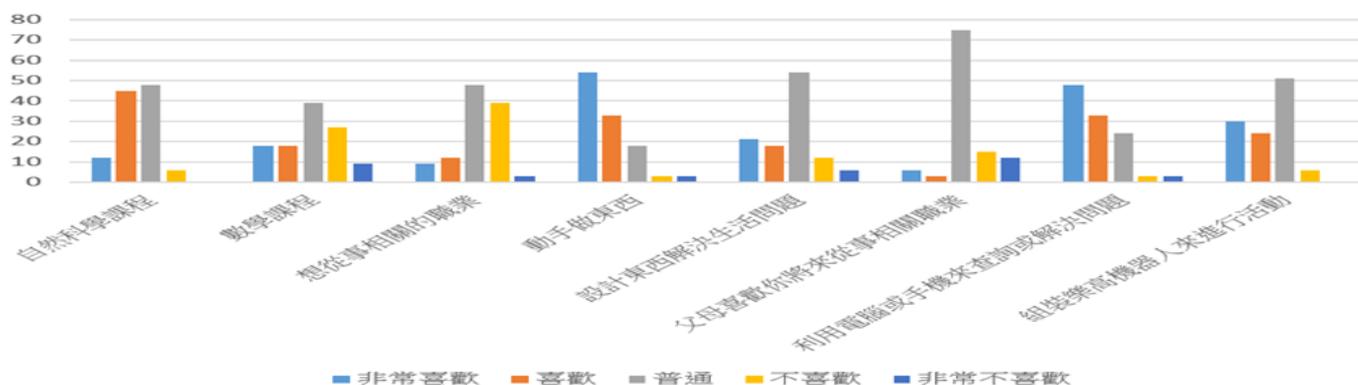


圖 2 前測統計圖

根據前測結果顯示，在參與活動前女學生對於自然(問卷第一題)與數學(問卷第二題)課程之學習興趣以回答普通者居多；對於未來是否可能投入相關自然或工程領域事業(問卷第三題)以普通和不喜歡居多；是否喜歡動手做東西(問卷第四題)則是以非常喜歡佔最大多數；設計事物來解決生活上遇到的問題(問卷第五題)以普通居多；父母是否希望自己未來從事自然或工程領域事業(問卷第六題)以普通佔最大多數；利用電腦或手機查詢生活上遇見的問題(問卷第七題)以非常喜歡佔多數；是否喜歡組裝樂高機器人(問卷第八題)以普通居多。

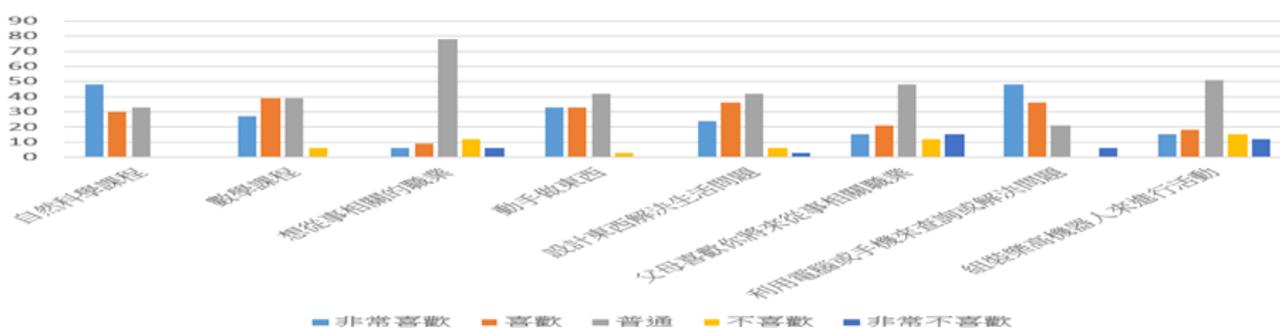


圖 3 後測統計圖

經過科學營後，表示非常喜歡自然科學的人數明顯增加(問卷第一題)；表示喜歡數學的人數也有增加

(問卷第二題)；對於未來是否可能投入相關自然或工程領域事業(問卷第三題)表示不喜歡的人數明顯下降；是否喜歡動手做東西(問卷第四題)則是不喜歡與非常不喜歡的人數減少；設計事物來解決生活上遇到的問題(問卷第五題)也是不喜歡與非常不喜歡的人數減少；父母是否希望自己未來從事自然或工程領域事業(問卷第六題)表示非常喜歡自然科學的人數明顯增加；利用電腦或手機查詢生活上遇見的問題(問卷第七題)仍以非常喜歡佔多數；寫程式並不困難(問卷第八題)則以普通居多。

表 1 前後測平均數 t 檢驗結果

題目	F 值	P 值	顯著性
1. 對於學校自然學科興趣	27.65	3.42E-07	V
2. 對於學校數學學科興趣	25.43	9.57E-07	V
3. 未來可能投入自然或工程領域事業	0.86	0.35	
4. 喜歡動手做	6.68	0.01	V
5. 設計事物來解決生活上遇到的問題	5.59	0.02	V
6. 父母希望自己未來從事自然或工程領域事業	4.55	0.03	V
7. 利用電腦或手機查詢生活上遇見的問題	8.07E-9	0.94	

根據表 1 的結果顯示，女學生在經過樂高機器人科學營活動後，對於自然與數學學科的喜愛程度、動

手做的部分與設計事物來解決生活上遇到的問題等項在統計上都有明顯的改變與提升；而在利用電腦或手機查詢生活上遇見的問題上則未在統計上顯現差異。對於自己未來是否可能投入自然或工程領域事業，在前後測的結果並未顯現統計上的差異，然而在父母希望自己未來從事自然或工程領域事業的問題上卻呈現出統計上的差異，這個有趣的結果值得繼續深入探討其背後可能的因素。

結論與建議

經過執行此研究計畫後發現，若教師對於科學學習中性別意識、STEM 內容知識與教學內容知識及樂高機器人在 STEM 課程中所能扮演之角色與功能有更深切的認知與具備相關之素養，則在未來推動 108 課綱中有關科技領域課程時應該可以明顯提升其教學成效，讓更多學子受惠。因此建議未來可舉辦職前與在職教師運用樂高機器人設計相關 STEM 領域教學活動暨促進重視科學學習之性別意識知能研習會，希冀透過此研習活動，讓更廣大的教師能具備相關素養，以提升中小學女生其解決問題、批判思考與團隊合作等因應未來社會所需之能力，並促進擺脫科學中的性別刻板印象，進而吸引更多的女生能在未來投入科學研究與從事科技事業。

最後，感謝科技部對於本計畫經費之支持，讓本計畫能順利推動與完成。

參考文獻：

汪殿杰(2013)。STEM 教學模式實力推廣：機構創意時作教學 PPT.

<http://otecs.ntnu.edu.tw/ntnutecs/images/customerFile/psls/web102/data/index-14-8-2.pdf>

國家教育研究院(2016)。十二年國民基本教育課程綱要：科技領域(草案)。 http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/92/pta_10229_131308_94274.pdf

Alimisis, D.(2013). Educational robotics: New challenges and trends, *Themes in Science and Technology Education*, 6, 63-71, 2013.

Altin .H & Pedaste,M.(2013). Learning approaches to applying robotics in science education, *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365-377.

Barnett, J., & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426–453.

Balogh, R.(2008).Basic activities with the Boe-Bot mobile robot, in *Proc. Conference DidInfo*, FPV UMB, Banská Bystrica, Slovakia.

Benitti,F.B.V.(2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic

- review, *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Brandt, A.M. & Colton, M.B. (2008). Toys in the classroom: LEGO mindstorms as an educational haptics platform, in *Proc. Haptic Interfaces for Virtual Environment and Tele Operator Systems Conference*, 2008, 389-395, IEEE.
- Breiner, J., Harkness, M., Johnson, C. C., & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.
- Chetty, J. (2015). Lego© mindstorms: Merely a toy or a powerful pedagogical tool for learning computer programming? in *Proc. the 38th Australasian Computer Science Conference (ACSC 2015)*, p.30.
- Detsikas, N & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools, in *Proc. the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*, pp. 1-12, Bratislava: Comenius University.
- English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8.
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills, *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 5-11.
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. Canada: Douglas & McIntyre Ltd.
- Hoachlander, G., & Yanofsky, D. (2011). Making STEM real: by infusing core academics with rigorous real-world work, linked learning pathways prepare students for both college and career. *Educational Leadership*, 68(3), 60–65.
- International Technology Education Association. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston: Author.
- Jolly, A. (2017). *STEM by Design: strategies and activities for grades 4-8*. London: Routledge.
- Kelley, T.R., & Knowles, J.R. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*. 3-12.
- Kennedy, T., & Odell, M. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.
- Mikropoulos, T.A. & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools, *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 5–14.

- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35–60). West Lafayette: Purdue University Press.
- Mubin, C. J., Stevens, S., Shahid, A., Mahmud, A & Dong, J.J.(2013). A review of the applicability of robots in education, *Technology for Education and Learning*, 1-7.
- Nadelson, L., Seifert, A., Moll, A., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: an integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69–83.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies Press.
- OECD (2016), PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Papert, S.(1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, NY, New York: Basic Books.
- Piaget, J.(1971). *Genetic Epistemology*, New York: W.W. Norton.
- Papert, S.(1993).*Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, NY, New York: Basic Books.
- Putnam, R., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4–15.
- Sklar, E., Parsons, S., Azhar, M.Q., & Andrewlevich, V.(2006). Educational robotics in Brooklyn (short version), in *Proc. the AAAI Mobile Robot Workshop*.
- Sergeyev, A., Alaraje, N., Kuhl, S., Meyer, M., Kinney, M., & Highum, M(2015). Innovative curriculum model development in robotics education to meet 21st century workforce needs, in *Proc. the 2015 ASEE Zone III Conference, Springfield, Missouri, US*.
- Thomas, B., & Watters, J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45(November 2015), 42–53.
- Tillman, D., An, S., Cohen, J., Kjellstrom, W., & Boren, R. (2014). Exploring wind power: improving mathematical thinking through digital fabrication. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 23(4), 401–421.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13.

Williams,D., Ma,Y., & Prejean,L.(2010). A preliminary study exploring the use of fictional narrative in robotics activities, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*,29(1), 51-71.

106年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：許健將			計畫編號：106-2630-S-005-001-				
計畫名稱：運用樂高機器人為輔具以提升中小學女生對STEM領域學習之興趣							
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文		0	篇		
		研討會論文		0			
		專書		0	本		
		專書論文		0	章		
		技術報告		1	篇	科技部專題研究成果報告 名稱：運用樂高機器人為輔具以提升中小學女生對STEM領域學習之興趣 計畫編號：106-2630-S-005-001-	
		其他		0	篇		
	智慧財產權及成果	專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
		其他		0			
	技術移轉	件數		0	件		
		收入		0	千元		
	國外	學術性論文	期刊論文		0	篇	
			研討會論文		0		
專書			0	本			
專書論文			0	章			
技術報告			0	篇			
其他			0	篇			
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			

		著作權	0		
		品種權	0		
		其他	0		
	技術移轉	件數	0	件	
		收入	0	千元	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	兩位中興大學教師專業發展研究所碩士班在學研究生劉福荳與周東彥參與執行相關樂高機器人推廣活動
		碩士生	2		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)		<p>本推廣活動之成果受到金門日報顯著報導，如下：</p> <p>烈嶼國中辦理107年新生訓練，新鮮人體驗樂高機器人，透過「動手做，做中學」的學習模式，以實作引導新生學習機器人科學之基礎知識，啟發出學子對科學知識的興趣。</p> <p>校長林永進表示，108學年度即將上路的新課綱，將「資訊科技」與「生活科技」列為國中必修科目，每個孩子都有機會能夠透過程式設計與科技獲得成功的機會，因此，自107學年起，學校課程規劃中亦開始運行資訊與生活科技，從基礎到進階，一步一步的引導學生，引入STEM教育理念，強調科學、科技、工程、數學四大領域的整合性及共通性，透過課程活動理解各種觀念後，統合並解決問題的能力，讓科技向下扎根，讓實作探究與創意向上提升。</p> <p>科技的發展同時也帶動教育現場的改革，烈嶼國中推展程式設計教育讓科技扎根，將「LEGO樂高積木機器人」結合新生訓練營隊，由國立中興大學師培中心許健將教授帶領的團隊抵金指導，系統化的課程讓烈中學子不斷地用眼看、用手做、動腦想，做中學，透過理解和編寫程式邏輯，主動嘗試設計及改良機器人，觀察細節及問題，尋求更佳的解決方法，引導學生找尋解答過程中培養能力和自信心，也是未來在各專業領域所需要且應能運用自如的能力。</p> <p>中興大學許健將教授與其團隊推動科學、科技教育已有數年，106年通過科技部補助「女性科技人才培育之科學活動與出版計畫」，以「運用樂高機器人為輔具以提升中小學女生對STEM領域學習之興趣」為主題，透過組裝與程式操作、樂高機器人任務解題，都帶給學生動手做的熱潮，也讓學生親自體驗到實作的樂趣。除了烈嶼國中，也同時推廣至金寧中小學的新生訓練，同時留下Brain GO自走</p>			

車給兩校教師研發相關課程，增進資訊科技素養，除了符合108課綱的改變，激發學生學習興趣、並強調高層思考能力、培養團隊合作精神。亦讓全體教師透過Brain Go智能車教師工作坊，配合十二年國民基本教育課程發展，落實科技領域課綱規劃，透過資訊科技運算思維，有效解決生活與學習問題，並以團隊合作的方式進行資訊科技創作。

烈中教務主任周華玲認為，傳統程式設計的環境門檻很高，不容易上手，隨著各模組化圖控程式的出現，應用簡易又有趣的圖形化語言程式撰寫指令，便可使Brain GO自走車做出各式動作，現場教師不論專長科目皆可順利上手。

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 國 合 司 計 畫 加 填 項 目	測驗工具（含質性與量性）	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	1	完成適合國小五六年級及國中一年級使用之樂高機器人教材一件
	舉辦之活動/競賽	6	台中地區三場:9/8, 9/15, 9/22 金門地區三場:8/22, 8/23, 8/24
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	111	台中地區國小學生80人 金門地區國中生31人

科技部補助專題研究計畫成果自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現（簡要敘述成果是否具有政策應用參考價值及具影響公共利益之重大發現）或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形（請於其他欄註明專利及技轉之證號、合約、申請及洽談等詳細資訊）

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以200字為限）

本計畫係屬於科學活動推廣性質，執行成果受到台中地區與金門地區中小學的肯定，另外金門日報對本活動亦有相當篇幅之專題報導。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性，以500字為限）

本計畫之目的乃是以樂高機器人作為教具，設計相關STEM領域之科學活動，藉以促進國內中小學女生學習科學的興趣。本計畫主要的內涵是：以樂高機器人作為教具，設計適合不同階段別（包括國中與國小）女生之STEM領域科學活動，本計畫特別關注偏鄉與離島女學生在科學學習上之限制，透過此計畫的推動，在縮小城鄉學習資源差距上做出貢獻，達成教育公平性之實踐。透過參與式觀察、問卷調查以證據本位導向的實徵研究方法，來檢驗「性別」議題在有關科學學習上的差異性，以提供未來在課程與教學設計上之參考。本計畫所辦理之相關活動頗受學生們之喜愛，對於提升女生科學學習興趣也有達到實質之功效，對於縮短城鄉科學學習資源之差距亦做出貢獻，活動成果也受到台中地區與金門地區中小學的肯定，金門日報對本活動亦有相當篇幅之專題報導。

4. 主要發現

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關福建省政府,金門縣政府,

(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)

本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

說明：(以150字為限)

經過本研究活動的執行發現，金門地區中小學的科學教育非常的落實，尤其是幾位自然領域輔導團的師長們更是盡心盡力協助金門地區中小學的科學教育活動，令人印象深刻。建議教育部可提供相關資源與人力，協助其發展具金門在地化特色之科學教材，以做為偏鄉地區教師發展科學素材之參考。