

科技部補助專題研究計畫報告

STEM 超級女力崛起營

報告類別：精簡報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 109-2629-H-007-002-
執行期間：109年08月01日至110年10月31日
執行單位：國立清華大學數理教育研究所

計畫主持人：王姿陵
共同主持人：王健家

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：呂祖寧
碩士班研究生-兼任助理：張享驊
碩士班研究生-兼任助理：曾凱群
碩士班研究生-兼任助理：林佳瑩
大專生-兼任助理：馬崇賢

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關
(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

中華民國 111 年 01 月 28 日

中文摘要：本計畫主要以「STEM師資培訓」及「到校推廣STEM活動」兩種方式來推廣STEM教育。本計畫招募30位國中、國小教師參加12場共36小時的工作坊，使能設計優質的STEM動手做活動，也能到國中、國小進行STEM教育推廣。另外，也招募新竹市、新竹縣、台中市地區的國中、國小女學生參與本計畫，以「STEM課後營」和「STEM暑假營」到校進行教學，分別招募2所國中和5所國小參與此計畫，共計455人次。為了深化STEM活動對女學生的影響，在每所學校進行2至5場的STEM活動。本計畫共進行12個STEM活動包含塗鴉機器人變身涼風扇、變色龍APP、六足仿生獸、風力發電與智能小燈、搖搖鼠、抖抖機器人、望遠鏡製作、瓦力步進機器人、自動泡泡機、遙控車、自動酒精噴灑器和避障掃地機器人。這些STEM活動具有議題生活化、動手做、探究學習、學科整合的特色。本計畫使用「STEM內容和職業興趣量表」以評估STEM活動對女學生在STEM內容和職業興趣的影響。依據學生在此量表的前後測分數進行成對樣本t-test以檢定STEM活動是否能顯著提升學生在STEM內容和職業興趣。本研究結果顯示STEM活動能顯著提升國中和國小女學生對STEM學科內容的興趣及對STEM職業的興趣。

中文關鍵詞：STEM教育、STEM性別差異、STEM內容和職業興趣

英文摘要：In this study, two ways including STEM teacher training and STEM activities coming to schools were used to popularize STEM education. This study recruited 30 middle school and elementary school teachers to attend twelve workshops, a total of 36 hours. These workshops not only enable teachers to develop high quality STEM lesson plans, but also to popularize STEM education. Additionally, this study recruited female students from the areas of Hsinchu and Taichung to attend the “STEM super girl power up camp”. We offered “after school STEM camps” or “summer STEM camps” for these participants. Specifically, we recruited 455 female students from 2 secondary schools and 5 primary schools to participate in this study. To deepen the impact of STEM activities on female students, we conducted 2 to 5 STEM sessions in each school. This project conducted a total of 12 STEM activities, including Graffiti Robot Transforming into Cool Fan, Chameleon APP, Hexapod Bionic Beast, Wind Power and Smart Lights, Shaking Mouse, Shaking Robot, Telescope Making, Wall-E Step Robot, Automatic Bubble machine, remote control car, automatic alcohol sprayer, and obstacle avoidance sweeping robot. These STEM activities have the characteristics of real-world issues, hands-on, inquiry learning, and interdisciplinary. This project used the STEM Content and Career Interest Scale to assess the impact of STEM activities on female students’ STEM content and career interests. A paired sample t-test was conducted based on students’ pre- and post-test scores on this scale to test whether STEM activities can

significantly improve students' interest in STEM content and careers. The results of this study showed that STEM activities can significantly increase the interest in STEM subject content and interest in STEM careers among middle and elementary school girls.

英文關鍵詞：STEM education, STEM gender gap, interest in STEM content and careers

一、前言

STEM 教育能培養批判思考者，提升科學素養，而且能使下一代成為創新者。創新導致新產品和過程以支撐經濟(National Inventors Hall of Fame, 2020)。研究已經指出 STEM 概念可以支持下一代發展為批判思考者、合作者、問題解決者，然而研究發現在 STEM 有性別差異，研究進一步顯示不止學生在高等教育的主修選擇有性別差異，甚至工作領域也有這種趨勢。在 STEM 特有領域，像工程領域、科學領域、數學領域、科技領域，男性仍然佔有較多的工作職缺(Crawford, 2012)。女性比男性較不可能畢業於 STEM 學位或進入 STEM 職業。因此，女性比男性較少從事 STEM 職業(Reinking & Martin, 2018)。台灣兩性受教育比例均等，但女性參與科學比例極低，所謂「男理工、女人文」現象確實存在。2020 年科技部以「投入科學，不分性別！」口號，敲響「211 國際女性科學日」系列活動，希望向下扎根，鼓勵更多女學生親近科學，進而對科學產生興趣，將來有機會投入科研領域或從事科技相關工作。STEM 教育在國內外掀起一波熱潮，相關議題不僅在正式教育場域受到重視，許多非正式教育場域也熱烈規劃 STEM 營隊、課程和教具，從幼稚園到大學階段 STEM 教育都受到高度關注。無論東西方，女性普遍對於 STEM 等科學技術領域的參與程度較男性低。從台灣推動 STEM 教育現況來看，台灣的 STEM 教育在正式教育和非正式教育的場域有一些具體實施成果，然而仍有許多待改善的問題，例如：缺乏有系統的規劃和推動 STEM 教育的目標；缺乏有系統的 STEM 教育師資培育；缺乏多元、彈性的優質 STEM 課程或教學活動（林坤誼，2018）。

二、研究目的

本計畫將在國立清華大學舉辦「STEM動手做活動設計工作坊」，目的在培養專業的STEM教育種子教師，使能設計優質的STEM動手做活動，也能到國中、國小進行STEM教育推廣；另外，也將在新竹和台中地區的國中、國小招募女學生，以STEM課後營和STEM暑假營進行一系列STEM動手做活動，目的在培養女學生創意、探究能力、問題解決能力和激發女學生未來選擇STEM學位和進入STEM職業的興趣。

三、文獻探討

STEM 代表科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)和數學(Mathematics)。STEM 遍及我們生活的每個部份，科學充斥在我們世界的每個地方；科技持續擴展在我們生活的每個部份；工程用在道路和橋樑的基本設計，也用在處理全球氣候改變和環境改變的挑戰；數學用在我們生活的每種工作和活動。STEM 教育在國內外掀起一波熱潮，相關議題不僅在正式教育場域受到重視，許多非正式教育場域也熱烈規劃 STEM 營隊、課程和教具。從幼稚園到大學階段 STEM 教育都受到高度關注（林坤誼，2018）。

STEM 教育是整合、跨領域的學習方式，能提供學生動手做和相關的學習經驗(Wells, 2016)。STEM 教與學不僅是知識傳遞，主要著重在藉由和生活相關議題的動手做活動以讓學生參與學習，且幫助學生發展各種技能，包括創造力和 21 世紀技能。21 世紀技能包含媒體和科技素養、生產力、社會技能、溝通、彈性和主動性。其他經由 STEM 教育獲得的技能包含問題解決、批判思考、創造力、做決定、領導、創業、接受失敗。這些技能最終能應用在學校、工作場所、社區和全球經濟，也對培養學生創新大有幫助。創新的思考者有潛力改變世界。要培養今日的孩童變成明日的創新者要從 STEM 教育開始。假日營隊、課後活動、創客基地都能提供學生機會從事動手做活動以發展創新思維。總之，STEM 教育能培養批判思考

者，提升科學素養，而且能使下一代成為創新者。創新導致新產品和過程以支撐經濟(National Inventors Hall of Fame, 2020)。

研究已經指出 STEM 概念可以支持下一代發展為批判思考者、合作者、問題解決者。然而研究發現在 STEM 概念有性別差異。研究進一步顯示不止學生在高等教育的主修選擇有性別差異，甚至工作領域也有這種趨勢。在 STEM 特有領域，像工程領域、科學領域、數學領域、科技領域，男性仍然佔有較多的工作職缺(Crawford, 2012)。其中有關 STEM 概念的主要批評為學生畢業於 STEM 學位和進入相關職業有性別差異，研究顯示女性比男性較不可能畢業於 STEM 學位或進入 STEM 職業。另外，由於大眾認同的社會現象是促使男性向 STEM 相關領域邁進，而不鼓勵女性。在孩童時就開始排擠女孩，年輕女孩被從科學和數學推開而鼓勵接受以照顧為主的工作。不好的慣例經由教育和工作場所持續著，女性在 STEM 大學主修和公司均被歧視。因此，女性比男性較少從事 STEM 職業(Reinking & Martin, 2018)。

許多彌平 STEM 領域性別差異的支持者指出，性別差異不僅反應不公平的環境和女性在 STEM 領域的較差待遇，也降低在這些領域的工作品質和創新。他們主張科學進步依賴獨特的解決方案，而這些獨特的解決方案是來自多元的觀點，而且彌平性別差異和讓 STEM 領域更多元將幫助明日科學家能從種種不同的觀點來處理問題。在美國 STEM 領域工作的女性和其他商業領袖已經開始推動一種運動在讓女學生參與科學、科技、工程和數學。例如，一個名為“Girls”公司(2016)，在發展女孩科學、科技、工程和數學 (STEM) 技能的熱誠。經由動手做活動，女孩探索、提問、執著和解決問題，且經由和追求 STEM 職業的男性和女性互動，女孩會開始覺得這些 STEM 職業對他們而言是令人興奮和明智的選擇。這些運動是有效改變的一種方式，教育者也能經由教學策略和課程造成影響。教師能鼓勵女孩、教師能讓女孩參與進來，而且教師能確保女孩追求 STEM 相關職業。

發展一個非制式 STEM 的學習環境，學生會有較少的壓力。非制式學習環境像 STEM 課後營或 STEM 暑假營，沒有考試成績壓力，讓女孩把探究 STEM 活動當成興趣或嗜好。Dasgupta 和 Stout (2014)建議以 STEM 課後營增加女孩接觸 STEM 的機會，讓女孩經由動手做活動去探討科學和科技。有一個研究在探討女孩參加 STEM 課後營的影響，研究結果顯示參與此 STEM 課後營後比參與此 STEM 課後營前，增加兩倍的女孩成為工程師(Mosatche, Matloff-Nieves, Kekelis, & Lawner, 2013)。

從台灣推動 STEM 教育現況來看，台灣的 STEM 教育在正式教育和非正式教育的場域有一些具體實施成果，然而仍有許多待改善的問題，例如：缺乏有系統的規劃和推動 STEM 教育的目標；缺乏有系統的 STEM 教育師資培育；缺乏多元、彈性的優質 STEM 課程或教學活動 (林坤誼，2018)。

四、研究方法

1. 舉辦工作坊

- 招募國中、國小在職教師和職前教師共 30 人參加「STEM 動手做活動設計工作坊」。
- 工作坊內容包含 STEM 教育專家講座和 STEM 動手做活動設計。
- 工作坊的目標在培養專業的 STEM 教育種子教師使能設計優質的 STEM 動手做活動，也能到國中、國小進行 STEM 教育推廣。

2. 到校進行 STEM 營隊

- 招募新竹市、新竹縣、台中市地區的國中、國小女學生參與「STEM 超級女力崛起營」，STEM 種子教師以「STEM 課後營」和「STEM 暑假營」到校進行教學。
- STEM 營隊的目標在培養女學生的創意、探究能力、問題解決能力和激發女學生未來選擇 STEM 學位和進入 STEM 職業的興趣。

五、結果與討論（含結論與建議、執行計畫過程遇到之困難或阻礙）

（一）本計畫結果

1. STEM 活動推廣

本計畫共推廣 12 個 STEM 活動包含塗鴉機器人變身涼風扇、變色龍 APP、六足仿生獸、風力發電與智能小燈、搖搖鼠、抖抖機器人、望遠鏡製作、瓦力步進機器人、自動泡泡機、遙控車、自動酒精噴灑器和避障掃地機器人。

2. STEM 活動推廣結果

本計畫「STEM 超級女力崛起營」主要以「STEM 工作坊師資培訓」及「到校推廣 STEM 活動」兩種方式來推廣 STEM 教育，結果說明如下：

（1）STEM 工作坊師資培訓（見表 1）

- 招募國中、國小在職教師和職前教師共 30 人參加「STEM 動手做活動設計工作坊」12 場，1 場 3 小時，共 36 小時，累計 360 人次。
- 工作坊內容包含 STEM 教育專家講座（5 場 15 小時）和 STEM 動手做活動設計（7 場 21 小時）。
- 舉辦地點：國立清華大學教室

（2）到校推廣 STEM 活動（見表 2）

- 招募新竹市、新竹縣、台中市地區的國中、國小女學生參與「STEM 超級女力崛起營」，以「STEM 課後營」和「STEM 暑假營」到校進行教學，在國中和國小各梯次分別舉辦 2~5 場 STEM 營隊，1 場 3 小時，共 24 場 72 小時，累計 455 人次。
- 舉辦地點：國中、國小教室和校園

表 1 STEM 工作坊師資培訓

編號	活動名稱	對象	參加日期	參加人數
1	STEM 課程設計	國中小教師與師培生	109/09/22	30
2	Reading-STEAM 之「夢溪筆談」 到國中小 STEAM 教育課程設計	國中小教師與師培生	109/09/29	30
3	STEAM 課程設計的教學案例介紹	國中小教師與師培生	109/10/06	30
4	素養導向 STEAM 創新教材教法	國中小教師與師培生	109/10/13	30
5	國中小常用的圖形化程式設計軟體介紹與實作	國中小教師與師培生	109/10/20	30
6	STEAM 專案常用微控板認識與實作	國中小教師與師培生	109/10/27	30
7	國小自然與生活科技神奇電力—小小吸塵器	國中小教師與師培生	109/11/03	30

8	衝出封鎖線	國中小教師與師培生	109/11/10	30
9	用光碟片進行的科學探究遊戲	國中小教師與師培生	109/11/17	30
10	製作機器戰鼠進行探究	國中小教師與師培生	109/11/24	30
11	STEM 初體驗－動力探究	國中小教師與師培生	109/12/01	30
12	全集中噴灑	國中小教師與師培生	109/12/08	30
			總人次	360

表 2 到校推廣 STEM 活動

編號	參加學校	對象	參加日期	參加人數
1	臺中市立大道國中	國中學生	110/09/25 上午	15
2	臺中市立大道國中	國中學生	110/09/25 下午	15
3	臺中市立大道國中	國中學生	110/09/26 上午	15
4	臺中市立大道國中	國中學生	110/09/26 下午	15
5	大肚國小、大同國小、六家國小	國小學生	110/04/14	16
6	大肚國小、大同國小、六家國小	國小學生	110/04/21	16
7	大肚國小、大同國小、六家國小	國小學生	110/04/28	16
8	大肚國小、大同國小、六家國小	國小學生	110/05/12	16
9	大肚國小、大同國小、六家國小	國小學生	110/09/25	16
10	大同國小、二重國小、上館國小	國小學生	109/10/07	19
11	大同國小、二重國小、上館國小	國小學生	109/10/14	19
12	大同國小、二重國小、上館國小	國小學生	109/10/21	19
13	大同國小、二重國小、上館國小	國小學生	109/10/28	19
14	大同國小、二重國小、上館國小	國小學生	109/11/04	19
15	新竹縣立東興國中	(竹北區國中學生)東興國中學生	110/09/17 下午 110/09/24 下午	17
16	新竹縣立東興國中	(竹北區國中學生)東興國中學生	110/09/17 下午 110/10/01 下午	17
17	新竹市虎林國小	虎林國小學生	110/05/12	25
18	新竹市虎林國小	虎林國小學生	110/09/15	26

19	新竹市虎林國小	虎林國小學生	110/09/22	26
20	新竹市虎林國小	虎林國小學生	110/09/29	26
21	新竹市虎林國小	虎林國小學生	110/10/06	26
22	新竹縣新湖國小	新湖國小學生	110/04/24	19
23	新竹縣新湖國小	新湖國小學生	110/04/25	19
24	新竹縣新湖國小	新湖國小學生	110/04/28	19
			總人次	455

(二) 本計畫成效評估

本計畫使用「STEM 內容和職業興趣量表」以評估 STEM 活動模組對女學生對 STEM 內容和職業興趣的學習成效。此量表分為兩部份計分：第一部份評估學生在科學、科技、工程、數學各學科的感受，分數越高，代表對 STEM 學科內容越有興趣；第二部份評估學生對 STEM 職業的感受，分數越高，代表對 STEM 職業越有興趣。本計畫在每梯次 STEM 活動推廣前進行前測，STEM 活動推廣後進行後測，依據學生在此量表的前後測分數進行成對樣本 t-test 以檢定 STEM 活動是否能顯著提升學生在 STEM 內容和職業興趣，本研究結果顯示本計畫所提供的「到校推廣 STEM 活動」能顯著提升國中和國小女學生對 STEM 學科內容的興趣及對 STEM 職業的興趣。根據本研究結果建議對於在 STEM 領域較弱勢的女學生、偏鄉學生或原住民學生，應該規劃一系列有系統且長期的 STEM 活動以提升這些弱勢學生對 STEM 學科內容及對 STEM 職業的興趣，進而有機會翻轉人生。

(三) 執行本計畫過程遇到之困難

1. 在進行到校推廣 STEM 活動，原先規劃每校進行5場 STEM 活動，但因實務上部分學校時間安排不易、冠狀病毒(COVID-19)疫情反覆、每個 STEM 活動難易不同，因此，彈性調整為每校進行2場~5場 STEM 活動。
2. 到校推廣 STEM 活動，原先規劃在週三或暑假進行，然而依據實際進行 STEM 活動推廣的經驗，發現除了週三下午和暑假，週末時間也適合推廣 STEM 活動，因此本次計畫調整為週三、週末和暑假。

參考文獻

- 林坤誼 (2019)。STEM 教育在台灣推行的現況與省思。《青年研究學報》，21 (1)，1-9。
- Crawford, M. (2012, September 12). Engineering still needs more women. American Society. Retrieved February 10, 2020 from <https://www.asme.org/topics-resources/content/engineering-still-needs-more-women>
- Dasgupta, N., & Stout, J. G. (2014). Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics: STEMing the tide and broadening participation in STEM careers. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 1(1), 21-29.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Student Attitudes toward STEM Survey – Upper Elementary School Students*, Raleigh, NC: Author.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Student Attitudes toward STEM Survey – Middle and High School Students*, Raleigh, NC: Author.

- Girls, Inc. (2016). Science, math, and relevant technology. Retrieved February 10, 2020 from <https://girlsincapitalregion.org/programs/operation-smart>
- Mosatche, H., Matloff-Nieves, S., Kekelis, L. and Lawner, E. K. (2013). Effective STEM programs for adolescent girls: Three approaches and many lessons learned. *Afterschool Matters*, 17, 17-25.
- National Inventors Hall of Fame (2020). What is the value of STEM education? Retrieved February 10, 2020 from <https://www.invent.org/blog/trends-stem/value-stem-education>
- Reinking, A. & Martin, B. (2018). The gender gap in stem fields: Theories, movements, and ideas to engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148-153.
- Tyler-Wood, T, Knezek, G.,& Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in stem content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(2), 341-363.
- Unfried, A., Faber, M., Stanhope, D., & Wiebe, E. (2015). The development and validation of a measure of student attitudes toward science, technology, mathematics, and engineering. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 33(7), 622-639.
- Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation. *The Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12-19.

109年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：王姿陵		計畫編號：109-2629-H-007-002-			
計畫名稱：STEM 超級女力崛起營					
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	0	篇	
		其他	0	篇	
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	
參與計畫人力	本國籍	大專生	1	人次	協助執行STEM活動、資料收集、臨時交辦事項
		碩士生	4		協助規劃及執行STEM活動、安排會議、教材準備、收集資料、分析資料
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	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>1. STEM活動推廣 本計畫共推廣12個STEM活動包含塗鴉機器人變身涼風扇、變色龍APP、六足仿生獸、風力發電與智能小燈、搖搖鼠機、遙控車、自動酒精噴灑器和避障掃地機器人。</p> <p>2. STEM活動推廣結果 本計畫「STEM超級女力崛起營」主要以「STEM工作坊師資培訓」及「到校推廣STEM活動」兩種方式來推廣STEM教育，結果說明如下： (1) STEM工作坊師資培訓 • 招募國中、國小在職教師和職前教師共30人參加「</p>			

STEM動手做活動設計工作坊」12場，1場3小時，共36小時，累計360人次。

- 工作坊內容包含STEM教育專家講座（5場15小時）和STEM動手做活動設計（7場21小時）。

- 舉辦地點：國立清華大學教室

(2) 到校推廣STEM活動

- 招募新竹市、新竹縣、台中市地區的國中、國小女學生參與「STEM超級女力崛起營」，以「STEM課後營」和「STEM暑假營」到校進行教學，在國中和國小各梯次分別舉辦2~5場STEM營隊，1場3小時，共24場72小時，累計455人次。

- 舉辦地點：國中、國小教室和校園