

機器人創意專題競賽對學生科學態度及科學探究能力影響之研究

王裕德、曾鈴惠

104.5.21

摘要

本研究配合 2014-2015 LEGO 所辦理的 FIRST LEGO League(FLL)競賽，以「WORLD CLASS」(整個世界都是你的教室)為主題辦理機器人創意競賽，競賽區分為「研究主題」、「機器人任務挑戰之表現」兩大主題，在「研究主題」中參賽學生需以「WORLD CLASS」為主題進行創意專題研究，並試著使用 LEGO Mindstorms 模擬出實作成品，而在「機器人任務挑戰之表現」中參賽學生需設計一台機器人來解決已設計好的關卡任務。本競賽共 28 隊報名，合計有 208 位國中及高中職學生參賽。本研究於報名時讓參賽學生利用線上報名系統填寫科學態度及科學探究能力前測量表，並於競賽當天讓參賽學生填寫科學態度及科學探究能力後測量表，競賽當天訪談各組隊長及針對第一名的十名獲獎學生進行參賽歷程問卷調查，以瞭解學生參賽動機、準備競賽過程遭遇的困難及參賽收穫。本研究結果如下：

1. 機器人創意專題競賽確實能增進學生的科學態度及科學探究能力。
2. 機器人創意專題競賽確實能引起學生學習機器人創意專題的興趣，在「研究主題」方面，學生對主題有興趣，願意花時間投入研究，並思考幫助他人的方法，而在「機器人任務挑戰之表現」方面，各關卡的設計，讓學生能將機器人運用於解決關卡上任務，在完成任務後有極大的成就感，另外，目前部份學校開設機器人特色課程，也帶動學生參加競賽的意願。
3. 學生在組隊參賽的過程中，所以遭遇到最大的問題是團隊間的溝通合作不良及練習時間不穩定，另外就是針對專題內容及機器人任務表現解題的意見分歧，而參賽學生也都能運不同的資源(例如：Facebook、詢問指導老師或任課教師，·等)及加強團隊溝通協調來解決所遭遇的問題。
4. 參賽學生覺得藉由這個競賽可以培養組員的團隊默契、加強人際關係及學會待人處事的方法，並且讓組員深刻體會團隊合作及溝通協調的重要，另外在專業知識的領域(例如：程式設計、機器人知識、機械結構及機構，·等)也因為準備比賽的過程，進步很多。

關鍵字：創意專題競賽、科學態度、科學探究能力

壹、研究背景與動機

在各界與各級學校極力推動創造力教育的現在，各類的「科技競賽」變成最好的實踐活動。各單位均希望藉由各類的競賽活動，透過問題解決方式驗證簡單的科學原理，以活潑有趣的方式促進學生們的團隊合作能力與創造力的啟發，真正達到創造力教育的目的(戴旭璋 & 王裕德, 2013)。學生參與競賽的期間，除了參與訓練進行學習外，在整個實作歷程中，專業知識及創意設計的知識確實會隨著時間而增加，最後的階段必會整合出新的知識結構或新的創意產品(王裕宏, 張美珍, & 黃俊夫, 2011)。而競賽的內涵可以是技能、知識、甚至運氣為導向等，尤其是在校的學生參與創意競賽活動時，有時更可以較學校生活中容易發揮出不同的創新及創意才能(Riley, 2011)。葉蓉樺 (2007)在研究非制式教育環境中發現，為吸引學生參與，歷程中往往須設計出能親自動手操作、可探索式的競賽活動，提供學生不同於學校的學習，讓學生們盡情揮灑，過程中的教育訓練、初賽、一直到決賽的舉辦，學生可以參與有興趣的實作活動、營造學生討論與協商的環境，藉以增加學生討論與思考訓練的機會。但是從國內各競賽動機的相關研究文獻中發現，研究的對象以國中小及高中職學生居多，而研究的場域大多數屬運動類競賽，以科學類及創意設計的競賽較少(王裕宏, 張美珍, & 朱耀明, 2012)。

許多研究均指出動手做的活動能促進學生對科學的學習動機，能有效地提升學生對科學的態度(Johnson, Wardlow, & Franklin, 1997; Lin et al., 2014; Wen-jin, Chia-ju, & Shi-an, 2012)。學生從事的科學活動時所經驗的情境，可能與科學家進行的科學工作有些差距，然而卻是極富啟發意義的探究經驗，在實驗室或者動手做活動中探索，進而促進科學概念的理解，而非片段知識或事實的記憶(白佩宜 & 許瑛珺, 2011; 劉宏文 & 張惠博, 2001)。因此本研究希望藉由辦理機器人創意專題競賽，讓學生能活用平時課堂中的知識，也能讓學生的創意有表現的機會，並以參加競賽的國中及高中職學生為研究對象，瞭解其科學態度及科學探究能力在參賽前後之差異，賽後訪談各組隊長及獲獎之學生，來瞭解學生參賽動機、準備競賽過程遭遇的困難及參賽收穫，本研究主要目的有下列三點：

- (一) 探討參賽學生其科學態度及科學探究能力在參賽前後之差異。
- (二) 探討參賽學生其參賽動機、準備競賽過程遭遇的困難及參賽收穫。
- (三) 透過本研究的發現，針對國中及高中職學生科學態度及科學探究能力的提昇提出具體建議，並提供未來辦理相關競賽活動之參考。

貳、文獻探討

一、 機器人創意專題競賽

機器人創意競賽是近幾年相當熱門的一項競賽，因為機器人競賽能提供一個學習科學、科技、工程及數學(STEM)專題的環境(ChanJin Chung, Cartwright, & Cole, 2014; Johnson & Londt, 2010)。Riley & Karnes (2007)發現競賽可以讓學生獲得更多好處，如獨立的研究、較具有信心、增加能力、危機處理的方法、多樣性的思考、冒險的精神及靈活的創意點子等。Petre & Price (2004)針對幾個機器人競賽的參賽者及教練進行半結構訪談，研究發現機器人實作確實能引導學生瞭解程式設計及工程原理。Williams, Yuxin, Prejean, Ford, & Lai (2007)運用夏令機器人科學營活動，在中學生中進行樂高機器人對科學探究及物理內容知識影響的混合研究，研究發現對科學探究及物理內容知識都有顯著效果。使用自主機器人於正式及非正式的學習環境中能改善數學及科學的學習，也能提昇批判思考及問題解決能力(Robinson, 2005)。ChanJin Chung et al. (2014)研究顯示機器人競賽能改善 STEM 學習效果。Shieh & Wheijen (2014)研究顯示動手做、嘗試錯誤經驗學習不只能幫助學生提昇其創造力及問題解決能力，也能幫助學生領悟合作的價值。

LEGO 所辦理的 FIRST LEGO League(FLL)競賽是一項相當受歡迎的競賽，競賽內容區分為「研究主題」、「機器人任務挑戰之表現」、「機器人結構」及「核心價值」四個部份，2014-2015 FLL 競賽主題為「WORLD CLASS」(整個世界都是你的教室)，參賽學生必須組隊以「WORLD CLASS」為主題進行創意專題研究，並試著使用 LEGO Mindstorms 模擬出專題之成品，是一項注重團隊合作、問題解決能力、創意、科學素養及資訊能力的競賽，因此、本研究配合 2014-2015 FLL 競賽辦理機器人創意專題競賽，本研究辦理的競賽僅區分「研究主題」、「機器人任務挑戰之表現」二大項，在「研究主題」中參賽學生需以「WORLD CLASS」為主題進行創意專題研究，並試著使用 LEGO Mindstorms 模擬出實作成品，而在「機器人任務挑戰之表現」中參賽學生需設計一台機器人來解決已設計好的關卡。

二、 科學態度

科學態度已經在科學教育方面強調幾十年(Osborne, Simon, & Collins, 2003)，科學教育的主要目的在於提升國民的科學素養，而培養學生的科學態度則是重點之一。科學態度和興趣是維持科學學習的原動力(吳坤璋, 黃台珠, & 吳裕益, 2005)，提升學生的科學態度，不僅可以獲得良好的學習成效，更可以促進後續的學習活動。

近來許多科學教育研究者多採用 Gardner 的分法(莊雪芳 & 鄭湧涇, 2002)，根據 Gardner 的定義，將個體的行動傾向，涉及較多個人的科學知識信念，較偏重認知的部份，稱為 SA (Scientific

attitudes)，而將個體在科學學習中對科學的評價，涉及較多個人的情緒反應，較偏重情意的部份稱為ATS (Attitudes toward science) (Laforgia, 1988; Lin et al., 2014; 張美珍, 林淑歆, & 莊淑芬, 2013; 楊宏仁 & 何妙桂, 2010)。本研究認為科學態度，是學習科學的過程中持續不斷影響學習者學習的心理狀態。也就是指個體在準備機器人創意專題競賽時，和各項科學的人、事、物、想法的接觸的過程中，所形成的對這些和科學有關的態度對象之感覺、意見、傾向、信念等，普遍且持久性的感覺。

Johnson et al. (1997)提出動手做的活動能有效地提升學生對科學的態度。張美珍 et al. (2013)透過半結構式訪談，探討參與解說活動學生的科學態度，研究發現學生擔任解說員期間，其科學態度有所提升。Lin et al. (2014)使用準實驗設計，使用 5E 教學模式去發展學習摩擦力的教材，並結合科學魔術進行教學，研究結果顯示結合科學魔術及 5E 教材模式對於發展學習教材是有效的，而且這個教學方式能增進學生對科學的態度。Wen-jin et al. (2012)指出動手做活動能夠促進學生對科學的學習動機，有關生活議題的動手做活動比其他活動更能促進學生對科學的學習動機。Lin et al. (2014) 設計良好的學習活動將能有效地吸引學生的注意及促進學生學習，如果老師提供學生足夠的時間操作活動教材，學生將更能發展正向的科學態度。因此、本研究希望透過機器人創意專題競賽，藉由生活化的主題及動手做活動，來瞭解學生在參賽前後科學態度的變化。

三、科學探究能力

科學探究包含一系列的探究活動，是科學家探索自然世界運作規律，並進而建構科學概念與知識的歷程，培養學生對科學探究的認知與能力，是科學學習的核心(Foster & Lemus, 2015)。Abd-El-Khalick et al. (2004)認為從科學中探究(inquiry in science)的角度而言，探究是一種教學的方法及過程，幫助學生發展科學概念。劉宏文 & 張惠博 (2001)提到，雖然學生所從事的科學活動時所經驗的情境，可能與科學家進行的科學工作有些差距，然而卻是極富啟發意義的探究經驗，是抽離情境下的科學教學難以比擬的。白佩宜 & 許瑛珺 (2011)認為應提供更多的機會讓學生在實驗室或者動手做活動中探索，進而促進他們的科學概念理解，而非片段知識或事實的記憶。Foster & Lemus (2015)研究顯示在科學探究中的創造性練習幫助促進學生的科學技能發展並且建立學生對闡述和評價科學問題的信心。Chen & She (2015)以強調科學推論的科學探究方案進行教學實驗，研究發現採用方案的實驗組學生在科學概念及科學探究上都顯著比控制組學生好，另外、在課堂中的科學探究學習單上實驗組的學生表現的也比較好。因此、本研究希望透過機器人創意專題競賽，讓學生在尋找研究主題的過程，發現問題、收集資料、並且根據研究主題設計實作及進行實作操作，收集實作數據，以彙整成主題研究報告，而本研究想瞭解學生在參賽前後其科學探究能力的變化。

參、研究設計與實施

一、研究步驟

本研究藉由辦理機器人創意專題競賽，來瞭解創意競賽對參賽學生科學態度及科學探究能力之影響，機器人創意專題競賽配合 LEGO 所辦理的 FIRST LEGO League(FLL)競賽，以「WORLD CLASS」(整個世界都是你的教室)為主題，進行兩大主題評分「研究主題」、「機器人任務挑戰之表現」，參賽學生於報名時利用報名系統填寫科學態度及科學探究能力前測量表，隨後進行為期 2 個月的競賽準備，並於競賽當天填寫科學態度及科學探究能力後測量表。

研究資料使用 SPSS 17.0 軟體進行 Paired-t test 統計分析，瞭解參賽學生科學態度及科學探究能力變化的情形；另外，競賽當天並訪談各組的隊長及獲獎學生以搜集質性資料，藉以瞭解學生參加機器人創意專題競賽的動機、遭遇的困難及參賽收穫。

二、研究樣本

本研究之樣本為參加機器人創意專題競賽之國中及高中職學生，共 28 隊，學生計 208 位，其中國中學生 66 位，高中職學生 142 位。

三、研究工具

1. 科學態度量表

在科學態度的研究工具方面，呼應先前研究者對科學態度偏重情意層次的定義，本計畫使用之科學態度量表乃參考黃善美 (2001)發展的「科學相關態度量表」，修改為符合本計畫之研究內容，所有題項請 5 位專家進行題項及語意的修改，期建構其內容效度。

預試量表以台中市國中、高中職學生為對象，隨機選取 5 所國中及 5 所高中職，共發出 250 份，扣除填答不完整之量表 11 份，最後有效量表共 239 份，預試量表整理後即進行項目分析及因素分析。

(1) 項目分析

本研究以「極端組檢驗法」及「同質性檢驗法」作為題項篩選之依據。刪題標準採吳明隆 & 涂金堂 (2005)的建議標準，以極端組檢驗法查看決斷值 3 以下或未達.001 顯著水準者，表示題項的鑑別度不佳，予以刪除；相關係數：未達.40 以上，且顯著水準未達.001 之試題，予以刪除；內部一致性考驗則查驗刪題後可使量表總分的 α 係數提高之試題，予以刪除。結果在因素二對學習科學的態度中刪除第 19 題，在因素三對參與科學探討活動的態度刪除第 33 題。

表1 科學態度量表項目分析表

量表題目內容	決斷值 (CR值)	與所屬分量表 總分之相關	與量表總 分之相關	刪除該題 後之 α 值	選題 結果
因素一：對科學的態度					
1我覺得學習科學對我的將來有很大的幫助	12.197***	.745**	.695**	0.97	
2我很喜歡上科學相關課程(例如：自然課、生活科技課)	12.044***	.816**	.733**	0.969	
3在科學相關課程時我會全心投入老師所安排的活動	10.389***	.740**	.680**	0.969	
4我覺得上科學相關課程可以收穫很多	12.577***	.807**	.750**	0.969	
5我在上科學相關課程時很用心	8.996***	.751**	.647**	0.97	
6我認為科學相關課程是有趣的科目	13.169***	.829**	.760**	0.969	
7我認為上科學相關課程所學到的可以用來解決我的一些疑問	13.187***	.725**	.682**	0.97	
8上科學相關課程時，我常常想要趕快下課*	6.326***	.616**	.541**	0.97	
9我會把科學相關課程所學到的內容應用在日常生活上	7.786***	.627**	.615**	0.97	
10我願意花較多的時間來學習科學相關課程	9.463***	.738**	.693**	0.969	
因素二：對學習科學的態度					
11我會去圖書館找和科學有關的書來看	7.949***	.645**	.623**	0.97	
12我認為科學是很重要的一門學問	10.741***	.784**	.691**	0.97	

13我喜歡閱讀和科學相關的文章	11.139***	.747**	.721**	0.969	
14我覺得科學充滿了驚奇	14.044***	.755**	.682**	0.97	
15我認為每一個人人都應該學習科學知識	9.175***	.663**	.595**	0.97	
16我覺得科學是講究證據的學問	9.641***	.653**	.549**	0.97	
17我對科學充滿興趣	11.952***	.771**	.756**	0.969	
18我覺得科學會促使人類的進步	10.478***	.655**	.611**	0.97	
19我覺得科學和我們的生活 <u>沒有</u> 關係*	5.391***	.479**	.412**	0.971	刪除
20我希望能懂更多的科學知識	11.524***	.778**	.773**	0.969	
因素三：對參與科學探討活動的態度					
21我喜歡參加科學相關的營隊活動	11.113***	.731**	.668**	0.97	
22我喜歡做科學實驗(實作)	14.032***	.844**	.756**	0.969	
23一想到能做科學實驗(實作)，我就很高興	14.029***	.856**	.766**	0.969	
24我覺得做科學實驗(實作)是一件很有意義的事	14.198***	.871**	.795**	0.969	
25我覺得和同學一起做實驗(實作)是一件有價值的事	13.202***	.793**	.744**	0.969	
26我喜歡蒐集有關科學方面的資料	9.827***	.735**	.732**	0.969	
27我喜歡做實驗(實作)來解決科學的問題	12.527***	.844**	.771**	0.969	
28參加科學觀察或實驗(實作)活動會增加自己的探究能力	13.225***	.829**	.783**	0.969	
29我覺得要親手做實驗(實作)才能學到科學的知識	8.369***	.666**	.578**	0.97	
30我喜歡和同學一同討論有關科學實驗(實作)的事	11.853***	.755**	.706**	0.969	
因素四：科學活動進行時的態度					
31我會利用實驗(實作)的結果來驗證假設	11.292***	.763**	.744**	0.969	
32我喜歡用精確的態度來看科學現象	12.503***	.780**	.748**	0.969	
33當別人有更好的解釋時，我願意放棄自己原來的想法	2.282***	.282**	.180**	0.972	刪除
34我會把科學現象調查清楚後才發表自己的想法	10.281***	.739**	.667**	0.97	
35許多科學問題都有一個以上的解決方法	10.364***	.758**	.694**	0.969	
36我喜歡把許多科學結果用數字來表達	5.239***	.556**	.460**	0.97	
37我會利用蒐集到的資料來解釋我所看到的現象	10.955***	.813**	.738**	0.969	
38我會利用工具來解決我遇到的科學問題	10.723***	.778**	.707**	0.969	
39我會在上科學相關課程時向同學	9.230***	.667**	.615**	0.97	

40我覺得觀察自然現象時讓我充滿好奇心

14.091***

.748**

.763*

0.969

(2) 因素分析

量表進行項目分析完後，即進行因素分析，其目的為求得量表的「建構效度」。在進行因素分析之前，依吳明隆 & 涂金堂 (2005)建議首先藉助 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)、Bartlett 球形檢定、及共同性指數，判斷是否適合執行因素分析。題項以主成份分析結合直交轉軸進行因素分析，將因素題目歸類以主軸法抽取共同因素，因素分類不符者之題項，則予以剔除，並採 Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham (2006)建議標準，因素負荷量絕對值應大於.5 為刪題標準。結果在各變項因素中，經第二次因素分析求 KMO 值為 .940，適切性為良好，刪除不符合分類因素及負荷量低於.5 之題項計 12 題。結果在「對科學的態度」因素刪除第 7 題、第 9 題及第 10 題，在「對學習科學的態度」因素刪除第 11 題、第 13 題、第 17 題及第 20 題，在「對參與科學探討活動的態度」因素刪除第 29 題，在「科學活動進行時的態度」因素刪除第 31 題、第 32 題、第 36 題及第 40 題。量表刪減為 26 題，各分量表為參與科學探討活動的態度(9 題)、對科學的態度(7 題)、對學習科學的態度(5 題)及科學活動進行時的態度(5 題)，各分量表之 Cronbach's α 分別為 0.950、0.892、0.837 及 0.849，總量表之 Cronbach's α 為 0.972，累積解釋變異量為 65.223%。本量表以李克特式五等第作為等級區分，分為「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」及「非常不同意」等五個尺度，分別給予 5、4、3、2、1 分，反向題的計分方式則相反，分別給予 1、2、3、4、5 分，得分越高，代表對於科學的態度越積極，反之則越消極。

表 2 科學態度各分量表摘要表

分量表名稱	參與科學探討活動的態度	對科學的態度	對學習科學的態度	科學活動進行時的態度
題數	9	7	5	5
累積解釋變異量(%)	50.611	55.995	60.904	65.223
分量表與總量表之相關	0.956**	0.865**	0.834**	0.867**
Cronbach's α	0.950	0.892	0.837	0.849
量表整體Cronbach's α	0.972			

**p<.01

2. 科學探究能力量表

本計畫使用之科學探究能力量表仍參考自蘇麗涼 (2002)所發展之科學探究能力量表，修改為符合本計畫之研究內容，所有題項請 5 位專家進行題項及語意的修改，期建構其內容效度。預試量表以台中市國中、高中職學生為對象，隨機選取 5 所國中及 5 所高中職，共發出 250 份，扣除填答不完整之量表 12 份，最後有效量表共 238 份，預試量表整理後即進行項目分析及因素分析。

(1) 項目分析

本研究以「極端組檢驗法」及「同質性檢驗法」作為題項篩選之依據。刪題標準採吳明隆 & 涂金堂 (2005)的建議標準，以極端組檢驗法查看決斷值 3 以下或未達.001 顯著水準者，表示題項的鑑別度不佳，予以刪除；相關係數：未達.40 以上，且顯著水準未達.001 之試題，予以刪除；內部一致性考驗則查驗刪題後可使量表總分的 α 係數提高之試題，予以刪除。結果在因素一發現問題除第 2 題。

表 3 科學探究能力量表項目分析表

量表題目內容	決斷值 (CR值)	與所屬分量表總分之相關	與量表總分之相關	刪除該題後之 α 值	選題結果
--------	-----------	-------------	----------	-------------------	------

因素一：發現問題				
1.我常由日常生活的現象發現問題。	7.528***	.679**	.508**	0.897
2.我覺得生活中的現象都是理所當然的。	-2.264**	.357**	-.173**	0.915 刪除
3.我遇到問題時，常會忽略它。*	6.741***	.546**	.436**	0.899
4.我覺得生活周遭的問題都是我實作的好題材。	9.099***	.679**	.595**	0.895
因素二：收集資料				
5.我遇到問題時會去找資料解決。	10.419***	.768**	.645**	0.893
6.我會運用網路資源來收集資料。	8.234***	.740**	.540**	0.896
7.我會運用圖書館來收集資料。	7.445***	.657**	.475**	0.898
8.我常會詢問師長來解決我所遇到的問題。	7.542***	.745**	.525**	0.897
9.我常會詢問同學來解決我所遇到的問題。	7.241***	.662**	.509**	0.897
因素三：設計實作				
10.我會自行思考實作步驟來解決問題。	9.167***	.702**	.573**	0.895
11.我知道在實作過程中所應用的科學原理。	8.940***	.801**	.629**	0.894
12.在實作時，我能知道操縱變因的意義。	10.740***	.896**	.669**	0.892
13.實作過程中，我知道控制變因的意義。	11.423***	.892**	.685**	0.892
因素四：觀察與紀錄				
14.實作時，我會細心觀察。	11.429***	.780**	.660**	0.893
15.我能將觀察到的現象紀錄下來。	10.640***	.875**	.608**	0.894
16.我能運用表格來紀錄數據及資料。	8.644***	.751**	.572**	0.895
因素五：歸納與分析				
17.我會將所得的實驗數據做成圖表(作圖)	8.895***	.791**	.598**	0.895
18.我能由資料變化趨勢，看出其蘊含的意義。	13.412***	.884**	.749**	0.891
19.我能應用學過的理論或知識來分析我所觀察到的現象	11.863***	.817**	.711**	0.892

(2) 因素分析

量表進行項目分析完後，即進行因素分析，其目的為求得量表的「建構效度」。在進行因素分析之前，依吳明隆 & 涂金堂 (2005)建議首先藉助 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)、Bartlett 球形檢定、及共同性指數，判斷是否適合執行因素分析。題項以主成份分析結合直交轉軸進行因素分析，將因素題目歸類以主軸法抽取共同因素，因素分類不符者之題項，則予以剔除，並採 Hair et al. (2006)建議標準，因素負荷量絕對值應大於.5 為刪題標準。結果在各變項因素中，經第二次因素分析求 KMO 值為 .826，適切性為良好，刪除不符合分類因素及負荷量低於.5 之題項計 3 題。結果在「設計實作」因素

刪除第 10 題，在「觀察與紀錄」因素刪除第 14 題，在「歸納與分析」因素刪除第 19 題，並將「觀察與紀錄」因素及「歸納與分析」合併為「實作操作」因素。本量表刪減為 15 題，各分量表為發現問題(3 題)、收集資料(5 題)、實作操作(4 題)及設計實作(3 題)，各分量表之 Cronbach's α 分別為 0.708、0.759、0.834 及 0.874，總量表之 Cronbach's α 為 0.915，累積解釋變異量為 64.797%。本量表以李克特式五等第作為等級區分，分為「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」及「非常不同意」等五個尺度，分別給予 5、4、3、2、1 分，反向題的計分方式則相反，分別給予 1、2、3、4、5 分，總得分越高代表學習者的科學探究能力越高。

表 4 科學探究能力量表各分量表摘要表

分量表名稱	實作操作	設計實作	收集資料	發現問題
題數	4	3	5	3
累積解釋變異量(%)	37.355	48.010	57.672	64.797
分量表與 總量表之相關	0.779**	0.747**	0.754**	0.842**
Cronbach's α	0.834	0.874	0.759	0.708
量表整體Cronbach's α	0.915			

** $p < .01$

肆、研究結果

一、Paired-t test 檢定

表 5 及表 6 為參賽學生在科學態度量表及科學探究能力量表前、後測 Paired-t 檢定摘要表，由表 5 可知參賽學生在科學態度各分量表及總量表前、後測上有顯著差異，而由表 6 可知參賽學生在科學探究能力之「發現問題」、「收集資料」及「設計實作」三個分量表前、後測有顯著差異，另外在總量表上前、後測也有顯著差異。

表 5 參賽學生在科學態度量表前、後測 Paired-t 檢定統計量摘要表

量表名稱	前測		後測		t 值
	平均數	標準差	平均數	標準差	
對科學的態度	27.76	3.150	28.74	3.594	-2.454*
對學習科學的態度	21.49	2.728	26.74	3.176	-14.410***
參與科學探討活動的態度	37.59	5.463	39.50	4.896	-3.191**
科學活動進行時的態度	20.17	3.240	21.72	2.845	-4.469***
總量表	107.01	12.986	116.70	13.077	-6.643***

N=208; * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 6 參賽學生在科學探究能力量表前、後測 Paired-t 檢定統計量摘要表

量表名稱	前測		後測		t 值
	平均數	標準差	平均數	標準差	
發現問題	11.84	1.686	12.30	1.752	-2.089*
收集資料	20.28	3.156	21.43	2.731	-3.199**
設計實作	12.35	2.186	13.20	1.882	-3.376**
實作操作	15.91	2.780	16.04	2.721	-.396

總量表	60.38	8.544	62.98	7.105	-2.804**
-----	-------	-------	-------	-------	----------

N=208; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

二、訪談資料

本研究於競賽當天訪談參賽 28 隊之各隊隊長，計 28 位學生，並持續追蹤獲得第一名的隊伍，以開放性之問卷讓獲得第一名的 10 位參賽學生填寫。

1. 參賽動機

根據訪談學生的質性資料可知，機器人創意專題競賽確實能引起學生學習機器人創意專題的興趣，在「研究主題」方面，學生對主題有興趣，願意花時間投入研究，並思考幫助他人的方法，而在「機器人任務挑戰之表現」方面，各關卡的設計，讓學生能將機器人運用於解決關卡上任務，在完成任務後有極大的成就感，另外，目前部份學校開設機器人特色課程，也帶動學生參加類似競賽的意願。

S08：因為國中有接觸過，所以高中就蠻想繼續玩

S06：樂高機器人很有趣，就想要來試試看

S07：覺得這個比賽蠻有教育性的，就是破解機器人任務有一種優越的感覺

S15：聽到這次比賽主題就覺得可以幫助很多學生，如果真的找到很好的辦法，就可以幫助很多人，然後也可以讓自己學更多相關的知識

S17：我們對機器人很有興趣，當初只是純粹做機器人，後來得知比賽消息開始準備

S20：因為對機器人有興趣，在繁忙的課業之餘做一些不同的事情，然後紓解壓力一下

S04：學校會對二年級有一個機器人課程，我有參加就覺得還不錯，又知道有這個比賽，就覺得還滿有意思的，就來參加看看

S23：因為學校的課程就有安排機器人課程，來參加這個比賽當然是檢驗自己在這一年中學的課程，有沒有學會、融會貫通，一半是來檢驗自己，一半是來觀摩，看看自己的不足、別人的優點，然後會去改善自己

S12：參加比賽主要是想要訓練一些技能，我接觸機器人是想要訓練自己寫程式的技能

S14：我們一開始只是覺得很新奇，然後也沒有參加過，然後我們就去找資料，因為我很久以前就一直想寫程式，我是想考台大資工，然後看到這個比賽，就覺得它跟我的興趣很符合，如果你成功把全部關卡都跑完，你會很有成就感，你也可以從中學到很多東西

2. 參賽過程小組遭遇到的問題

從訪談的資料可知，學生在組隊參賽的過程中，因為隊伍人數最多可達 10 人，所以遭遇到最大的問題是團隊間的溝通合作不良及練習時間不穩定，另外就是針對專題內容及機器人任務表現解題的意見分歧，而參賽學生也都能運不同的資源(例如：Facebook、詢問指導老師或任課教師，·等)及加強團隊溝通協調來解決所遭遇的問題。

S01：一開始的時候團員還不太認識，大家都不太容易配合，像我與另一位同學是主要中心人物，我們會告訴大家要怎麼做，可是有一些人就是不會配合，他們會自己各做各的，後來大家真的因為時間緊迫，我們就全部集合開會一次，然後把一些人的缺點都講出來，希望他們改進，經過這次會議後，下一次集合的時候大家都改善了很多。

S02：意見不合，沒辦法做好，大家練習的時間不穩定，後來就針對研究專題內容分工，再另外找時間一起討論。

S21：組員的時間對不到，就是有人可能今天可以來，但其他人今天沒辦法來，只好分時間點練習，再找時間合併。

S09：會有意見分歧的時候，像是有一位同學，他很會做美工，我們[很需要他，但他有時候不太

會參與我們，會在旁邊默默的做，我們會希望他可以跟我們相處在一起，如果我們發現他在旁邊默默做的時候，我們都會去看他，會去幫忙他，或是問他一些問題，讓他感覺我們有在關心他。

S17：大部分是時間問題，我們都是國中生，還有三年級學姐要準備會考，比較少能找到時間抽空練習，幸好現在有 Facebook，科技很發達。做好報告後先上傳到 Facebook，下課再留幾分鐘下來練習，有時間就馬上練一練。

S19：就是要協調各個組員，他們有不同的意見，大家的習慣都不一樣，要去統整，有時候會有意見分歧的時候，就是把每個人的意見都寫下來，在去找每個人的共同點，想出大家都可以接受的方法

S23：因為我們每個人都會很有意見，可能就會提出自己不同的意見，意見就會不一樣。當我們當初在聽到這次專題研究的主題時(WORLD CLASS)，我們有想過很多不同的主題，討論了好幾個月，都沒有辦法有共識，最後就是我們的導師提議，大家坐下來，把大家的想法寫下來，集思廣益出來一個最好的題目。

3. 參賽收穫

這個競賽是一個需要長時間準備且需要團隊合作的競賽，因此在準備比賽的過程，會產生許多良好的效應，從訪談的質性資料就可以發現，參賽學生覺得藉由這個競賽可以培養組員的團隊默契、加強人際關係及學會待人處事的方法，並且讓組員深刻體會團隊合作及溝通協調的重要，另外在專業知識的領域(例如：程式設計、機器人知識、機械結構及機構．．等)也因為準備比賽的過程，進步很多。

S01：最大的收穫就是大家團結，一開始大家就是都會推給某一些人做，然後像我們剛剛在報告就有體會一些，因為一些平常沒有講話的人，剛才都有開口跟評審講話。

S04：我覺得可以透過這個比賽，去培養一個團隊的默契跟精神，大家的意見一定有不一致，然後我覺得可以利用這個比賽去學到很多人際方面的問題，或是一些交友方面、待人處事的技術，這就已經跳脫輸贏了，這就是我們的收穫。

S07：要溝通，因為我們剛開始只要一不順，就是用爭吵的，不會好好坐下來溝通好，所以覺得溝通算是我學習的收穫

S10：跟小組比較能溝通，大家比較會溝通，意見也比較能融合。

S26：讓我學習到如何讓整個團隊團結起來，然後結合大家的意見，可以得到更好的方向。

S27：因為就團隊合作，我們本來感情就很好，所以每次比賽結束，大家都會很捨不得彼此。

S28：可以跟團隊合作做一件事。

S03：認識到許多寫程式很厲害的人，還有許多跟我一樣喜歡玩樂高的人，在做機器人之於也可以討論功課

S06：程式的知識，每次在修改程式的時候，我都會跟我爸討論，因為他有學過程式，所以他就是知道程式的邏輯，所以他就會指導我，讓我覺得對程式這個部分更加了解。

S11：我剛開始不會機器人，學了這個以後，我會機器人的一些基本知識，而且我的表達能力也進步許多。

S14：我覺得最大的收穫就是時間管理，還有這些機器人，我覺得從中學到很多，因為平常上課可能只是教一些學科的東西，我們不能學到一些平常生活上面的東西，比如說我們要團隊合作，我們有些東西可能我們自己沒辦法想出來，我們可能要去找一些資料或是去找一些比較專業的人，然後就需要與別人溝通，並且要學習如何去安排我們的計畫，這些都是平常上課學不到的能力。

S15：最大的收穫，應該是可以幫助別人。就算只是小比賽，可是我們想出來的方法，真的可以幫助到多人。因為我們真的很不喜歡數學，但我們很喜歡藝術，可以用我們喜歡的辦法來學習這個領域。

S19：學習怎麼跟別人相處，培養自己的思考能力，因為你每天都要動腦，而且學習怎麼樣跟別人相處相當重要。

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究經過科學態度量表及科學探究能力量表前、後測 Paired-t 檢定後發現科學態度各分量表及總量表的後測成績顯著高於前測成績，而科學探究能力在「發現問題」、「收集資料」及「設計實作」三個分量表及總量表的後測成績顯著高於前測成績，由此可知，參加機器人創意專題競賽確實能提昇學生的科學態度及科學探究能力，因為「研究主題」及「機器人任務挑戰之表現」二個競賽內容都需要經過長時間的搜集資料、小組討論、實作測試、問題解決及成果彙整．．等過程，因此使學生的科學態度及科學探究能力有顯著的提昇，這個結果與許多研究的結果一致(Chen & She, 2015; Johnson et al., 1997; Lin et al., 2014; Wen-jin et al., 2012; Williams et al., 2007; 白佩宜 & 許瑛珺, 2011)，動手做的活動能夠促進學生對科學的學習動機，有關生活議題的動手做活動比其他活動更能促進學生對科學的學習動機，並能有效地提升學生對科學的態度，提供更多的機會讓學生在實驗室或者動手做活動中探索，能促進他們的科學概念理解，對學生的科學探究能力有很大的幫助。

由學生訪談及獲獎學生問卷可知，機器人創意專題競賽確實能引起學生學習機器人創意專題的興趣，在「研究主題」方面，學生對主題有興趣，願意花時間投入研究，並思考幫助他人的方法，而在「機器人任務挑戰之表現」方面，各關卡的設計，讓學生能將機器人運用於解決關卡上任務，在完成任務後有極大的成就感。另外在參賽過程中，小組遭遇到最大的問題是團隊間的溝通合作不良及練習時間不穩定，另外就是針對專題內容及機器人任務表現解題的意見分歧，而參賽學生都能尋找相關資源來解決所遭遇的問題；學生覺得參加此次競賽可以培養組員的團隊默契、加強人際關係及學會待人處事的方法，並且讓組員深刻體會團隊合作及溝通協調的重要，另外在專業知識的領域(例如：程式設計、機器人知識、機械結構及機構．．等)也因為準備比賽的過程，進步很多。這個結果與許多學者的研究結果一致(Petre & Price, 2004; Robinson, 2005; Shieh & Wheijen, 2014; 葉蓉樺, 2007)。在非制式教育環境中發現，為吸引學生參與，歷程中往往須設計出能親自動手操作、可探索式的競賽活動，提供學生不同於學校的學習，讓學生們盡情揮灑，過程中的教育訓練、初賽、一直到決賽的舉辦，學生可以參與有興趣的實作活動、營造學生討論與合作的環境，藉以增加學生討論與思考訓練的機會，而機器人實作確實能引導學生瞭解程式設計及工程原理，動手做活動、嘗試錯誤經驗學習不只能幫助學生提昇其創造力及問題解決能力，也能幫助學生領悟合作的價值。

二、研究建議

1. 辦理規劃完善且多元的創意專題競賽

由本研究結果可知競賽活動除能提昇學生的專業知識、科學態度及科學探究能力外，還能培養學生的團隊合作能力、加強人際關係及學會待人處事的方法，並且體會團隊合作及溝通協調的重要性，因此建議教育單位能多舉辦規劃完善且多元的創意專題競賽，營造學生討論與合作的機會，讓學生在非制式教育環境中盡情揮灑能量，藉以增加學生討論與思考訓練的機會，幫助學生領悟合作的價值。

2. 建議學校對於競賽活動應採取鼓勵的態度且提供必要之協助

雖然本次研究的對象是屬於臨時組成的團隊，但是透過本研究提供的競賽規劃，讓國中及高中

職學生透過參賽的歷程，利用團隊的力量結合學校的知識，讓知識運用更有成效、思考更靈活且完成具有創意之研究專題。因此，建議學校應鼓勵學生利用課餘時間多參加教育單位或社教機構所舉辦的競賽活動及動手做活動，相信可藉以孕育出具有創造力、問題解決能力及團隊合作的科技人才。

陸、參考文獻

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H.-I. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- ChanJin Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(2), 24-34.
- Chen, C. T., & She, H. C. (2015). THE EFFECTIVENESS OF SCIENTIFIC INQUIRY WITH/WITHOUT INTEGRATION OF SCIENTIFIC REASONING. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 1-20. doi: 10.1007/s10763-013-9508-7
- Foster, J. S., & Lemus, J. D. (2015). Developing the Critical Thinking Skills of Astrobiology Students through Creative and Scientific Inquiry. *Astrobiology*, 15(1), 89-99. doi: 10.1089/ast.2014.1219
- Hair, J. F. J., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis (6th ed.)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Johnson, D. M., Wardlow, G. W., & Franklin, T. D. (1997). Hands-on Activities versus Worksheets in Reinforcing Physical Science Principles: Effects on Student Achievement and Attitude. *Journal of Agricultural Education*, 38(3), 9-17.
- Johnson, R. T., & Londt, S. E. (2010). Robotics Competitions. *Tech Directions*, 69(6), 16-20.
- Laforgia, J. (1988). The Affective Domain Related to Science Education and Its Evaluation. *Science Education*, 72(4), 407-421.
- Lin, J. L., Cheng, M. F., Chang, Y. C., Li, H. W., Chang, J. Y., & Lin, D. M. (2014). Learning Activities That Combine Science Magic Activities with the 5E Instructional Model to Influence Secondary-School Students' Attitudes to Science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 10(5), 415-426.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and Its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Petre, M., & Price, B. (2004). Using Robotics to Motivate 'Back Door' Learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158.
- Riley, T. L. (2011). Competitions for Showcasing Innovative and Creative Talents. *Gifted and Talented International*, 26(1-2), 63-70.
- Riley, T. L., & Karnes, F. (2007). Competitions for gifted and talented students: Issues of excellence and equity. *Serving gifted learners beyond the traditional classroom*, 145-168.
- Robinson, M. (2005). Robotics-Driven Activities: Can They Improve Middle School Science Learning? *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(1), 73-84.
- Shieh, R. S., & Wheijen, C. (2014). FOSTERING STUDENT'S CREATIVE AND PROBLEM-SOLVING SKILLS THROUGH A HANDS-ON ACTIVITY. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 650-661.
- Wen-jin, K., Chia-ju, L., & Shi-an, L. (2012). Promoting Female Students' Learning Motivation towards

Science by Exercising Hands-On Activities. *Online Submission*.

- Williams, D. C., Yuxin, M., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. *Journal of Research on Technology in Education (International Society for Technology in Education)*, 40(2), 201-216.
- 王裕宏, 張美珍, & 朱耀明. (2012). 大學生參與博物館科技競賽的參賽動機之研究. *科技博物*(2), 25.
- 王裕宏, 張美珍, & 黃俊夫. (2011). 高中生參與博物館科技創意競賽的創作歷程與成效影響因素. *科技博物*, 15(1), 63-88.
- 白佩宜, & 許瑛珺. (2011). 探討不同探究式教學法對高一生科學探究能力與學習環境觀感之影響. *課程與教學*(3), 123.
- 吳坤璋, 黃台珠, & 吳裕益. (2005). 影響中小學學生科學學習成就的因素之比較研究. [A Comparative Study of Factors Affecting Science Learning Achievement of Students in Different Grade Levels]. *教育心理學報*, 37(2), 147-171. doi: 10.6251/bep.20051115
- 吳明隆, & 涂金堂. (2005). *SPSS 與統計應用分析*. 台北: 五南圖書出版股份有限公司.
- 張美珍, 林淑歆, & 莊淑芬. (2013). 探討偏遠地區科學實驗站學生解說員之科學態度. *A Study on Students' Scientific Attitudes as Interpreters of Remote Area Science Exploration Stations*, 17(3), 59-86.
- 莊雪芳, & 鄭湧涇. (2002). 國中學生對生物學的態度與相關變項之關係. [The Relationships between Attitudes toward Science and Related Variables of Junior High School Students]. *科學教育學刊*, 10(1), 1-20.
- 黃善美. (2001). *以問題為中心的合作學習策略對國小學童科學學習之研究*. (碩士), 臺北市立師範學院, 臺北市.
- 楊宏仁, & 何妙桂. (2010). 國小學童科技態度與科學態度相關性研究 / The Relationship between Attitude toward Technology and Attitude toward Science of Elementary School Students. *工業科技教育學刊*, 71.
- 葉蓉樺. (2007). 高中生動手作研習架構發展初探: 以國立自然科學博物館「高中生史特林引擎模型組裝研習」為例. *科學教育月刊*, 303, 2-16.
- 劉宏文, & 張惠博. (2001). 高中學生進行開放式探究活動之個案研究—問題的形成與解決. *科學教育學刊*, 9(2), 169-196.
- 戴旭璋, & 王裕德. (2013). 「未來社會」創意專題競賽對高中職學生未來想像力影響之研究. *創造學刊*, 4(1), 51-71.
- 蘇麗涼. (2002). *國中理化實施探究導向教學對學生學習成效影響之研究*. (碩士), 彰化師範大學, 彰化縣.

Influences of Robotics Creative Project Competition to Student's Scientific Attitude and Scientific Inquiry Abilities

Yu-Te Wang, & Ling-Huei Tseng

Abstract

This study cooperates with the 2014-2015 FIRST LEGO League (FLL) competition, the Robotics Creative Project Competition with the subject named "WORLD CLASS", held by LEGO. The Competition was divided into "Project" and "Robot Game". In Project, every team must finish a project about WORLD CLASS, and utilize LEGO Mindstorms to simulate the project's productions. In Robot Game, on the other hand, each team must program a robot and to finish all the missions. Totally 208 junior and senior high school students from 28 teams registered in this competition. This study let the participating students fill in the pre-test of the scientific attitude scale and scientific inquiry abilities scale before the competition as well as the post-test of them after the competition. The researcher interviewed the captain of each group and ten students of the first place team, in order to understand the participants' motivation, the difficulty of the preparation of the competition and the harvest from this competition.

The major findings of this study are as follows:

1. The Robotics Creative Project Competition could promote students' scientific attitude and scientific inquiry abilities.
2. This competition truly could make students interested in learning Robotics Creative Project. In Project, students were willing to spend time on the study and think of the ways to help people due to their interests to the topic. In Robot Game, students were able to use the robots to solve the missions in every level, and gained a good deal of fulfilling and satisfying after finishing them. Furthermore, so far some schools have offer some special courses about robot, and increased students' intention for participating in competitions.
3. In the process of students' participation as a team, the biggest problem was poor communication and cooperation within a team and the instability of practicing time, as well as the different opinions among contexts of the theme and the performance of solving robot task. Meanwhile, participating students are able to not only utilize different resources, such as Facebook, and asking the instructor or classroom teachers, but also strengthen communication and coordination to solve the problems encountering.
4. Participating students felt through this competition, they could develop the team chemistry, strengthen their relationships and learn the ways of dealing with people. This competition also let team members deeply understand the importance of cooperation, communication and coordination. In addition, their expertise in the field, for example, programming, robotics knowledge, mechanical structures and institutions and so on, made great progress during the preparation of the competition.

Keywords: The Creative Project Competition, Scientific Attitude, Scientific Inquiry Abilities