

教育部 104 年度中小學科學教育計畫專案

結案報告

計畫編號：101

計畫名稱：中學生參與機器人創意專題競賽創作歷程、科技態度與競賽成效影響之研究

主持人：王裕德

執行單位：總務處

壹、計畫目的及內容：

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(Tracy L. 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。

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)。T. L. Riley and 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 and 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, and 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 and 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。

創意競賽的舉辦，其目的在於激發學生們的創造力，因為透過競賽的歷程，學生們必須從競賽的規範中尋求最佳、最有效率的問題解決方式，而且真正設計製作出一項作品出來(王裕宏 et al., 2011)。陳政伶 (2007)以工業設計相關科系之大學生為研究對象，發現設計過程被認為是一種極具創造力的解題過程，這些現象與生手設計師一樣常常需要探索問題空間、重新定義問題，並觀察使用者的需求習慣與生活情境，使用材料知識與製成知識，設計出產品。王裕宏 et al. (2011)研究發現創作歷程中的「知識運用」與「創意競賽」表現確實具有相當程度的相關性，即具有較好的「知識運用」，其競賽表現越好。而「組成背景」變項對於「知識運用」及「創意競賽表現」皆有直接之相關性。競賽活動的另一個特色就是透過團隊組織進

行知識創作，學生們須經過討論、團隊合作進行知識的探究、創意思考共同朝向一個目標挑戰。

態度 (attitude) 一詞通常係指個體對任何事物 (社會的或非社會的) 所持有之協調一致的、有組織的及習慣性的內在心理反應，而此一複雜的心理歷程係由該事物引發的各種思想、感情及行動傾向集合而成(張春興 & 楊國樞, 1998)。陳昌文 (2004)與 Eagly & Chailen (1993) 皆說明態度是一個人對某一事物、人物、情境或事件做出贊成或否定反應的一種傾向。「科技態度」係指一個人對於科技方面的訊息所產生的認知、情感與行動之傾向，在認知部分是個人對科技與科技議題所持的信念；在情感部分為個人對科技與科技議題所表現的內在感覺；在行為部分為個人對科技與科技議題所展現的實際行動(林民棟, 2006)。Jenkins (2006)研究指出學生喜歡與新科技工作，學生提到與新科技工作是有趣的，而且科技對社會、醫學訓練及生活是有益且重要的，雖然有些環保議題是因為科技發展所引起。Tseng, Chang, Lou, and Chen (2013)研究指出在參與 STEM 的 PjBL 活動後學生在工程及科學的態度有些微的增加，這個差異可能是因為學生在學校學習科技相關的知識，但是沒有機會實際上去運用，透過參與 STEM 的 PjBL 活動，學生不只能實際運用 STEM 的知識，也能主動於從事專題中獲得 STEM 的整合概念。

本研究以參加機器人創意專題競賽的國中及高中職學生為研究對象，從參賽學生的團隊組成背景、參賽期間的知識學習歷程、團隊知識創作，科技態度乃至於競賽成果的產出作品與成績等不同構面變項，期建構出影響學生參與創意競賽活動表現的各種因素。本研究主要目的有下列三點：

- (一) 探討影響學生參與創意競賽表現之因素。
- (二) 探討學生參與競賽的團隊組成背景、知識運用、知識創作是否影響學生的創意競賽的表現。
- (三) 透過本研究的發現，針對國中及高中職學生創造力、科技態度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、研究方法及步驟：

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「Trash Trek」(垃圾的奇幻冒險)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技態度量表，隨後進行為期 2 個月的競賽準備，並於競賽當天填寫學生團隊參與創意競賽表現量表。

研究資料使用 SPSS 23.0 軟體進行徑路分析，瞭解參賽學生科學態度及學生團隊參與創意競賽表現的情形；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 332 位，其中國中學生 266 位，高中職學生 66 位，扣除填答不完整之無效樣本後，有效樣本共 236 位。

三、研究工具

1. 科技態度量表

科技態度量表係參考 Ardies, De Maeyer, and Gijbels (2013)及游光昭, 韓豐年, 徐毅穎, and 林坤誼 (2005)之科技態度量表編製而成，共分成五個構面：科技的生涯、科技的興趣、科技的困擾、科技的重要性及科技的困難，本量表採 Likert 五點計分，題項中有正向敘述題目及反向敘述題目；正向敘述以「極不同意」計 1 分，「不同意」計 2 分，「無意見」計 3 分，「同意」計 4 分，「極同意」計 5 分；反向敘述則採反向計分。預試量表初稿編製完成後，並函請專家學者針對問卷內容，分別就題意是否適切該構面、文句表達是否流暢、是否合乎教學實際情況等予以審查；經嚴謹的題目增刪與文句潤飾後，完成預試量表的編製，並挑選適當的預試樣本進行預試，搜集資料後進行項目分析及因素分析以建構量表之信度。

(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 and 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。結果在因素四科技的重要性中刪除第 26 題，在因素五科技的困難刪除第 27 題及第 29 題，第 28 題及第 30 題考量其代表性予以保留。

表1 科技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：科技的生涯					
1. 我將來可能會選擇科技領域的工作	13.841***	.903***	.695***	.921	
2. 我喜愛科技領域的工作	16.053***	.943***	.740***	.920	
3. 我未來想要從事某一種科技領域的工作	13.859***	.929***	.710***	.921	
4. 在科技領域工作非常有趣	15.150***	.934***	.738***	.920	
5. 我認為從事科技領域的工作很有趣	16.490***	.925***	.745***	.920	
因素二：科技的興趣					
6. 我喜歡學習使用新的科技產品	8.606***	.585***	.502***	.924	
7. 我喜歡學校科技領域的課程	11.885***	.784***	.676***	.921	
8. 我會參加學校科技領域的社團	8.588***	.752***	.547***	.923	
9. 我對科技非常有興趣	14.580***	.831***	.746***	.920	
10. 學校應該有更多關於科技領域的教育(例如：網路教育、資訊教育、行動學習融入教學)	13.543***	.770***	.677***	.921	
11. 懂得使用科技產品讓我有滿足感和成就感	13.255***	.744***	.648***	.922	
12. 我喜歡閱讀科技領域的雜誌	10.985***	.727***	.635***	.922	
13. 我喜歡動手修理東西	9.297***	.734***	.575***	.923	
因素三：科技的困擾					

14. 每天聽到或看到科技相關的新聞，一定會令人感到厭煩	8.319***	.779***	.418***	.925
15. 在科技相關領域中工作應該會很無聊	12.176***	.865***	.606***	.922
16. 覺得機器是令人厭煩的	10.806***	.853***	.548***	.923
17. 我覺得擁有科技興趣是令人厭煩的	11.408***	.870***	.536***	.923
18. 我不喜歡學習科技的相關知識	13.462***	.881***	.601***	.922
19. 我不會投注太多的精力去了解專家學者如何解決科技領域的相關問題	9.966***	.801***	.550***	.923
因素四：科技的重要性				
20. 科技使每件事情都運作的更好	7.314***	.649***	.403***	.925
21. 科技在生活中非常重要	9.834***	.762***	.501***	.924
22. 科技課程非常重要(例如生活科技課程、資訊課程)	10.068***	.687***	.548***	.923
23. 每一個人都需要科技	8.720***	.802***	.471***	.924
24. 現代人的生活中，科技佔有很重要的地位	11.849***	.815***	.559***	.923
25. 無論男女生，使用科技將是必備的生活能力	9.460***	.763***	.471***	.924
26. 沒有了科技，生活會有很多的問題無法解決	7.455***	.777***	.386***	.925 刪除
因素五：科技的困難				
27. 你必須要很聰明才能學習科技	3.598***	.816***	.278***	.927 刪除
28. 科技只為聰明人存在	6.328***	.856***	.395***	.925 保留
29. 你必須要有天分才能學習科技	5.605***	.841***	.387***	.926 刪除
30. 只有當你的數學及科學兩方面都好時才能學習科技	6.750***	.840***	.401***	.926 保留
31. 我覺得學習科技很困難	10.682***	.662***	.542***	.923

*** p<.001

(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 and 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, and 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 .901，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 6 題。結果在「科技的興趣」因素刪除第 6 題、第 9 題、第 11 題、第 12 題及第 13 題，在「科技的重要性」因素刪除第 22 題。量表刪減為 22 題，各分量表為科技的生涯 (5 題)、科技的興趣(3 題)、科技的困擾(6 題)、科技

的重要性(5 題)及科技的困難(3 題)，各分量表之 Cronbach's α 分別為 0.956、0.815、0.916、0.834 及 0.749，總量表之 Cronbach's α 為 0.905，累積解釋變異量為 73.908%。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，得分越高，代表對於科技的態度越積極，反之則越消極。

表 2 科技態度各分量表摘要表

分量表名稱	科技的生涯	科技的困擾	科技的重要性	科技的困難	科技的興趣
題數	5	6	5	3	3
累積解釋變異量 (%)	35.192	52.047	63.611	69.797	73.908
分量表與總量表之相關	.853***	.968***	.568***	.440***	.819***
Cronbach's α	.956	.916	.834	.749	.815
量表整體 Cronbach's α	.905				

*** $p < .001$

2. 學生團隊參與創意競賽表現量表

學生團隊參與創意競賽表現量表係參考王裕宏 et al. (2011) 之量表編製而成，共分成四個構面：組成背景、知識運用、知識創作及創意競賽的表現。本量表採 Likert 七點計分，題項中有正向敘述題目及反向敘述題目；正向敘述以「非常不同意」計 1 分，「不同意」計 2 分，「稍微不同意」計 3 分，「無意見」計 4 分，「稍微同意」計 5 分，「同意」計 6 分，「非常同意」計 7 分；反向敘述則採反向計分。預試量表初稿編製完成後，並函請專家者針對問卷內容，分別就題意是否適切該構面、文句表達是否流暢、是否合乎教學實際情況等予以審查；經嚴謹的題目增刪與文句潤飾後，完成預試量表的編製，並挑選適當的預試樣本進行預試，搜集資料後進行項目分析及因素分析以建構量表之信度。

(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 and 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。結果在因素一組成背景中刪除第 2 題、第 7 題、第 9 題、第 10 題及第 11 題，在因素二知識運用刪除第 29 題；第 1 題、第 3 題、第 6 題、第 8 題、第 12 題、第 13 題、第 18 題、第 19 題、第 21 題、第 23 題、第 31 題、第 36 題及第 38 題考量其代表性予以保留。

表3 學生團隊參與創意競賽表現量表項目分析表

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：組成背景					

1. 我的團隊隊長很有領導能力。	3.568**	.561***	.42***	.956	保留
2. 我的團隊隊長很有主見。	3.056**	.574***	.323**	.957	刪除
3. 我的團隊成員中具有特殊才能的人 (如：美工、機電...等)。	3.713**	.565***	.472***	.956	保留
4. 團隊成員中具有豐富想像力的人。	4.832***	.637***	.556***	.955	
5. 團隊成員中具有豐富創造力的人。	4.522***	.657***	.548***	.955	
6. 團隊成員之間的意見會得到充分的 討論。	3.391**	.648***	.407***	.956	保留
7. 團隊成員之間的意見很容易達成共 識。	3.391**	.594***	.340**	.956	刪除
8. 團隊成員之間常常進行溝通協調。	3.507**	.729***	.492***	.956	保留
9. 參與競賽期間，團隊成員相處融洽。	2.490*	.560***	.380**	.956	刪除
10. 學校的老師會協助我的團隊解決所 遭遇的問題。	2.305*	.549***	.290**	.957	刪除
11. 學校會提供器材與設備，協助我的團 隊製作參賽作品。	1.552	.358***	.227*	.957	刪除
12. 我的家庭成員會協助我解決競賽所 遭遇的問題。	5.045***	.444***	.547***	.956	保留
13. 團隊成員的家庭成員會協助團隊解 決競賽所遭遇的問題。	4.011***	.511***	.516***	.956	保留
因素二：知識運用					
14. 參與競賽活動後，我知道機器人未來 運用的重要性。	9.682***	.683***	.658***	.955	
15. 參與競賽活動後，我知道程式設計未 來運用的重要性。	8.347***	.652***	.585***	.955	
16. 參與競賽活動後，我能將機器人的知 識觀念運用至專題成品構想中。	7.870***	.646***	.634***	.955	
17. 參與競賽活動後，我能將程式設計的 知識概念在日常生活中。	6.387***	.606***	.585***	.955	
18. 設計參賽作品時，我會選用合適的方 法來表達作品的設計圖。	4.273***	.626***	.535***	.956	保留
19. 製作參賽作品時，我會選用合適的材 料。	6.244***	.648***	.542***	.956	保留
20. 製作參賽作品時，我會選用合適的工 具處理材料。	5.396***	.605***	.561***	.955	
21. 設計參賽作品時，我會利用電腦軟體 畫出成品的設計圖。	6.485***	.650***	.499***	.956	保留
22. 設計參賽作品時，我會利用圖表來表 達成品的各部位功能。	6.064***	.695***	.591***	.955	
23. 設計參賽作品時，我會考慮成品的 外觀造型及色彩。	6.491***	.611***	.501***	.956	保留
24. 設計參賽作品時，我能夠畫出成品的 動作流程圖。	7.567***	.716***	.664***	.955	

25. 設計參賽作品時，我會利用比例尺去規劃模型的尺寸與大小。	7.686***	.725***	.634***	.955
26. 製作參賽作品時，我會考量創意的因素。	9.662***	.723***	.747***	.955
27. 製作參賽作品時，我會考量實用的因素。	5.165***	.632***	.576***	.955
28. 製作參賽作品時，我認為創意與實用性兩者並重。	7.686***	.722***	.683***	.955
29. 參賽的設計過程中若遇到問題，我會尋求專業人士的協助。	2.528*	.356***	.386***	.956 刪除
因素三：知識創作				
30. 在團隊會議上，我會提供自己的想法以尋求解決問題。	6.359***	.695***	.627***	.955
31. 在團隊會議上，我會先提出一些概念、想法或點子，以協助創意專題的發展。	3.931***	.628***	.493***	.956 保留
32. 在團隊會議中，我經常鼓勵團隊成員發表各自的想法。	5.111***	.676***	.597***	.955
33. 我能透過實驗及製作專題成品的過程中，找出成品的問題。	5.564***	.704***	.606***	.955
34. 創意發想時，我能以具體例證或實體的東西舉例加以說明。	8.674***	.799***	.746***	.955
35. 團隊會議上，我會從團隊成員的意見中產生新的構想。	5.866***	.733***	.663***	.955
36. 我會將專業的機器人知識，透過簡單的比喻來幫助團隊學習。	5.595***	.521***	.500***	.956 保留
37. 我能將日常生活的經驗運用在模型的設計製作上。	5.724***	.681***	.595***	.955
38. 團隊創造出的模型構想，我可以很清楚的說明其運作原理。	3.113**	.605***	.488***	.956 保留
39. 在會議討論中，我經常會在腦海中彙整大家的想法，以協助會議的共識。	8.082***	.709***	.671***	.955
40. 我會收集網路資訊，透過會議與團隊成員分享與交換知識，以獲得新的知識或觀念。	5.667***	.668***	.638***	.955
41. 我能將學校的所學，結合機器人的知識運用在模型的構想上。	5.706***	.713***	.635***	.955
42. 遇到問題時，我經常把以往類似的事件套用到目前的問題。	7.362***	.722***	.657***	.955
43. 參加本競賽能提昇我察覺問題的能力。	6.845***	.763***	.697***	.955
44. 參加本競賽能強化我運用材料的知識與技能。	8.224***	.774***	.684***	.955
45. 參加本競賽能增長我與別人溝通的能力。	6.125***	.695***	.633***	.955

46. 參與本競賽活動後，在我聽到新想法或理論時，會跟自己的經驗作比較，以助理解。	6.683***	.724***	.642***	.955
因素四：創意競賽的表現				
47. 團隊完成的作品，我認為非常具有創意。	7.424***	.860***	.688***	.955
48. 團隊完成的作品，我認為可以申請專利。	6.622***	.806***	.644***	.955
49. 團隊完成的作品，我認為思慮很周詳。	6.197***	.865***	.593**	.955
50. 團隊完成的作品，我認為很符合生活所需。	7.727***	.900***	.672***	.955
51. 團隊完成的作品，我認為未來具有發展潛能。	6.711***	.836***	.644***	.955
52. 整體而言，我對團隊完成的作品感到滿意。	6.944***	.788***	.657***	.955

*p<.05, **p<.01, *** p<.001

(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 and 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.814，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 22 題。結果在「組成背景」因素刪除第 1 題、第 12 題、第 13 題，在「知識運用」因素刪除第 16 題、第 17 題、第 18 題、第 21 題、第 23 題、第 24 題及第 25 題，在「知識創作」因素刪除第 30 題、第 31 題、第 32 題、第 33 題、第 34 題、第 35 題、第 39 題、第 40 題、第 43 題、第 44 題、第 45 題及第 46 題。量表刪減為 24 題，各分量表為組成背景 (5 題)、知識運用(8 題)、知識創作(5 題)及創意競賽的表現(6 題)，各分量表之 Cronbach's α 分別為 0.799、0.876、0.845 及 0.917，總量表之 Cronbach's α 為 0.924，累積解釋變異量為 64.584%。本量表以李克特式七等第作為等級區分，分為「非常同意」、「同意」、「稍微同意」、「無意見」、「稍微不同意」、「不同意」及「非常不同意」等七個尺度，分別給予 7、6、5、4、3、2、1 分。

表 4 中學生團隊參與創意競賽成效量表各分量表摘要表

分量表名稱	創意競賽的表現	知識運用	知識創作	組成背景
題數	6	8	5	5
累積解釋變異量 (%)	37.345	47.975	57.396	64.584
分量表與總量表之相關	.808***	.803***	.760***	.728***
Cronbach's α	.917	.876	.845	.799

量表整體 Cronbach's α	.924
-----------------------------	------

*** $p < .001$

參、目前研究成果：

一、單因子變異數分析

以學習機器人時間為自變項，科技態度為依變項進行單因子變異數分析，由表 6 可以得知不同學習機器人時間在科技態度整體考驗之 F 值等於 6.496，達到 .05 顯著水準，經事後比較發現學習機器人時間 2 年以上的學生，其科技態度顯著高於學習 1~2 年及 1 年以內的學生。

表 5 不同學習機器人時間之描述性統計表

學習機器人時間	平均數	標準差	個數
1 年以內	103.30	25.547	178
1~2 年	108.38	20.733	42
2 年以上	125.44	12.633	16

表 6 不同學習機器人時間在科技態度之變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 SS	自由度 df	平均平方和	F 檢定	事後比較
組間	7557.366	2	3778.683	6.496**	3>2,3>1
組內	135533.460	233	581.689		
總和	143090.826	235			

** $p < .01$

二、徑路分析

1. 變項相關分析

表 7 為「組成背景」、「知識運用」、「知識創作」及「創意競賽表現」變項間的相關矩陣，各變項間之相關皆為正相關且達 .05 顯著水準，其中「組成背景」、「知識運用」、「知識創作」三個變項之間相關為中高相關 ($r = .669 \sim .863$)，與創意競賽表現變項間之相關係數在 .629~.675 間，均為中度相關。

從「知識運用」與「知識創作」兩個變項具有高度相關來看 ($r = .863$)，即參賽學生對於知識運用越高，團隊中知識創作的活動能力就越好，顯現出參賽學生在經過長時間的競賽準備，透過學校教師及同儕間的腦力激盪及資料搜集，不僅提昇學生知識運用能力，進而發展其設計技巧，並能完成最後的專題作品，顯示出透過競賽來培養學生對於知識的探索及創作方面的成效具有其重要性。

表 7 變項間之積差相關

組成背景	知識創作	知識創作	創意競賽表現
------	------	------	--------

組成背景			
知識運用	.708***		
知識創作	.669***	.863***	
創意競賽表現	.629***	.648***	.675***

***p<.001

2. 變項徑路分析

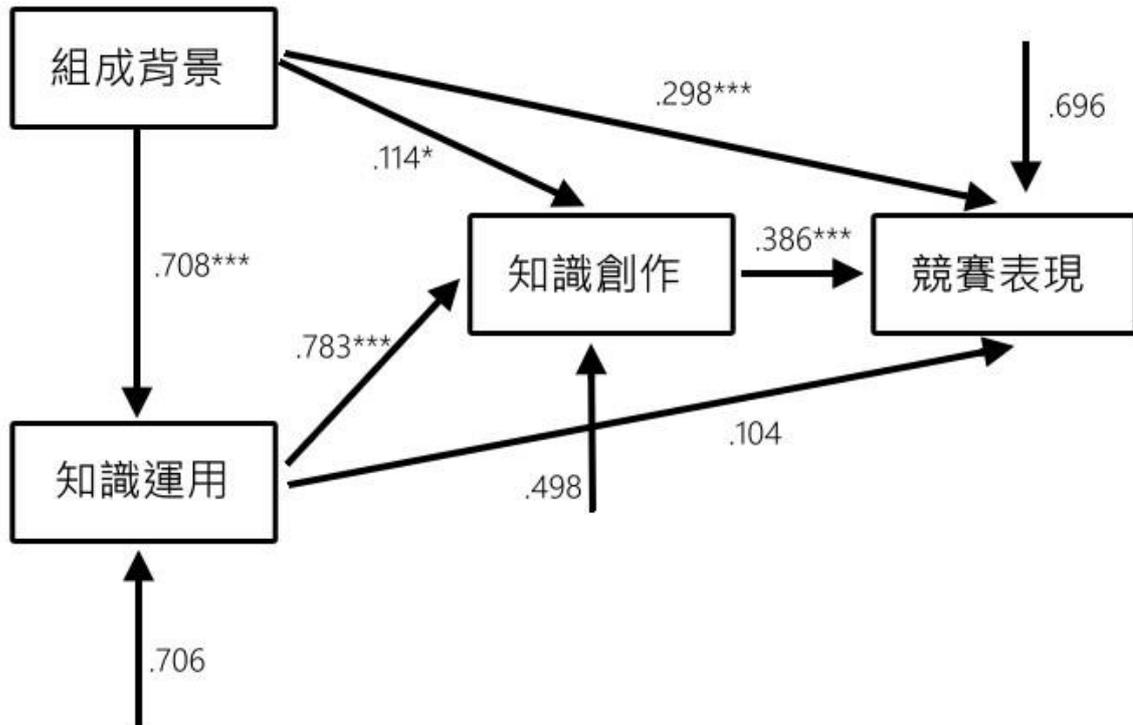
針對參與本競賽的學生團隊表現進行三次的迴歸分析，以「知識運用」為依變項時，可被「組成背景」自變項解釋的變異量為 50.2%($R^2=.502$)，以「知識創作」為依變項時，可被「組成背景」及「知識運用」自變項解釋的變異量為 75.2%($R^2=.752$)，以「創意競賽表現」為依變項時，可被「組成背景」、「知識運用」及「知識創作」自變項解釋的變異量為 51.5%($R^2=.515$)。

從表 8 變項間之迴歸分析摘要表發現，團隊「組成背景」對於「創意競賽表現」具有直接顯著效果，徑路係數為.298($p<.001$)，表示兩者間有正向的關係存在，團隊「組成背景」對於「知識創作」具有直接顯著效果，徑路係數為.114($p<.05$)，表示兩者間有正向的關係存在，表示團隊的「組成背景」可以直接影響「創意競賽表現」及「知識創作」，且具有因果關係。另外「組成背景」會透過「知識創作」中介變項影響到「創意競賽表現」。

另外從徑路分析圖發現，「知識運用」對於「知識創作」的影響最大，徑路係數為.783($P<.001$)，但「知識運用」對於「創意競賽表現」的影響不顯著，徑路係數為.104($p>.05$)，而且透過「知識創作」中介變項影響到「創意競賽表現」的間接效果也是顯著效果，故「知識運用」會透過「知識創作」影響「創意競賽表現」。

表 8 迴歸分析摘要表

	知識運用	知識創作	創意競賽表現
組成背景	.708***	.114*	.298***
知識運用		.783***	.104
知識創作			.386***
R^2	.502	.752	.515



變項徑路分析圖

肆、討論與建議

一、研究結論

由單因子變異數分析發現，學習機器人時間越長，其對科技的態度越好，因此可知學習機器人確實對於提昇科技態度有幫助。

本研究透過相關分析，發現「組成背景」與「創意競賽表現」確有相當程度的相關性，即具有較好的「組成背景」，其競賽表現越好，雖然學生是臨時組成的團隊，但因外在環境的支持，經由團隊良好的溝通、相處及分享，確實會影響競賽表現。「知識運用」會透過「知識創作」影響「創意競賽表現」，團隊學生透過不同知識的運用，並經由團隊討論，共同製作專題成品的過程，確實會對影響最後創意競賽表現。

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、科技態度外，還能培養學生的團隊合作能力，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。

伍、參考資料

- Ardies, J., De Maeyer, S., & Gijbels, D. (2013). Reconstructing the Pupils Attitude towards Technology-Survey. *Design and Technology Education*, 18(1), 8-19.
- 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.
- 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.
- Jenkins, E. (2006). Student Opinion in England about Science and Technology. *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 59-68.
- Johnson, R. T., & Londt, S. E. (2010). Robotics Competitions. *Tech Directions*, 69(6), 16-20.
- 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.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- 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, & 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.
- 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.
- 林民棟. (2006). *國小高年級學生科技態度之研究*. (碩士), 國立高雄師範大學, 高雄市.
- 張春興, & 楊國樞. (1998). *心理學(15 版)*. 台北: 三民.
- 陳昌文. (2004). *社會心理學*. 台北: 新文京.

附件二

陳政伶.(2007). *知識於創意設計中的角色*. (碩士), 國立台北科技大學, 台北市.

游光昭, 韓豐年, 徐毅穎, & 林坤誼.(2005). 國中學生科技態度量表之發展. *高雄師大學報*, 19, 69-83.

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.

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.