

國小學童參與科學營對科學與數學自我效能、學習動機與學習焦慮之研究

林勇吉

國立彰化師範大學 科學教育研究所

E-mail: yclin@cc.ncue.edu.tw

本研究旨在瞭解學生參與科學營後對其科學與數學自我效能、學習動機與學習焦慮之影響。本研究是準實驗研究採單組前後測設計，研究樣本共 90 人。研究結果指出整體而言學生在參與科學營後在提升自我效能、學習動機與降低學習焦慮有顯著的幫助；若以不同年級的學生來看，高年級與中年級學生在這三個向度都達到顯著差異，雖然低年級在學習焦慮向度未達顯著差異，但低年級學生在此向度的分數本來就偏低，意味未參加科學營前就呈現低學習焦慮；若以性別差異來看，幾乎男、女生都達到顯著差異，意味不同性別的學生，參與科學營都能得到幫助；若以參與次數來看，參與次數超過一次與第一次參與者均有顯著差異，這似乎隱含參與次數與否不是影響學生提升此三向度的依據；最後整體而言，學生參與科學營後，對科學營課程有正向的感受。

關鍵詞：科學營、自我效能、動機、焦慮

期刊分類：科學教育

壹、前言

近年來的國際測驗評比，例如「2012 國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA 2012)顯示台灣學生的科學素養持續落後給鄰近的亞洲高分群國家(台灣為第 12 名，落後給上海、新加坡、韓國等國)，即使數學素養在此測驗中獲得優異的第四名，然而其標準差卻是全球最高，這意味，學生數學素養的好壞差距非常嚴重(台灣 PISA 國家研究中心，2014)。

另外一方面，國際數學與科學教育成就調查 2011(Trends in International Mathematics and Science Study 2011, 簡稱 TIMSS 2011)的結果顯示台灣學生在數學與科學都有不錯的表現，但是在數學或科學的正向學習態度或學習信心都表現不佳，以數學為例，「不喜歡數學」、「認為數學無用」、「對數學沒自信」的比例都遠高於國際平均，甚至落後給鄰近同是高分群的亞洲國家(Martin, Mullis, Foy, & Stanco, 2012; Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012)。

從上述的結果來看，培養台灣學生的科學與數學素養，並且讓學生不排斥或甚至喜愛科學與數學似乎是一件刻不容緩的工作。為了達成這樣的目的，體制外、探究(inquiry)為基礎的科學與數學教育，扮演著不可或缺的角色(Fields, 2009)。Gibson 和 Chase (2002)的研究指出非制式的學習可以提升並且持續維持學生的學習興趣與對科學的認同感；Andrews (2001)談及體制外的科學學習經驗，是學生未來選擇持續學習科學或放棄科學的重要關鍵；美國國家科學教師協會(National Science Teacher Association [NSTA], 1998)則是指出非制式的科學教育能夠增加學生參與科學的時間，在認知、情意面向幫助學生，並啟發學生的創造力與豐富科學學習。

非制式學習包含的範圍很廣，凡學校外的生活經驗，都是非制式學習的一部分，例

如無形的文化傳承、博物館、動物園、科學營、電視、網路等(Leblebicioglu, Metin, Yardimci & Cetin, 2011; NSTA, 1998)。其中，科學營是目前頗受重視的體制外學習方式(Fields, 2009; Markowitz, 2004)，Leblebicioglu 等人認為科學營能夠提供參與者彼此充分的互動機會，並且科學營當中的藉由科學教育學者、科學家與學生的參與，能夠支持間此間的互動，進而提升學生對學習科學的正向態度。此外，科學營普遍被大眾認為能夠提升學生的學習動機、動手做的經驗、以及領導能力(Fields, 2009)。

就台灣的情況，多數科學營在寒、暑假舉辦，為期數天或數週，舉辦單位通常是大學系所、科博館或民間機構，例如台中國立自然科學博物館舉辦的 103 年高中生命科學研習營(<http://apply.nmns.edu.tw/public/activity/283/actAbbr.asp>)，即是利用寒假期間，連續三天舉辦生物科技的相關活動。儘管台灣科學營的舉辦很熱烈，但是針對評估科學營成效的研究並不多，並且在國外研究，科學營也是相對新的研究議題(Fields, 2009)，因此透過本研究可以加深研究社群對科學營成效的瞭解，此外本研究整合自我效能、學習動機、學習焦慮以及學生對於科學營課程的感受，這幾個向度在過去科學營相關研究中較少被討論，但卻對學生的學習很有助益。

基於上述，本研究目的如下：「瞭解國小學生參與科學營前後，對於科學與數學自我效能、學習動機與學習焦慮的改變；並調查國小學生對科學營課程的感受」。

貳、文獻探討

一、探究教學

本研究中的科學營以探究教學為主要理論支持。

探究意味科學家運用多元的方式，研究自然現象並根據研究結果提出解釋的程序(National Research Council [NRC], 2000)，探究也被認為是學習和瞭解科學的方式(Anderson, 2002)。對於探究教學的定義，目前沒有一定的共識(Artigue & Blomhøj, 2013)，廣泛來說，NRC(2000)的定義受到大家普遍重視，NRC 定義探究是一連串的過程，科學家或學生提出關於自然世界的問題，然後對現象進行探索，藉由這個行為，學生獲得知識，並且發展對於概念、準則、模型和理論豐富的瞭解；學生透過反應科學真實發生的過程，學習科學，並提出探究的五個基本特質：1.學習者參與到科學導向的問題(scientifically oriented questions)；2.學生優先找出證據，這可以允許他們發展和評鑑處理科學導向問題的解釋(explanations)；3.學習者從證據形成(formulate)解釋去處理科學導向的問題；4.學習者根據另有的解釋來評鑑解釋，尤其是這些解釋反應出科學的瞭解(scientific understanding)；5.學習者溝通和辨證(justify)他們所提出的解釋。

Minstrell (2000)列出一些對於探究的不同定義，例如：鼓勵好奇心(心智的習性)、引起學習動機的教學策略、動手做和用心想(hands-on and minds-on)、操作不同的工具去研究特殊的現象、由學生引發問題。Minstrell 認為探究是為了完成「行動開始前，我們應該知道我們不知道什麼，即使探索(investigation)失敗了，至少探究可以產生對於一些關於解答因素(factors)之瞭解」(p. 473)。

綜合上述，探究教學意味讓學生透過動手做和用心想的過程，模仿科學或數學家的態度進行學習，這意味學生是學習的主體，學習是探索、研究、推理的過程。

二、自我效能、學習動機與學習焦慮

影響學生學習成就的向度很多，研究指出學生的「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」是影響學生的科學與數學成就的重要因子。

「自我效能」定義為一個人對於自我能力的信念，這個能力包括組織與執行解決問題的必要行動，換言之，自我效能是一個人相信自己的能力是否能成功解決某一特定情境下的問題(Bandura, 1977)。一般而言，學生擁有較高的自我效能擁有較高的學習信心、較願意堅持於他們的興趣或活動上、較能夠克服挫折與挑戰(Meluso, Zheng, Spires, & Lester, 2012)。

「動機」指的是一個人的渴望、追求、完成某目標的驅力(Schunk, Meece, & Pintrich, 2014)，通常我們將動機區分為內在動機與外在動機。內在動機指的是內在的驅力促使學生從事某種學術活動，這通常是因為他們有興趣於學習，並且享受學習的過程(Schiefele, 1991)。通常具有內在動機的學生，能夠較專心、全面性的瞭解科學內容或技能，並且在此過程中能夠反思、自在與堅持學習某個學科(Cavallo, Rozman, Blinkenstaff, & Walker, 2003; Csikszentmihalyi & Nakamura, 1989)。相對於內在動機，外在動機指的是學生從事某項工作的意願來自於外在的理由，例如，父母的期待、重要他人的期待、外在獎勵、成績表現等(Schunk et al., 2014)。具有外在動機的學生比較不能向內在動機的學生那樣的堅持與努力，通常外在誘因消失後，學生的動機也跟著降低。此外，研究也指出強調外在動機，會負面影響內在動機的發展(Bain, 2004; Biehler & Snowman, 1990)。

「學習焦慮」通常被定義為感覺緊張、困難、或害怕，而這種非必要的情緒影響到學生的學習表現(Ashcraft, 2002)。高數學或科學焦慮的學生逃避學習數學或科學，例如 Ashcraft 指出，高數學焦慮的學生，選擇修習較少的數學課程(在美國的高中或大學)，即使他們選了數學，他們學習表現也不佳，此外，學習焦慮也造成學生負向的學習態度、低的學習信心，同時焦慮被認為是造成學生低自我效能的重要因子之一(Britner & Pajares, 2006; Lopez & Lent, 1992)。研究也指出高的學習焦慮降低學生的學習動機，並且也影響他們未來選擇以數學為相關職業的意願(Ashcraft, 2002)。

「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」彼此息息相關，提升學生的自我效能與學習動機、將降低學習焦慮，並產生較好的學習成就。例如 Schunk(1995)認為自我效能能夠預測學生的學習動機與學習成就；Pekrun (1988)提出學習動機、學習焦慮與學習成就關聯性的理論模型；Pajares(1995)指出自我效能是動機與行為的中介因子，並且雖然焦慮與學生的成就顯著相關，但是自我效能結合焦慮更能預測學生的成就。

研究也指出，提升學生自我效能、學習動機與降低學習焦慮，最有效的方式，即是教師透過愉悅、有趣或遊戲的方式來教授科學(CHOW & YONG, 2013; Meluso et al., 2012)，因此，我們相信本研究的科學營透過探究教學，提供學生一個正向、愉悅的學習環境，將能幫助發展上述三個向度，最終回饋到學生的科學與數學學習表現。

三、科學營與科學家的社群(community of practice)

科學營(例如本研究的科學營)通常包含真正科學家或真實的實驗室，吸引學童體驗專業科學家的實務或文化(Wenger, 1998)。Fields (2009)將這些科學營分成兩大類，第一類較注重學生主導的研究，由學生實際發想與執行一個完整的研究，並發表研究的結果，例如 Gibson 和 Chase (2002)的研究；第二類則是注重個別或小組，藉由協助科學家或由科學家的監控完成一個實驗活動，例如 Barab (2001)的研究，本研究的科學營較偏向第二類，注重由科學家(數學家)引導學生完成一個實驗活動，屬於引導式的探究學習。

Hay 和 Barab (2001)認為這兩類的科學營各有優缺點，第一類的科學營較注重學生的創意思考和自主性，然而忽略了幫助學生建立對科學家工作的認知；相對的第二類的科學營較類似認知師徒制(cognitive apprenticeship model)，則較連結學童與科學家所做的工作，但較缺乏發展關鍵技能，以及不瞭解整個研究的過程。儘管如此，Fields (2009)指出不論哪一類型的科學營都可以提升學生的學習興趣，以及自我效能。

參、研究方法

一、研究對象

本研究的研究對象為參與科學營的國小學童，其中低、中、高年級各 30 名，故共有 90 位學童，而這些學生的居住地區分佈在台中縣、台中市與彰化縣，大約有半數以上的學生不是第一次參與科學營隊相關活動。

二、科學營的課程內容與進行方式

本研究之科學營是由某著名科學基金會所舉辦，活動舉辦時間是民國 93 年 2 月 2 日至 2 月 6 日，屬於寒假期間，該基金會舉辦科學營隊已有多年的歷史，活動內容是進行一些趣味的科學與數學活動，其設計宗旨與該基金會的宗旨一致，包括在於讓學生學習科學的方法、讓學生產生學習興趣與減低學生學習焦慮，其進行的方式是由大學教授進行教學並讓學生可以動手操作，而大學生從事輔助教學的工作。科學營活動範例如附錄一。

三、研究工具

本研究工具可分為學生的前、後測問卷。說明如下：

本問卷是參考曹宗萍和周文忠(1998)的國小數學態度量表與 Scantlebury, Boone, Kahle 和 Fraser (2001)關於科學態度量表編制而成，在數學態度量表部分，原始量表的內部一致性係數為 0.92；在科學態度量表部分，原始量表信度係數為 0.70。在編製完成後，分別由一位科學教育專家與一位資深國小科學教師進行審視，並修改語句或刪除不當試題，整個量表完成後，在選擇研究者任職學校鄰近國小學生 60 名進行施測，獲得內部一致性係數分別為 0.79(前測試卷)、0.75(後測試卷)。

本研究之問卷在前測部分有 12 題，其中 1-4 題是關於自我效能；5-8 題是關於學習動機；9-12 題是關於學習焦慮。採 Likert 五分等地法，每題皆可分為「非常不同意」、「不同意」、「不一定」、「同意」與「非常同意」等五個選項，其得分高低依序為 0、1、2、3、4、5 分，同意度越高得分越高，中間值為 3 分。在後測部分，除了與前測相對應的 12 題外，還增加了 3 題(13-15)，這部分的問題是關於課程方面的問題，也是選擇題，主要在了了解學生對於活動課程的感覺，包括是否覺得課程有趣，是否容易集中精神學習。

下表 1 呈現了這些題目題數與範例。特別說明，我們在前後、測使用不一樣的試題，然而這些在相對應的前後測試題大致上意義相符，只是語句略有不同，主要是為了避免同學記憶前次填答的結果。此外，在國小低年級的試卷中我們在文字旁加上注音，並對一些語句進行必要的修改，例如低年級中「自然」科目改為「生活」科目。

表 1: 學生問卷題目與測驗項目

主題	題數	前測試題範例	後測試題範例
自我效能	4	1. 我覺得我的數學和自然學的還不錯喔。	1. 我覺得數學和自然不會很難。
學習動機	4	5. 如果學校沒有數學或自然課，我會覺得很難過。	5. 我覺得想數學或自然題目很無聊。
學習焦慮	4	9. 每次要上數學和自然課時，我就很害怕	9. 老師問我數學或自然問題時，我會很害怕與緊張。
課程	3	無	13.我覺得這次科學營的課程很有趣

註: 1, 5, 9, 13 代表題號

四、資料收集與分析

本研究在科學營活動正式開始前，先對所有學童進行問卷施測，待活動結束後，再次對學生進行施測，一次施測時間約 30 分鐘。

為了瞭解學生在參與科學營前後，在科學與數學的學習動機、自我效能與學習焦慮之改變情形，研究者使用 spss17.0 版軟體，以相依樣本 t-test 檢驗前後測差異，對於所得的研究資料進行分析，其研究結果如下所述。

肆、研究結果

一、學生的自我效能、學習動機與學習焦慮

表 2 呈現學生在自我效能、學習動機與學習焦慮這三個向度的前後測平均分數、標準差及 p 值。

由表 2 的結果，我們可以發現全體學生在自我效能(M1=3.99, M2=4.21, $p<.01$)、學習動機(M1=4.07, M2=4.39, $p<.01$)與學習焦慮(M1=2.03, M2=1.81, $p<.01$)，參與科學營前、後測皆達到顯著差異，這意味，學生在科學營後提升了自我效能與動機且降低學習焦慮，特別一提的是這些學生的 M1 皆很高，接近 4 大於中間值 3，代表在未經活動前，這些學生就具有良好的自我效能與學習動機，同時在學習焦慮的前測平均值(M1)等於 2.03，低於中間值 3，也意味其學習焦慮原本就不高。下面我將針對這些不同年級的學生，做更進一步的數據分析。

表 3 呈現不同年級學生(高、中、低年級)在參與科學營後，科學與數學自我效能、學習動機與學習焦慮的前後測差異。

表 3 高年級學童部分，其自我效能(M1=3.96, M2=4.24, $p<.01$)、學習動機(M1=4.14, M2=4.49, $p<.01$)與學習焦慮(M1=1.98, M2=1.69, $p<.05$)之前後測皆達到顯著差異，意味高年級的學生在經科學營活動自我效能與學習動機皆有提升，同時學習焦慮降低，在此我們注意其前測平均，不論自我效能(M1=3.96)與學習動機(M1=4.14)其平均分數皆非常接近 4(5 等第量表，滿分為 5 分)，而學習焦慮前測平均接近 2(M1=1.98)，這表示高年級的學生在未經科學營活動時就有不錯的自我效能與學習動機，同時學習焦慮也低於中間值 3(5 等第量表，5 分為最高值)，推敲其可能的原因在於這些學生有半數不是第一次參與類似的活動，同時有意願參與本科科學營隊的學生，可能本身對於科學與數學學習就有不錯的信心與動機。

表 2：全體學生的「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」前後測差異

	Pre-test			Post-test		
	N	M1	SD	M2	SD	P
自我效能	77	3.99	.41	4.21	.37	.005**
學習動機	74	4.07	.48	4.39	.39	.000**
學習焦慮	77	2.03	.51	1.81	.33	.008**

註：M1 前測平均分數；M2 後測平均分數；N 樣本數；SD 標準差；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$

表 3：不同年級學生的「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」前後測差異

	高年級			中年級			低年級		
	N	M1 (SD)	M2 (SD)	N	M1 (SD)	M2 (SD)	N	M1(SD)	M2 (SD)
自我效能	27	3.96 (.50)	4.24 (.59)**	26	3.91 (.56)	4.33 (.57)**	24	4.10 (.21)	4.06 (.27)
學習動機	27	4.14 (.59)	4.49 (.53)**	24	3.96 (.53)	4.43 (.54)**	23	4.12 (.12)	4.22 (.12)
學習焦慮	27	1.98 (.76)	1.69 (.74)*	27	2.15 (.46)	1.74 (.61)**	23	1.96 (.43)	2.00 (.39)

註：M1 前測平均分數；M2 後測平均分數；N 樣本數；SD 標準差；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$

同樣的在中年級學童的自我效能(M1=3.91, M2=4.33, $p < .01$)、學習動機(M1=3.96, M2=4.43, $p < .01$)與學習焦慮(M1=2.15, M2=1.74, $p < .01$)前後測中也呈現顯著差異，意味中年級學生在經科學營活動後，其自我效能與學習動機獲得提升，而學習焦慮則是下降的，其中自我效能(M1=3.91)與學習動機(M1=3.96)前測成績也是接近 4 高於中間值 3，其結果與高年級學童相似，其可能原因也高年級相似。

在低年級部分，則出現了與高年級、中年級較不一致的結果，在自我效能上，前測成績 M1 等於 4.10，還略高於後測成績 M2 的 4.06，而學習動機前測成績 M1 等於 4.12，後測成績 M2(4.22)則是略高於前測成績 M1，而在學習焦慮也是前測成績 M1(1.96)略高於後測成績 M2(2.00)，但皆未達顯著差異；然而其自我效能與學習動機動機的 M1(4.10, 4.12)皆接近 4，高於中間值 3，這意味低年級的學生，在未經科學營活動前就有不錯，自我效能與學習動機，然而在經科學營活動後，卻無顯著的提升，這可能的原因在於學生先前的平均分數就很高，所以提升有限，或是低年級學生不了解問卷作答方式，不能真實表達心中的想法，亦或是本科學營活動對於低年級學生之助益不大。

表 4 呈現不同性別學生(男生、女生)在參與科學營後，科學與數學自我效能、學習動機與學習焦慮的前後測差異。

表 4 中我們可以發現不同性別的學生在「自我效能」(男生：M1=3.99, M2=4.24, $p < .05$ ；女生：M1=3.93, M2=4.15, $p < .05$)與「學習動機」(男生：M1=4.16, M2=4.44, $p < .05$ ；女生：M1=3.94, M2=4.26, $p < .01$)的前後測均達到顯著差異，這意味不同性別的學生在參與科學營後，其自我效能與學習動機都有成長；然而在學習焦慮這個向度，僅男生達到顯著差異，從前測成績 M1=2.30 下降至後測成績 M2=1.64 ($p < .01$)，女生則是未在前後測出現顯著差異(M1=1.83, M2=1.93, $p > .05$)，這意味參與科學營後，男生的學習焦慮降低，但是女生卻沒有這樣的現象，進一步來看，女生的前測成績已經是相對低的 1.83 (五等第量表，中間值=3)，這意味在參與科學營前女生的學習焦慮已經是相對低的，因此參與之後能影響的程度有限。

表 4：不同性別間「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」前後測差異。

	男生			女生		
	N	M1 (SD)	M2 (SD)	N	M1 (SD)	M2 (SD)
自我效能	41	3.99 (.54)	4.24 (.56)*	36	3.93 (.44)	4.15 (.50)*
學習動機	41	4.16 (.52)	4.44 (.50)*	33	3.94 (.39)	4.26 (.57)**
學習焦慮	40	2.30 (.41)	1.64 (.39)**	37	1.83 (.37)	1.93 (.35)

註：M1 前測平均分數；M2 後測平均分數；N 樣本數；SD 標準差；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$

表 5：不同科學營參與次數「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」前後測差異

	參與次數=1			參與次數>1		
	N	M1 (SD)	M2 (SD)	N	M1 (SD)	M2 (SD)
自我效能	34	3.88 (.41)	4.16 (.47)**	43	4.01 (.45)	4.31 (.38)**
學習動機	33	3.97 (.42)	4.28 (.39)*	41	4.15 (.61)	4.51 (.55)**
學習焦慮	34	2.15 (.44)	1.95 (.38)*	43	1.86 (.41)	1.62 (.47)*

註：M1 前測平均分數；M2 後測平均分數；N 樣本數；SD 標準差；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$

表 5 呈現不同科學營參與次數的學生(第一次與非第一次)在參與科學營後，科學與數學「自我效能」、「學習動機」與「學習焦慮」的前後測差異。

從表 5 中可以發現，第一次參與的學生略少於非第一次參與的學生(N=34, 43)，雙方差距約在 10 人左右。兩個組別的學生在「自我效能」(第一次：M1=3.88, M2=4.16, $p < .01$ ；非第一次：M1=4.01, M2=4.31, $p < .01$)、「學習動機」(第一次：M1=3.97, M2=4.28, $p < .05$ ；非第一次：M1=4.15, M2=4.51, $p < .01$)與「學習焦慮」(第一次：M1=2.15, M2=1.95, $p < .05$ ；非第一次：M1=1.86, M2=1.62, $p < .05$)等三個向度均達到顯著差異，意味參與科學營後，這兩個組別學生均能提升自我效能與學習動機，並降低學習焦慮。進一步比較兩組的前測平均成績，發現非第一次參與的前測成績均優於第一次參與的學生(第一次：M1=3.88, 3.97, 2.15；非第一次：M1=4.01, 4.15, 1.86)，這似乎意謂曾經參與過科學營的學生有較好的自我效能、學習動機與較低的學習焦慮，然而這仍需未來研究進一步證實。

表 6 呈現學生在參與科學營後對於課程活動的感受，其中可以發現整體而言，大都覺得課程很有趣(第 13 題，整體 M=4.64)、並且能夠集中精神上課(第 14 題，整體 M=4.29)、也能理解教師教授的內容(第 15 題，反向題，M=.93)，即使從低、中、高年級來看，也大致呈現類似的結果，顯示學生對於科學課程持正向的感受，並能投入課程之中。

表 6：學生對於課程活動的感受

	低年級			中年級			高年級			整體		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
13.我覺得這次科學營的課程很有趣	28	4.71	.46	28	4.54	.69	25	4.68	.90	81	4.64	.70
14.在這次科學營的課程中，我很容易集中精神上課	28	4.18	.67	28	4.32	.91	26	4.38	.85	82	4.29	.81
15.在這次科學營中，我無法理解老師所教的內容*	28	0.71	.85	29	0.69	.97	26	1.42	1.30	83	0.93	1.09

註：M 平均數；SD 標準差；N 樣本數；*，反向題；13, 14, 15 代表題號

伍、結論

從上述研究結果，我們發現整體而言學生在參與科學營後在提升自我效能、學習動機與降低學習焦慮有顯著的幫助；若以不同年級的學生來看，高年級與中年級學生在這三個向度都達到顯著差異，雖然低年級在學習焦慮向度未達顯著差異，但低年級學生在此向度的分數本來就偏低，意味未參加科學營前就呈現低學習焦慮；若以性別差異來看，幾乎男、女生都達到顯著差異，意味不同性別的學生，參與科學營都能得到幫助；若以參與次數來看，可以發現科學營參與次數超過一次與第一次參與者並無顯著差異，這似乎隱含著參與次數與否不是影響學生提升此三向度的依據；最後整體而言，學生參與科學營後，對科學營課程的感受都高過 3.5 分(五等第量表，滿分五分)，這意味此課程受到學生的喜愛。

本研究結果與先前研究結果相符(Fields, 2009; Leblebicioglu et al., 2011)，參與科學營對學生的科學與數學學習有幫助，尤其在自我效能、學習動機和學習焦慮三個向度上，對於未來研究，我們建議後續研究者可以研究參與科學營的長期效益，本研究的後測調查在科學營課程結束之後，然而我們缺乏參與科學營經驗能夠長期影響學生對科學喜愛程度的證據；此外，科學營的課程設計、科學營活動期間的長短等都是未來值得進一步探討的主題。

致謝

本文在資料蒐集與撰寫過程受到彰化師大物理系吳仲卿教授、科學教育所段曉林教授的鼎力協助，在此致上最高謝意。

參考文獻

1. 曹宗萍、周文忠(1998)。國小數學態度量表編製之研究。載於八十七學年度教育學術研討會論文集第三冊(第 1211-1245 頁)。台北市: 台北市立師範學院。
2. Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
3. Andrews, K. (2001). *Extra learning: New opportunities for the out of school hours*. London: Kogan Page.
4. Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810. doi: 10.1007/s11858-013-0506-6
5. Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185.
6. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191-215.
7. Barab, S. A. (2001). Doing science at the elbows of experts: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 70-102.
8. Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.
9. Cavallo, A. M., Rozman, M., Blinkenstaff, J., & Walker, N. (2003). Students' learning approaches, reasoning abilities, motivational goals, and epistemological beliefs in differing college science courses. *Journal of College Science Teaching*, 33(3), 18-23.
10. CHOW, S. J., & YONG, B. C. S. (2013). Secondary school students' motivation and achievement in combined science. *US-China Education Review B*, 3(4), 213-228.
11. Csikszentmihalyi, M., & Nakamura, J. (1989). The dynamics of intrinsic motivation: A

- study of adolescents. In C. Ames & R. Ames (Eds.), *Research on motivation in education: Goals and cognitions* (Vol. 3, pp. 45-72). San Diego: Academic Press.
12. Fields, D. A. (2009). What do students gain from a week at science camp? Youth perceptions and the design of an immersive, research-oriented astronomy camp. *International Journal of Science Education, 31*(2), 151-171. doi: 10.1080/09500690701648291
 13. Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education, 86*(5), 693-705.
 14. Hay, K. E., & Barab, S. A. (2001). Constructivism in practice: A comparison and contrast of apprenticeship and constructionist learning environments. *The Journal of the Learning Sciences, 10*(3), 281-322.
 15. Leblebicioglu, G., Metin, D., Yardimci, E., & Cetin, P. S. (2011). The effect of informal and formal interaction between scientists and children at a science camp on their images of scientists. *Science Education International, 22*(3), 158-174.
 16. Lopez, F. G., & Lent, R. W. (1992). Sources of mathematics self-efficacy in high school students. *The Career Development Quarterly, 41*(3), 3-12. doi: 10.1002/j.2161-0045.1992.tb00350.x
 17. Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
 18. Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education, 59*(2), 497-504. doi: 10.1016/j.compedu.2011.12.019
 19. Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: A summary. In J. Minstrell & E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 471-496). Washington, DC: American Association for the Advancement of science.
 20. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
 21. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
 22. National Science Teacher Association. (1998). Informal science education: Position statement of the National Science Teacher Association. *Journal of College Science Teaching, 28*, 17-18.
 23. Pekrun, R. (1988). Anxiety and motivation in achievement settings: towards a systems-theoretical approach. *International Journal of Educational Research, 12*(3), 307-323. doi: http://dx.doi.org/10.1016/0883-0355(88)90008-0
 24. Scantlebury, K., Boone, W., Kahle, J. B., & Fraser, B. J. (2001). Design, validation, and use of an evaluation instrument for monitoring systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(6), 646-662. doi: 10.1002/tea.1024
 25. Schiefele, U. (1991). Interest, learning and motivation. *Educational Psychologist, 26*(3 & 4), 299-323.
 26. Schunk, D. H. (1995). Self-efficacy, motivation, and performance. *Journal of Applied Sport Psychology, 7*(2), 112-137.
 27. Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (4th ed.). Boston: Pearson Education.
 28. Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

附錄一、活動範例：圓錐帽的製作

假如你現在要參加一個化裝舞會，你會需要一頂圓錐帽（巫婆帽），現在讓我們動手來做一個屬於你自己的圓錐帽吧。

製作步驟：

1. 用鉛筆、圖釘和細繩畫出一個半徑 25 公分的圓。並將它剪下來。
2. 從外圍沿任一半徑剪向圓心，接著轉動 圈剪第二刀，將這個剪下的 圓拿開。
3. 用膠帶把剩下的 圓貼起來，並為它上色，加上裝飾，如此就完成一頂你自己的圓錐帽了。
4. 僅將步驟 1 中的半徑改成 10 公分，再重複步驟 1-3，再做一頂圓錐帽。
5. 僅將步驟 2 中的剪下 圓，改成剪下 圓，再重複步驟 1-3，再做一頂圓錐帽。

動動腦，回答問題：

1. 日常生活中還有哪些是圓錐形？它的特徵為何？
2. 觀察這三頂帽子，改變圓的半徑對圓錐帽有何影響？增加剪去的圓面積對圓錐帽有何影響？
3. 原來平面圓中的圓心，現在位於圓錐的哪裡？
4. 你要如何做一頂高 50 公分的巫婆帽？