

「防災機器人應用創作」未來想像教學方案之 行動研究

蔡錦豐¹、陳嘉彌²

¹屏東縣同安國民小學教師、²國立臺東大學教育學系教授

摘要

本研究旨在探討「防災機器人應用創作」未來想像教學方案課程實施中所面臨的困難與克服之道，並了解學生在接受本教學方案課程實施後，在未來想像整體能力上的改變情形。本研究採行動研究取向，以研究者任教之五年級學生為對象，每周一節，為期十八周的教學，本研究採用「想像力測驗」為教學前後測之量化工具，並利用教學觀察、學生文件資料及研究者之省思札記進行資料分析，研究結果顯示：本教學方案實施後，在學生在未來想像之流暢力與獨創力兩個分項上的進步情形最為顯著，且在整個行動方案教學中，學生的未來想像能力是有所提升的。研究者也發現，學生在本教學方案實施期間，亦具有高度的學習動機，並積極參與專題製作，完成製作後皆有良好的成就感。

關鍵詞：未來想像、防災教育、機器人

壹、緒論

一、研究背景與動機

近年溫室效應擴大，地球暖化危機已然不可免，而台灣地處環太平洋地震帶、並且年年颱風肆虐，水災頻傳，極端氣候造成的經濟損失甚巨，各方無不盡全力謀求對策。筆者任教於屏東林邊莫拉克災區附近，目睹災情對當地所帶來的巨大損失。個人以為平日學校單位除落實防災教育外，若能以科技的方式或策略來解決或預防災害所帶來的問題，則不失身為一位生活科技教師之使命。

防災教育是學校教育中不可忽視的一環，教育部雖已在 2004 年制定完成「防災教育白皮書」(教育部，2004)，但現今實行的正式課程上並未單獨設科來教授。因此教師必須發揮專業自主的能力，在自然與生活科技、社會領域、健康與體育或綜合活動學習領域等相關課程融入防災教育的學習，但目前防災教材常僅止於靜態性的知識理解與宣導，未能吸引學生學習興趣。防災課程若能更接近生活化、遊戲化或採動手做的學習過程，應能吸引學生的學生興趣，適逢教育部正推動「未來想像與創意人才培育」計畫(教育部，2009)，其目的在於培育學生想像可能的未來、創造期望的未來和適應多變的未來之能力與動力。研究者任教於國小，在教導學生「科技創作」課程教學中，認為若給予學生適當的工具與材料進行動手做學習，相信對孩子對於未來的想像力與防災學習興趣能有一定的助益，而在科技動手做的材料中，能支援建構出學習環境與激發出學生創造力的，研究者認為採用機器人學習套件將對學生未來想像有相當的助益。

綜合上述，本方案之教學構想即在於結合防災教育於機器人應用創作中，引導並鼓勵學生在預設的災害環境去發揮想像解決未來生活中可能遭遇的災害問題，並以未來工程師的角度嘗試去想像與實作創新防災機器人來謀求解決之道。

二、研究目的與問題

(一) 探討本教學方案實施之成效？

(二) 探討本教學方案教學過程中會遭遇哪些問題？如何因應與修正？

三、重要名詞解釋

為便於研究進行與敘述，茲將本研究所涉及之重要名詞定義如下：

（一）防災機器人

本研究所稱的「防災機器人」意指以 **Lego Mindstorms NXT** 機器人套件（以下簡稱 **Lego Mindstorms**）為科技媒介，配合防災前導課程後，讓學生去創作出具想像性與可行性的自動化防災系統或機器結構。

（二）未來想像

教育部（2009）將「未來想像」定義為：想像力、創造力與未來力三者之交集，意即「有創意的想像、並創造有價值的未來」。因此本研究之主要目的在評估學生在實施未來想像教學方案前後，在未來想像整體表現能力上之改變情形為何。

貳、文獻探討

一、災害與防災教育

從古自今，天然災害一直是人類生活中必須面對的問題，過去人們為保障身家財產，往往選擇逃避來因應，然在文明科技逐漸日新月異後，人開始相信人定勝天，於是藉由科技系統來防止災害發生。然而科技再怎麼進步，我們還是無法有效預料災害何時發生，但我們仍可依據災害的類型來加以防範、準備、應變與事後有效處理災害所帶來的問題，這也是為何教育部一直致力於推動防災教育的主因（教育部，2004）。而根據教育部防災教育白皮書指出，防災教育旨在培養學生具備防災素養，其中防災素養包括：1、防災知識：學生需對天然災害有所認識後，才能知道如何防範、減低及因應天然災害。2、防災技能：具備防災的相關能力，如在日常生活中能夠規劃災害逃生計劃、應變和處理天然災害的危機、或準備救難維生包等相關技能。3、防災態度：能夠覺知天然災害發生的必然性、對天然災害的發生持有正確的態度和價值觀、能夠身體力行防災的準備和宣導。所以培養並提升人民的防災素養將可減少社會與個人的損失，而防災素養的提升應落實在國民義務教育課程中。在推動防災教育所採用的策略中，曾有研

究者利用 STS 課程（胡麗華，2007）、WebQuest 問題導向學習（王齡瑤，2010；廖啓宏，2011）於防災教學中，發現對孩子在防災知識與技能與防災的態度上有明顯的提升；亦有採用遊戲式學習來促進學生瞭解防災觀念上的正確性（林家賢，2012）。

本研究採機器人動手做學習策略，其內涵即包括從遊戲中學習與從問題情境中學習兩大策略，在機器人套件的組裝與操作過程中，學生即能在創作中充分發揮想像力，對於學生防災素養之應能有一定的助益。

二、Lego Mindstorms NXT 機器人套件

本課程教學方案採科技動手做的學習模式，讓學生發揮想像力去設計機構或產品來解決未來災害可能發生的問題。詹志禹與陳玉樺（2011）指出：針對未來可能發生的問題，提出規劃或可能的解決途徑，並實際解決問題，這就是正在創造未來。本研究課程設計主要以 Lego Mindstorms 機器人套件為動手做操作材料，該教學產品之特性主要是讓使用者依問題特性、想像力與用途來組合積木零件，並配合圖形化界面的環境 NXT-G 軟體來程式化設計的機構（作品）。該產品主要以 Seymour Papert（1993）提出的建造論為理論基礎，透過體驗式學習、遊戲中學習科學及動手做實際操作，各種探索式的學習，讓參與學生從中建構屬於自己的科學知識及解決問題的能力。近年許多 Lego Mindstorms 的相關研究發現（蔡錦豐，2009；林智皓，2007；吳志緯，2002），透過動手組合、建構、修改與嘗試錯誤之後立即修正，確實對學生在創造力與問題解決能力上有一定的助益。然而上述研究主要是讓中、高年級學生完成操作既有的 Lego Mindstorms 範例課程或既有封閉、單一面向的問題，這些問題較為明確且易於操作。本研究試圖解決的災害情境，在問題範疇上偏向開放式的未來想像，學生需主動「創造」問題、界定問題，並尋求問題的解決途徑，如此，學生需要具有對機器人操作熟稔度之後，才能進一步在真實的情境中發揮創新能力、與展現未來思考力。

就問題解決能力與未來想像關係而言，本研究透過未來災害所可能帶來的問題給予學生適當的情境，正可以促成想像力、未來力的提升，並且透過 Lego Mindstorms 為解決問題之操作載體，促使學生對遭遇的問題具多元的未來思考，來產出有創意的產品或解決策略。

三、未來想像的意涵

「未來想像與創意人才培育」中程計畫裡的定義：「未來想像」為想像力、創造力與思考未來的能力，這三種能力的交集，以及特別關連的基本素養（包含問題解決、思辨力、溝通表達、創新領導、終身學習、社會發展與人文關懷、永續發展與環境關懷），意即「有創意的想像、並創造有價值的未來」（教育部，2009）。就本研究而言，解決災害所帶來的問題，並以科技的手段去解決，即為「有創意的想像」，而創造出防災機構或系統來解決未來可能發生的問題，即為「創造有價值的未來」。創造力定義常因研究者角度不同而有多元的見解（陳龍安，2006；郭有遙，2001；葉玉珠，2000）。若依「未來想像」定義，研究者認為創造力則應具有價值性、適用性的意涵，且偏向具產出歷程的科技創造力範疇。在想像力的研究中，Dewey（1910）指出：想像能讓人們超越現實見聞而看到未知，能補充人們的幻想，深化人們的觀察，解除人們的邏輯束縛。想像是一種重組或結合元素及事物的能力，除了是創造力的基礎之外，更是文化、藝術、科學及科技創造的重要成分（Vygotsky, 2004）。所以創造力與想像力是有密切關連的，若能把想像透過材料加以具體化，則有助於未來想像的發揮。「未來力」即未來思考的能力與動力，意即先利用既有的想像力，透過未來思考的歷程，再藉由創造力的搭配與催化下，產生各種不同的未來想像場景以提供人們選擇對自己最有利的未來。在未來思考中，想像力就是它的能力，而創造力就是它的動力（詹志禹、陳玉樺，2011）。

雖然「未來想像」為一新興教育議題，然若從上述未來想像定義之內涵去探討，則相關研究結果發現，若透過遊戲式、情境式、問題探究式等教學策略來進行課程學習，則有助於學生想像力與創造力的提升。由上述研究結果，也可以發現未來想像與問題解決能力有密切不可分的互動關係，而未來想像的課程設計發展，應可從充滿問題的情境中教導學生從多元的取向去探索、提出解決的方式與策略並產出具創造力的適切性、有用性產品或反應。再者，考量目前現有之評量工具，大多著重在評估學生創造力或想像力方面的能力，無法測量符合本研究之「想像力、創造力與未來力三者交集」的未來想像整體表現能力，故本研究決定選擇由「想像力測驗」（林偉文，2012）作為本研究之量化評量工具。

四、動手做教學模式

本研究藉由機器人應用創作於防災教學，激發學生未來想像能力，故探究機

器人動手做套件之教學模式有其必要。在國小階段，動手做課程常見於自然與生活科技領域，該領域旨在培養學生具備科技素養，生活科技亦強調從做中學，讓學生在活動過程中發現問題，並鼓勵學生創意思考、解決問題，可以讓學生能將課本上所學的知識應用在實際生活當中。所以在進行生活科技教學時，常利用各種動手做的活動來讓學生動手做。在活動中常有許多自然現象或需使用數學或科學原理來解釋的步驟，而採用 MST 教學模式（陳誼嫻，2008）；也有採用建構主義特性的教學模式五 E 學習環教學模式（陳裕方，2005；楊清智，2012），讓學生在參與、探索後所習得的概念，拓展與應用在新的情境中。又基於 Lego Mindstorms 學習理論基礎源自於 Seymour Papert 的建造論，建造論又根源於建構論，專題學習導向（Project-Based Learning，簡稱 PBL）即以建構主義理論為基礎，並使用「專題」來組織學習的一種學習模式。「專題」則由一連串真實且複雜的任務組成，有著具挑戰性的疑難問題，包括需要學生發想設計、問題解決、決策擬定或進行研究活動，讓學生有機會進行較長期，且以學生為中心的活動，最終能完成實質的成品或呈現報告（Thomas, 2000）。PBL 強調從做中學、合作學習、探討、分析與成果展示，學習者經由問題的導引來展開一連串的問題解決，藉由解決問題的過程中，觀摩同儕的觀點或彼此的切磋、分享與討論，以培養高層次的思考與問題解決技能（李華隆，2004）。專題導向學習並具有六項教育功能（沈中偉，2002；羅文基，1999）：自主學習、發現學習、有意義的學習、統整學習、合作學習與開放學習。然而在運用科技相關 PBL 的研究中（郭怡今，2004；李郁芬，2010；顏膺修，2012），研究者發現 PBL 學習並非丟給學生一個議題就讓學生自由發揮，為使專題導向學習順利完成目標，教師需先讓學生於課堂中建立相關知識與概念，學習成效才會具有成效。

本研究主要教學對象為五年級學生，且學生在中年級階段曾接受 Lego Mindstorms 基礎課程教學，對於 Lego Mindstorms 的操作有一定的熟稔度，主要教學目標在於讓學生應用機器人創作來解決未來的災害可能造成的問題，防災問題情境即為開放式，本教學方案即採用 PBL 教學模式讓學生經由教學者引導後透過分組合作來自主學習並主動發現問題或創造問題，如此將有利於未來想像各項能力的提升。

參、研究方法與步驟

一、研究對象

研究者選擇自己任教彈性領域的五年級甲、乙兩班學生為研究對象，計兩班，男生 16 人，女生 15 人，共計 31 人。由於學校每兩年為學生進行一次編班，編班方式採 S 型之模式作為學生編排之依據，因此各班學生的基本素質之差異性並不大。

二、使用教材與教學模式

「防災機器人應用創作」方案為期一個學期，每周一節課，計 18 次上課。囿於方案期程、人力與經費限制，無法對所有天災進行未來專題導向學習，本研究之課程設計即設定在家鄉所遭遇的「莫拉克颱風」導致水災帶來的危害為範疇，討論其造成的危害來進行未來想像。依文獻探討，專題導向學習（PBL）課程內容若能包含前導知識課程，學生在相關知識與概念的建立則有所助益，故課程內容前期規畫領域知識與情意性（社會關懷）的災害相關課程，並導入科技在水災中可扮演的角色與功能，提供充分資訊給予學生批判與思考的空間；課程中期則實施專題探究階段，由教師提供兩個防災的真實情境（防洪設備與斷橋危機處理）讓學生發想（不排斥幻想），鼓勵發揮創意。而在初期實際動手操作階段，採用「模仿－熟稔－創新」的教學模式（陳嘉彌，2005），期能先透過模仿既有之防災設施後，幫助學生發想並創新出有用的、具創造力、未來力與能解決問題的產品或策略來。接續前堂課後，再給予學生充分的時間，來分組合作學習來探討未來可能出現的問題來設計防災機器設施或系統。課程後期則是透過表達來分享其產出的作品並給予回饋。本方案課程設計內容如表 1 所示。

表 1 「防災機器人應用創作」未來想像方案課程設計

週次	上課內容	教學方式
第 1 週	天然災害面面觀	課堂講授
第 2 週	莫拉克風災回顧	課堂講授
第 3 週	水災所帶來的災害知多少	課堂講授
第 4 週	防災機構設施參觀-水閘門	戶外教學實地探究

第 5 週	防災機構設施參觀-抽水站、災區	戶外教學實地探究
第 6 週	水閘門機構模仿	PBL 初期動手做階段
第 7 週	拋繩槍機構模仿	PBL 初期動手做階段
第 8 週	流籠運輸機構模仿	PBL 初期動手做階段
第 9 週	橋樑機構模仿	PBL 初期動手做階段
第 10 週	介紹未來想像內涵，引導學生發想	課堂講授
第 11 週	分組整理、討論提出欲探究之主題	資料整理、報告
第 12 週	探究主題發想與設計圖 1	學習單撰寫、書面報告
第 13 週	探究主題發想與設計圖 2	學習單撰寫、書面報告
第 14 週	防災機構組裝 1	PBL 主要動手做階段
第 15 週	防災機構組裝 2	PBL 主要動手做階段
第 16 週	防災機構測試與修正 1	PBL 主要動手做階段
第 17 週	防災機構測試與修正 2	PBL 主要動手做階段
第 18 週	專題成果發表分享與回饋	上台發表分享

三、研究方法

本研究依據未來想像、機器人相關理論為基礎，以水災防治為主題進行未來想像相關教學之活動設計，並採用專題導向學習為主要教學模式，探討面向為學生與教師在進行「防災機器人應用創作」未來想像教學方案之後的改變情形。在教學方案實施前，以「想像力測驗」為前測工具。本方案為期為一個學期，每周一節課，計 18 次上課，課程教學結束後，再以相同工具做後測。研究者希望藉由理論與實務之研究來擬定具體行動策略，深入探討發展及實施「未來想像」教學方案之具體途徑，故本研究採取行動研究法，使教學與研究在課程實踐中緊密結合，然而囿於任教學校為偏鄉，教學對象不足，故僅採單組前-後測之前實驗設計，為避免前實驗設計影響本的內在效度，亦藉由觀察、訪談、觀察錄影、書面相關文件等方式進行質性資料之蒐集與詮釋。另外為提高研究的信度與效度，研究者除參考「協同研究者」許老師（五年乙班導師）的建議外，亦邀請校內擔任自然科科任的三位老師組成本研究之檢證小組，在教學現場觀看或觀看教學影帶並提供教學改進意見，以作為下堂課的修正與參考。

（一）量化研究工具

本研究實施量化評量來了解學生在方案實施後，對未來想像整體表現能力上所得分數之改變情形。然「未來想像」為一新興議題，目前國內外並無學者對此發展出適合的評量工具。研究者衡量研究時程較為緊迫，故決定採用本方案的指導單位教育部所推薦的「想像力測驗」(林偉文等人，2011)作為本研究之量化評量工具。該測驗共包含兩個語文分測驗活動與圖形分測驗活動。在語文分測驗中，利用不存在或非真實存在的問題情境，引導受試者回答出具有想像力的答案；而在圖形分測驗中，則需要進行心象的想像與操弄，受試者必須組合三個圖形，以構成新的圖像、發明或可能發生的故事，需要受試者運用想像力以完成此任務。想像力測驗以 Torrance 成人版短題本為效標，進行效標關聯效度的檢驗，結果顯示想像力測驗語文分測驗與 Torrance 成人版短題本語文分測驗均介於.41-.54 之間。語文分測驗部份以創意寫作共識評量結果為效標，活動一與活動二與文章創意評分之相關最高，分別為.59 與.43，想像力測驗效標總分與文章創意評分之相關亦達.44。圖形分測驗得分與共識評量的相關亦在.35-.54 之間。顯示該測驗有不錯之效標關聯效度。該測驗之評分主要分成常模參照與效標參照兩種分數，語文常模參照分數與圖形常模參照分數分別以「流暢力」、「變通力」、「獨創力」及「獨創性」、「變通性」、「標題的抽象性」等部分為主要評分依據。

（二）資料蒐集與編碼

為求深入與廣泛的探究學生對於防災機器人課程的學習狀況，亦藉由觀察、訪談、觀察錄影、書面相關文件等方式進行質性資料之蒐集與詮釋。研究者將所蒐集到的資料予以編碼。在人員部份，「R」代表研究者本身（本研究中，研究者即教學者），「T1」「T2」「T3」分別代表三位自然科任教師，「S」則代表學生；在資料部份，「觀 R20121012」，表示研究者於 2012 年 10 月 12 日所做的現場觀察紀錄；「訪 S5，20121116」，表示研究者於 2012 年 11 月 16 日對研究班級編號 11 學生所做的訪談紀錄；「心 S8，20130103」，則表示這是 2013 年 1 月 3 日編號 8 號的學生所寫的上課心得札記；「單 S7，20121103」，則表示這是 2012 年 11 月 03 日編號 7 號的學生所寫的上課學習單。

肆、研究結果與分析

一、學生在「防災機器人應用創作」教學方案實施後的改變情形

(一) 量的分析

為探討本教學研究方案實施後，是否能協助學生改變其未來想像的整體表現能力，研究者對研究對象進行「想像力測驗」三個活動的前後測分析，來比較學生在流暢力、獨創力、變通力等層面的改變情形。茲就想像力測驗評分項目予以陳述如下：

1. 學生在想像力測驗之語文分測驗前後測分析

研究對象在想像力測驗語文分測驗的活動一與活動二前後測驗中，在「常模參照得分」改變情形，如表 2 所示。

表2 學生在「想像力測驗」活動一、活動二前後測各面向平均數與標準差與相依樣本T考驗摘要表

活動 項目	分項目	前測(n=29)		後測(n=29)		df	T 值	P 值
		M	SD	M	SD			
活動一	流暢力	2.58	0.73	3.17	0.76	28	-3.642**	.001
	獨創力	2.17	0.76	2.58	0.95	28	-3.266**	.003
	變通力	2.24	0.83	2.34	0.90	28	-.722	.477
活動二	流暢力	2.17	0.85	3.10	1.44	28	-3.757**	.001
	獨創力	2.34	0.73	2.89	0.82	28	-3.591**	.001
	變通力	2.03	0.87	2.14	0.84	28	-.828	.415

**：P<.01

由表 2 可以得知，學生在活動一、二的得分，三個分項目的後測平均分數皆高於前測，且「流暢力」與「獨創力」在統計分析上已達顯著水準，「變通力」則未達顯著，這表示研究對象在歷經本未來想像教學方案實施後，在「流暢力」與「獨創力」的表現上有顯著的進步，而「變通力」的表現上雖高測平均數有提高，但未有明顯的進步。研究者認為其原因可能是在教學前導課程中，學生發現在問題後，即以解決問題為目的去找出各式各樣的解決方法，而使得學生在「流

暢力」上有顯著的提升。當一旦找到可用的、合適的解決策略後，學生即開始利用 Lego Mindstorms 機器人套件進行組裝，在動手做的過程中，學生透過具體的操弄應有助於「獨創力」的提升，然而也可能受限於材料積木隨手可得的而少了「變通性」，不會應用其他日常生活材料來解決存在的問題。

2.學生在想像力測驗之圖形分測驗前後測分析

研究對象在想像力測驗圖形分測驗的活動三前後測驗中，在「常模參照得分」改變情形，如表 3 所示。

表3 學生在「想像力測驗」活動三前後測各面向平均數與標準差與相依樣本T考驗摘要表

分項目	前測(n=29)		後測(n=29)		df	T值	P值
	M	SD	M	SD			
獨創力	2.45	0.99	3.07	0.70	28	-3.702**	.001
變通力	2.17	0.76	2.41	0.57	28	-1.425	.165
標題抽象性	1.90	0.90	2.03	0.78	28	-.583	.565

**: $P < .01$

由表 3 資料可發現學生在圖形分測驗之三個分項目，後測平均數皆高於前測平均數，但只有在「獨創力」在統計分析中為顯著表現。這表示歷經未來想像教學方案實施後，五年級學生只有在圖形「獨創力」的表現上有顯著的進步，至於圖形「變通性」與「標題的抽象性」這兩方面的能力表現則未有明顯之改變。

學生在經過教學方案課程實施後，「獨創力」未來顯著提升，研究者認為，而 Lego Mindstorms 透過具體的操弄則有助於在運用圖形進行組合上涉及到空間認知能力的建立。而在標題的抽象性上則涉及語言的豐富性，學生雖在單元結束後有上台發表分享的安排，但由於組裝與測試時間超過預定的節數而佔用了口頭報告分享的時間，導致在「標題的抽象性」無法顯著提升。

(二) 質的分析

本防災機器人教學方案目的在於運用機器人套件創作來解決未來水災或風災危害可能帶來的問題，課程方案內容共分成「水閘門」、「拋繩槍」、「流籠運輸

機構」、「橋樑機構」等專題，透過質性資料分析來了解學生各項未來能力改變或展現，茲分述如下：

- 1.學生在嘗試解決問題前的想像其實是概念化的，不具實際解決的策略與確切的步驟，但藉由機器人套件的組裝、操作、測試後逐漸得到具體化的圖像，研究者認為國小五年級學生正處於具體運思期與形式運思期階段，但藉由機器人套件的實物操作則有助於學生高層次的思考，並幫助學生完成專題。如圖 1 所示：兒童一開始只有初步的構想，且有「遊戲」的成份存在，但課程進入實際組裝測試階段，研究者給予學生相同學習單時，學生已能細膩的去探討配線、伺服馬達的位置等實際的問題。

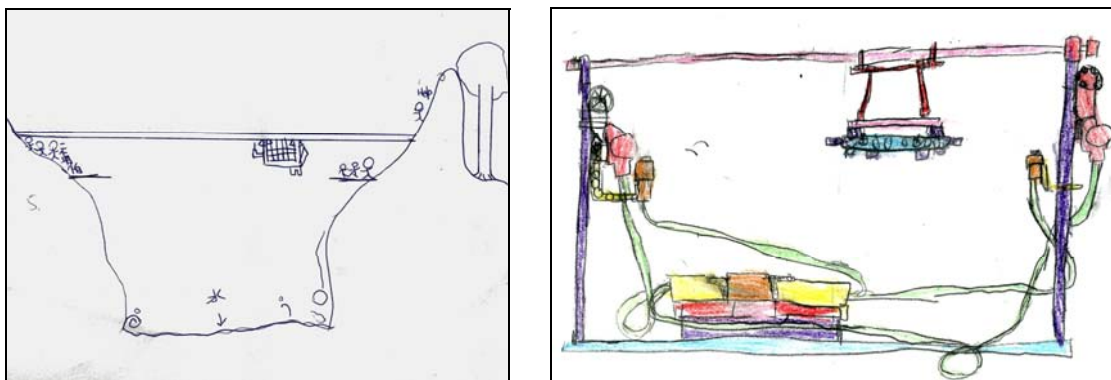


圖 1 學生在「自動化流籠系統」專題中，動手組裝積木前後學習單之差異情形。
(單 S7，20121107、單 S7，20121128)

- 2.學生經由起初的草擬構想圖到組裝與測試，最後完成防災機器人機構，充分展現未來想像之獨創性內涵面向，也證明了利用 Lego Mindstorms 機器人套件為套件來進行創造性想像是有所幫助的。圖 2 即為學生在課程方案中展現其獨創性一面的實例。

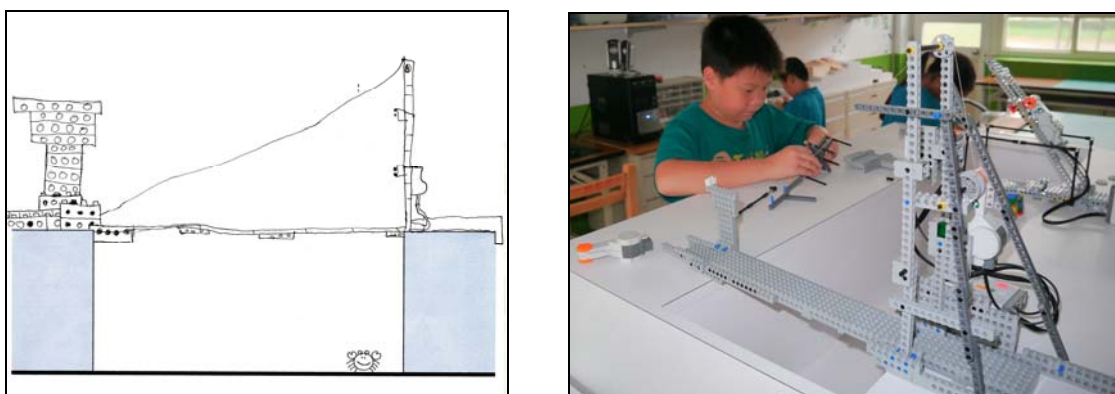


圖 2 學生在「斷橋危機」專題中，課程初期的未來構想圖與期中實際組裝圖（單 S12，20121107）

- 3.藉由實作操作練習、嘗試錯誤與機器人立即回饋的特性，最後終能完成防災機構，並透過課堂分享該防災機構，有助於學生強烈的學習動機與成就動機，進一步對防災課程的下一個專題充滿期待。

S2：今天的組裝測試雖然一開始不能動，害我們這組嚇一跳，經過檢查原來是馬達線路插錯孔，還好有即時發現，所以馬上修改後就解決了。（心 S2，20121012）

S21：我們的自動感應試流籠系統已經完成了，所以老師請我們利用最後 10 分鐘上台發表，一開始好緊張，因為怕機器會「秀逗」，不過最後還算是報告順利，好高興。（心 S21，20121221）

S10：今天老師給我們模仿拋繩槍的製作，雖然沒有利用到電腦來控制，不過組裝後還可以拿來玩玩看，看誰射的比較遠，很有趣，不知道下一次老師又有什麼鬼點子要教我們，真是值得期待。（心 S10，20121011）

R：今天的實作課程其實想讓學生從「玩」中學，但重點在於學生開始動手去做這件事，實作其實是本方案的關鍵策略，因為想像只能提供解決方法的點子，但唯有透過實作才能使孩子在想像與實際之間取得協調。（R，20121011）

二、「防災機器人應用創作」於課程教學中所遭遇問題與因應之道

（一）學生書面學習單的發想與欲實際的防災機器創作無法有效做連結

經由防災前導課程的引導，學生雖能大概設計出未來可能遭遇的災害情境之解決策略，但實際在轉化成積木組裝與配線操作時，往往無法有效建構出心中的構想。研究者認為學生一開始的構想通常天馬行空與具幻想力，這是值得鼓勵的，但也因此無法符合教學目標之期待。且由於本研究以 Lego Mindstorms 機器人套件為操作載體，雖然馬達、齒輪與鑲嵌式積木等科技零件有助於學生具體的操作與建立基模，但也因此養成學生過於依賴零件的習慣，而無法擴散思考去應用身邊既有的零件，如膠帶、磁鐵、冰棒棍等非套件之零件，如此一來則少了變通性，研究者認為原因可能一方面是由於教學者在初期機器人課程時即完全運用套件零件，另一方面是偏鄉學生的生活經驗不足所導致。為使學生有效建構心像所建立的防災機器，研究者於課程後期，除經常提醒學生可利用其他非套件物品外，也主動準備如冰棒棍、黏土與膠帶等經常性的材料供學生使用。

（二）學生生活經驗不足，無法發想出多元的防災機器策略

由於防災議題課程對學生而言較為單調平鋪，教師雖經由前導課程的教學來使學生了解目前防災機器人現況與解決之道，但學生在實際發想時，仍礙於自身的生活經驗不足，所以在想像力之「流暢性」的展現較為不足。在課程安排上，原以為上學期學生已有基礎機器人課程的學習經驗，所以直接讓學生在了解專案的問題情境後，開始著手規畫各組的防災機器，但大部份學生仍無法有動手書寫學習單。研究者認為原因出在於少了「模仿」階段，學生的「獨創性」則無法展現所致。於是修正課程，經由「模仿」的動作後再進行發想，學生在學習單的書寫，在發想的流暢度果真較好的表現。

（三）實作課程時間被分割導致學生創作時間不連貫

配合整體課程規畫的考量，本方案每周僅有一節的上課時間，造成學生於期末的專題課程，在操作上時間過於緊迫，學生無法集中思考，也影響學生的專注力。所以在與學校行政方面討論協調並取得家長同意後，決定在每周三下午課後放學時間，開放機器人教室給予學生充分的時間來組裝與測試機器人。另外在專案進行的同時，儘可能給予學生「從做中玩、做中學」的概念，享受「玩」的樂趣而非給予繳交作業壓力，以免學生擔心無法完成而造成無謂的壓力。

伍、結果與啓示

經量化資料分析發現，經過 18 週的「防災機器人應用創作」未來想像教學方案後，學生在未來想像各分項之平均數均有提升，呈現穩定進步的情形，而在「流暢力」、「獨創力」兩個分項上進步情形最為顯著，由此可見，在整個行動方案教學中，學生的未來想像能力有所提升。另外，經由觀察、訪談、觀察錄影、書面相關文件等質性資料分析結果也發現：研究對象在參與「防災機器人應用創作」未來想像教學方案時，具有高度的學習動機，並積極參與專題製作，完成製作後皆有良好的成就感。

未來想像是一個新興議題，透過多元領域的結合並能激發出學童多元的未來想像空間，防災機器人創作應用方案即為一例。建議未來可朝更開放性的領域結合，如機器人探索火星、殖民月球與登火星計畫等太空領域，必能激盪出更多的創造力與想像力。另外，在未來想像的前導課程中，可提前與相關領域的教師做橫向連結，讓學生充分了解該領域議題，如此應可激發學生更多元的思考與想像空間。

參考文獻

- 王齡瑤（2010）。運用 **WebQuest** 進行防災教育教學之研究-以新北市某國小五年級學童為例。臺北市立教育大學歷史與地理學系碩士班碩士論文，未出版，台北。
- 吳志緯（2002）。國小學生以電腦樂高進行科學學習之個案研究。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 李郁芬（2010）。運用互動式電子白板於專題導向學習對國小二年級學生幾何學習效應之研究。國立臺北教育大學課程與教學研究所碩士論文，未出版，台北。
- 林家賢（2012）。情境冒險遊戲平台製作與應用之研究－以防災教育為例。亞洲大學資訊傳播學系碩士班碩士論文，未出版，台中。
- 林偉文（2012）。想像力測驗指導手冊。未公開。
- 林智皓（2007）。樂高（LEGO）動手做教學對國小學童科學創造力影響之研究。國立臺東大學教育學系碩士論文，未出版，台東。
- 胡麗華（2007）。國小中年級 STS 火災防災教學之行動研究。臺北市立教育大學自然科學系碩士論文，未出版，台北。
- 教育部（2004）。防災教育白皮書。台北：作者。
- 教育部（2009）。未來想像與創意人才培育中程計畫書。台北：教育部顧問室。
- 郭有通（2001）。創造心理學。臺北：正中。
- 郭怡今（2004）。應用專題導向學習來探討國小高年級學童之學習成效-以水動力火箭和火藥式火箭為例。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 陳裕方（2005）。以 5E 建構式學習環教學探究國小學童「生鏽」概念改變之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 陳嘉彌（2005）。激勵偏遠地區學童創造力之教學行動策略研究。教育部補助創造力教育中程發展計畫專題研究。
- 陳誼嫻（2008）。專題導向學習運用在國中生活科技創造力之研究。國立臺灣師範大學工業科技教育學系碩士論文，未出版，台北。
- 陳龍安（2006）。創造思考教學的理論與實際。臺北：心理。
- 楊清智（2012）。以 5E 學習環教學策略探究國小高年級學童對奈米科技的概念學習成效。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台

北。

葉玉珠（2000）。「創造力發展的生態系統模式」及其應用於科技與資訊領域之內涵分析。**教育心理學報**，32(1)，95-122。

詹志禹、陳玉樺（2011）。發揮想像力共創臺灣未來—教育系統能扮演的角色。**教育資料與研究**，100，23-52。

廖啓宏（2011）。問題導向教學對國小四年級學童學習影響之研究—以防災教育為例。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台北。

蔡錦豐（2009）。LEGO MINDSTORMS 提升國小學童問題解決能力與科學態度之研究。國立臺東大學教育學系碩士論文，未出版，台東。

顏膺修（2012）。雲端上的科學專題導向學習—運用雲端運算服務於國小科學之專題導向學習研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化。

Dewey, J. (1910), *How we think*, Boston: D. C. Heath & Co.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). New York: Basic Books, Inc.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Retrieved July 31, 2013, from http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf

Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42, 7-97.