

科學探究闖關實作融入大學通識課程設計之行動研究

作者: 楊悠娟

服務單位: 國立東華大學自然資源與環境學系 副教授

e-mail: ycyang@gms.ndhu.edu.tw

摘要

大學的科學通識課程因其學科知識的專門性，造成學生較高的修課門檻；進入課程後，又因先備知識的不足性及差異性，可能影響學習成效。本研究以闖關活動融入大學通識課程設計，探討該設計對大學生科學認知及闖關者的科學態度之影響。教師以探究與實作為本，搭配不同探究層次的科學探究，實施三階段「DIY 科學實作、闖關設計、闖關活動」的探究學習架構，協助學生完成「DIY 闖關 vs. 在地實踐」的科學實作。研究對象為選修課程之大學生共計 45 人，以自行發展的認知與態度問卷為研究工具，於課程前、後進行施測，SPSS 進行描述性統計及 t 檢定分析。研究結果發現：完成闖關活動的關主任務後，學生的科學認知呈正向成長，闖關者對科學的態度亦呈正向成長，並認同闖關活動成效及大學生關主「科學實作及科學探究的能力」。本研究結果可提供給相關教育學者，作為大學科學通識課程授課之參考。

關鍵詞: 科學通識課程、探究實作、闖關活動

The study on combing science hands-on activity into the general education course at university

Author: Yu-Chuan Yang

Service Unit: Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University

Generally speaking, the science general education courses in the university have higher thresholds for students: the complexed knowledge, the lack of prior knowledge and the differences of the prior knowledge. This study integrates the hands-on activities into the curriculum design to explore the impact of the design on the scientific understanding of college students and the scientific attitude of the participants. Based on the inquiry and practice, the teacher carries out the scientific inquiry at different levels and implements the three-stage "DIY scientific practices, Design of hands-on activities, and Hands-on activities" to help students complete the assignment. Forty-five college students participated in this study. The cognitive and attitude questionnaires were used as the research tools. The tests were conducted

before and after the course and SPSS was used for descriptive statistics and t-test analysis. The results of the study found that after completing hands-on activities, the students' scientific cognition is growing positively, and the participants' attitudes towards science are also growing positively. The participants also satisfied with the effectiveness of the activity and the scientific inquiry ability of college students.

Keywords: science general education curriculum, inquiry and practice, hands-on activity

壹、緒論

一、研究背景與動機

大學通識課程以培育學生成為全人為目標，鼓勵學生修習非本科系或與生活密切相關的課程。然而，科學領域通識課程因其學科知識的專門性，造成學生較高的修課門檻；進入課程後的學習困境：先備知識的不足性、學習背景的差異性、過去科學學習的負面經驗及科學態度的消極性等因素，可能影響學生的學習成效。通識課程改革的三大方向包含（1）建立完整的課程系統，增加課程之間的連貫性；（2）改變課程設計；（3）隨時更新以符合時代潮流（John, Racliff, & Gaff, 2004）。就改變課程設計而言，考慮的三大重點：（1）以「學生為中心」的教學；（2）以「生活經驗為立基」的教學；（3）「教學方式具多元化」，以促進師生互動（李柏毅，2013），期能引起學生學習興趣、增進師生互動及創造生活體驗或實踐的具體經驗。

歷年研究指出：透過科學實作或「玩科學」活動，可以有效引起學生的學習興趣，並有助於釐清相關概念（彭森明，1996；許良榮，2004）。科學實作搭配探究式教學法，學習者能依照教師不同層次的引導來練習：思考問題、設計方法、操作流程、觀察現象、解釋結果等程序，進而獲得答案來解決問題（Herron, 1971）。探究式學習與常見的講授學習不同，前者強調學生的實作參與或體驗經驗能引導其主動學習來建構知識架構，並能循環式累積來增強學習效果；後者則強調學生的知識內容量，以講授及記憶來建構知識架構。教育部(2018)公佈 12 年國民基本教育自然科學領域綱要提出，科學學習起點為激發學生對科學的好奇心及主動學習的意願，引導學生從既有經驗出發，進行主動探索、實驗操作與多元學習，培養具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力。透過「探究與實作」提供學習經驗、整合跨科概念及研究社會性科學議題，培養具備科學素養-核心概念、探究能力及科學態度-的公民。

本研究作者以現場教師身分，在 2017-2018 的大學通識課程中，實施「探究與實作」，課程前半部由教師引導學生來進行「教師指導量由多至少」或「探究自由度由少到多」的不同層次之探究學習。課程後半部由學生主導：透過小組合作，設計小組「科學實作」的探究活動，教師擔任顧問：提問、建議並分享實務經驗，根據各組學生的能力來決定探究學習的層次；課程的期末考為「闖關活動」，學生再度透過小組合作進行「教中學」的社會實踐，化身為關主(教師)，指導闖關者(學生)完成「探究與實作」活動，教師擔任活動主持人及顧問，確保活動的完成度與安全性。課程結束後，教師透過「DIY 闖關 vs. 在地實踐」的問卷資料，評估課程實施前、後的改變-學生的科學認知及闖關者的科學態度，期能對學生及闖關者的「科學素養」有所助益。

二、研究目的

探討「科學實作的闖關活動」融入大學「仿生與環境」通識課程設計的學習成效，分析該課程設計對大學生的科學認知與闖關者的科學態度之影響。

貳、文獻探討

一、科學實作（Scientific Practice）與探究式教學法(Inquiry Teaching Method)

陳瑞麟(2003) 指出：科學實作為科學活動的實作經驗，也是引起學習動機的關鍵。主

要意義包含: (1)對立於「理論」的「實踐」; (2) 科學家的實際作為; (3) 練習的實作。科學實作經常對比於理論建構，二者在知識學習面向有先後次序的應用時機。

科學實作可透過探究式教學法(Inquiry Teaching Method)來具體實踐。探究教學法和講述教學法截然不同，探究強調尋找問題和解決問題的過程，例如：人類思考方式、尋找資料過程、瞭解事物過程等。探究教學法可依照教師介入指導或學生主動學習等，區分為不同類別，並達成不同的學習或教學結果。歷年研究指出：科學探究要素包含：形成問題、搜尋先備知識、建立假設、提供器材、設計實驗、蒐集與分析資料、解釋資料、考驗假設、彙整結論與知識...等；科學探究開放性區分為(由低到高)：食譜式/驗證式探究(verification inquiry)、結構式探究(structured inquiry)、引導式探究(guided inquiry)、開放-引導式探究(open guide inquiry)、開放式探究(open inquiry)、真實式探究(authentic inquiry)...等(Schwab & Brandwein, 1962；Herron, 1971；Hegarty-Hazel, 1986；Staer, Goodrum, & Hackling, 1998；Committee on the Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry & NRC, 2000；Buck, Bretz & Towns, 2008；顧炳宏、陳瓊森、溫嫩純，2011)。以 Herron (1971)提出探究的四個層次為例：

1. Level 0 食譜式/驗證式探究：教師提供問題、操作方法、操作步驟及答案給學生，學生依指示完成，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
2. Level 1 結構式探究：教師提供問題、操作方法、操作步驟，學生依步驟進行操作並尋求答案，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
3. Level 2 引導式探究：教師提供問題，學生必須自己設計方法、選擇步驟，進行操作並獲得答案來解決教師提供的問題。
4. Level 3 開放式探究：教師不提供僅引導學生來探索與主題相關的問題，學生自己形成問題、設計方法、選擇步驟，進行操作並獲得答案來解決自己提出的問題。

而 Buck 等(2008)提出大學實驗課程探究的五個層次：

1. Level 0 食譜式/驗證式探究：教師提供問題、先備知識、實驗程序、資料分析、詮釋結果及彙整結論，學生依照指示完成，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
2. Level 1/2 結構式探究：教師提供問題、先備知識、實驗程序、資料分析，學生依照指示來完成實驗及分析資料，但須自行決定如何「詮釋結果並尋求結論」，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
3. Level 1 引導式探究：教師提供問題、先備知識、實驗程序，學生依照指示完成實驗，但須自行決定如何「分析資料、詮釋結果並尋求結論」，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
4. Level 2 開放式探究：教師提供問題及先備知識，學生須自行決定如何「實驗程序、分析資料、詮釋結果並尋求結論」，最後能獲得答案來解決教師提供的問題。
5. Level 3 真實式探究，教師不提供僅引導學生來探索與主題相關的問題，學生自己決定如何「形成問題、先備知識、實驗程序、分析資料、詮釋結果並尋求結論」，最後能獲得答案來解決自己提出的問題。

透過不同的探究過程，學習者能獲得不同的探究經驗來建構知識架構，因此「探究教學」為「建構主義取向教學」的一環(顏弘志 & 段曉林，2006)；建構主義強調學習者以「親自參與」來完成學習過程，以自身的經驗來建構外界的知識，而探究取向的建構過程中，學習者在搭建知識概念的學習鷹架時，也能啟發自身的學習興趣(Cousin, Dembrow, & Moll-drem-Shamel, 1997；Schmidt, 1999)。例如：臺灣國中生的奈米科學認知或學習態度，探究組的學習成果比講述組好(吳秋明，2015)；國小生的探究式科學闖關遊戲能提升其認知後測(徐慶雲，2007)。

若科學探究過程的「操作」為科學實作或「玩科學」活動，可引導學習者由練習的實作開始，嘗試體驗科學家的實際行為，最後從「實踐」的結果來學習如何以「科學原理或概念」來解釋；教師可應用不同層次的探究式教學法，協助多元背景的學習者來完成科學實作，並提升其科學認知與科學態度。本研究基於上述文獻回顧及科學實作類通識課程的需求，彙整並修改不同探究模式的開放層次、探究要素與探究類型，提出大學通識課程-科學實作類-探究分類表「如表 2-1 所示」。

表 2-1

本研究之大學通識課程-科學實作類-探究分類表

開放層次	形成問題 先備知識	實驗假設 實驗器材	實驗方法 操作步驟	分析資料	詮釋結果	尋求結論 解決問題	探究類型
0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	驗證式探究
1	✓	✓	✓	✓			結構式探究
2	✓	✓	✓				引導式探究
3a	✓	✓					開放-引導式探究
3b	✓						開放-引導式探究
4							開放式探究

二、非制式科學教育 (Informal Science Education) 與闖關活動 (Hands-on Activity)

非制式科學教育的優勢為自主性高，教學場域、教學內容及教學進度不受課綱限制，可提供多元教學活動型態，涵蓋前瞻性或跨領域教學素材。非制式教學重點在於引發學習者的學習動機與興趣，融入動手做、科學遊戲、科學教具...等活動，能提升學習者對科學的學習認知及對科學的學習興趣(張美珍、王裕宏、鄭宇鈞，2011；張美珍、郭鳳娟、林淑歆，2012；莊永傑，2014；黃淑雯，2017)。台灣推動非制式奈米科學教育計畫期間產出各式主題的動手做活動，包含：蓮葉效應、壁虎效應、光子晶體、生物磁羅盤...等，結果顯示：動手做實驗能有效增加 K-12 學生(國小、國中、高中)的學習興趣(何宗穎、鄭瑞洲、謝佩好、陳東煌、黃台珠，2012；鄭瑞洲、洪振方、黃台珠，2013)。

但非制式科學教育亦受限於實施時間有限，可能影響教學主題的深化或教學對象的學習成效，結合動手做及短時間雙重優勢的闖關活動成為非制式科學活動的主力。近年來台灣主導研究的科技部與主導課程的教育部皆積極提倡非制式科學(科普)教育，以轉譯重點研究成果、設計有趣好玩的動手做活動、彌補制式教育實驗課程不足及提升公民科學素養為主要目標。以科技部科普活動計畫為例：邀請各科學領域-物理、化學、生物、環境、

數學、工程等大學教師團隊，深入 K-12 各校、偏鄉、景點等場域辦理科普活動，並串連造勢來引領全民動手玩科學的風潮。例如：2014 年起迄今的「全民科學週(日)」、2015 年起迄今的「台灣科普環島列車」、2009 年起迄今的「物理辯論賽」...等(曹沛雯，2017；Yang，2017)。以大學端計畫主持人為起點，向上連結至縣市政府教育處、中央政府科技部、教育部，向下連結至當地 K-12 學校，再擴及地區民眾、組織(工業，企業和非政府組織)，推廣設計轉譯後的動手做活動，增加學習者對科學的認知與態度，感受科學的樂趣，培養科學素養，亦扮演大學深耕地方的科學推手。

非制式闖關雖具有動手做、時間短、形式活潑、吸引各階層學習者...等優點，但受限於教學時間過短與教學對象無法重複，難以評量其科學探究與概念建構的成效，解決策略之一為闖關後再延伸的課堂探究，教師帶領學生討論科學實作相關的概念與知識，協助學生彙整結論。而制式教育的課堂上，探究教學迄今無法普遍施行的主要因為實務施行的困難：學生能力不足、教師無法掌控教學程序、探究的操作時間過長...等(顧炳宏、陳瓊森、溫嫩純，2011)。因為非制式闖關實作設計特徵是時間短、操作簡易、樂趣高，可解決部分制式教育的課堂探究困難，本研究亟思將非制式的闖關實作融入制式的課堂教學來進行科學探究。另一方面，多數學生的非制式闖關角色為闖關者，僅少數學生有機會擔任關主，歷來研究發現：國小生和高中生擔任關主，完成培訓與教學任務後，其主動探究的科學態度、表達解說的能力、知識概念的建構、解決問題的能力，均具正面的影響(張美珍、吳翠玲、謝齡萱，2014；張美珍、蔡東鐘、許景綾，2015)。「花蓮縣全民科學週」闖關活動實施過程前、後，關主的科學認知與科學態度皆呈正向且部分項目達顯著差異(楊悠娟，2014-2018)。

本研究基於上述文獻回顧、闖關活動實務經驗及通識課程-科學實作類-需求，將科學實作的闖關活動融入課程設計，進行二階段的科學探究，期能降低學生進入科學通識課程後的學習困境，提升其學習成效。

參、研究方法

一、研究架構

本研究之通識課程的探究學習架構圖「如圖3-1所示」，每周課程皆設計動手做及科學探究。第1-9週為「DIY科學實作」：由教師主授，培訓大學生的科學探究能力，探究層次包含：Level 0 驗證式探究、Level 1 結構式探究、Level 2 引導式探究、Level 3a 開放-引導式探究及Level 3b 開放-引導式探究。第10-15週為「闖關設計」：由大學生主導並分組輪流發表，教師擔任輔助的顧問角色，培訓大學生的科學探究、實作設計及合作學習之能力，探究層次依照各組學生背景，包含：Level 2 引導式探究、Level 3a 開放-引導式探究、Level 3b 開放-引導式探究及Level 4 開放式探究，鼓勵但不強制學生進行Level 4開放式探究。第16-17週為「闖關活動」：由大學生主導並擔任關主，培訓大學生的科學解說、及探究教學及合作學習之能力，教學對象為一般學生和民眾為主，因闖關時間短、闖關者背景分歧且關主缺乏教學經驗，探究層次包含：幼幼級闖關者-Level 0 驗證式探究、基礎級闖關者-Level 1 結構式探究、進階級闖關者-Level 2 引導式探究。



圖 3-1 本研究之通識課程的探究學習架構圖

二、課程設計

本研究之大學通識課程「仿生與環境」屬性為一學期 18 週、選修課、2 學分、認列選修，排序在必選修核心通識課程之後。課程設計方向為介紹「仿生學」，認識生物如何使用地球資源來構築適合自身生存又舒適的環境-低成本、耗能少又低毒性，以科學實作來探究其中蘊含的原理和概念，體驗存在於自然界和生活週遭的仿生奈米現象，感受動手玩科學的樂趣；引導「學習者」更認同「向大自然學習」-- 以兼顧科學與環境為前提，發展永續導向的科技。

科學實作主題包含：仿生設計、蓮葉效應(超疏水性與自潔性)、生物磁效應、貝殼效應、奈米合金、壁虎效應、奈米碳材...等，透過實作來探究概念，再連結至仿生轉化後的應用成果。例如：蓮葉效應相關技術與產品，包含防潑水衣物(不容易濕)、疏水性玻璃(灰塵不容易沾留)、疏水性衛浴用品(沖水即可清潔)、疏水性塗裝產業(任何材質表面施作出具有蓮葉效應的結構)...等。

課程第 1-9 週為「DIY 科學實作」：教師帶領學生進行上述主題的科學實作，探究開放層次由低到高，包含 Level 0、1、2、3a、3b。第 10-15 週為「闖關設計」：首先，大學生分組並設計科學實作，任選課堂的科學實作主題或其他與課程相關的主題，改編或創新科學實作內容；其次，「小組試教→同儕回饋→修改設計」科學實作 3 循環後定稿，各組可自選探究層次 Level 2、3a、3b、4，教師依照其探究層次來輔助各組完成關卡。第 16-17 週為「闖關活動」：各組大學生擔任該關的關主，闖關者為觀光景點的遊客，以一般學生和民眾為主；關主帶領闖關者的探究層次 Level 0、1、2，教師擔任活動主持人及顧問，協助辦理活動。活動後辦理成果發表會，小組及各人，發表闖關活動成果與省思。

三、研究對象

本通識課程為單一性課程，每學期開設一次，106-1、107-1 開課教師為自然資源學系教師(14 週)及物理系教師(4 周)合授。研究對象為選修 106-1「仿生與環境」25 人及 107-1「仿生與環境」20 人，共計 45 人「如表 3-1 所示」。

四、研究工具

本研究課程實施的評量工具包含：「仿生暨奈米科技基本認知」量表、「參與態度」量表、闖關設計作品及同儕互評。本研究採用前二個量表來評量分析(賴珮瑄，2015)：

自編「仿生暨奈米科技基本認知」量表共 34 題，進行信度(reliability)分析結果顯示：Cronbach's alpha 內部一致性係數為 .85，具可接受之信度。效度分析由東部 DH 大學奈米科技中心團隊之專家內部審查來建構效度。

自編「參與態度」量表，以 2012-2014 共四學期之國小科學性社團學生的期末心得學習單關鍵字(N=80)為依據，再經由東部 DH 大學奈米科技中心團隊之專家內部審查，發展二面向的態度問卷：(1)對實驗的態度；(2)對活動的滿意度，共 12 題，包含每面向反向題 1 題。問卷計分方式採李克特量尺(Likert-type)五點量表，正向題「非常同意」給 5 分，「同意」4 分，「普通同意」3 分，「不同意」2 分，「非常不同意」1 分，反向題得分相反，得分愈高代表對課程的認同度愈高。反向題作為有效問卷篩選之用，不列入態度分析。2015 年以東部國小中年級 100 份問卷，剔除無效問卷 9 份後為 91 份，進行信度(reliability)分析結果顯示：Cronbach's alpha 內部一致性係數為 .91，實驗態度問卷 Cronbach's alpha 值為 .82，活動滿意度問卷 Cronbach's alpha 值為 .87，具可接受之信度。效度分析由東部 DH 大學奈米科技中心團隊之專家內部審查來建構效度。因態度問卷與公民科學素養有關，可適用於各年齡層。

表 3-1

研究對象之背景資料表 (N=45)

	106-1	107-1	合計
性別			
男	19	14	33
女	6	6	12
年級			
大一	14	2	16
大二	4	13	17
大三	2	1	3
大四	5	4	9
學院			
人文社會科學	0	3	3
理工	22	13	35
管理	1	0	1
教育	0	0	0
藝術	0	0	0
原住民	1	0	1
環境	1	4	5

五、研究設計

本研究假設：「科學實作的闖關活動」融入大學通識課程設計，有助於提升大學生的學習成效，並分析認知量表及參與態度量表做為依據。比較大學生的「仿生暨奈米科技基本認知」量表之前、後測差異，學期初實施前測，學期末(闖關活動結束後 2 週)實施後測，評估擔任關主對其科學概念之理解程度的影響。以教學回饋的觀點，分析闖關者的「參與態度」量表，以檢視大學生當關主的在地實踐成效。

肆、研究結果與討論

一、學生背景變項分析

兩班受試學生有效問卷填答者共計 45 人「如表 3-1 所示」。男生約 73%，女生約 27%。年級以大一或大二為主，各約 36%。學院以理工學院各科系為主，約 78%。可能原因為：本課程非必選修的核心通識課程，較不易吸引非科學領域的學生，因為學生以理工學院各學系(物理、生科、材料、化學...)為主，所以男女比例與理工學院相近。因二班學生背景相近，且授課教師及授課主題相同，可合併統計。

二、學生認知問卷分析

本研究「仿生暨奈米科技基本認知」量表共 34 題。比較 106-1、107-1 及(106-1&107-1)學生的前、後測成績「如表 4-1 所示」。以相依樣本 t 檢定分析發現：

106-1 前測和後測平均值有顯著差異， $t(24) = -2.39$ ， $p = .027$ ， $d = .84$ 。後測成績 ($M = 145.75$, $SD = 11.39$) 顯著地大於前測成績 ($M = 126.50$, $SD = 30.18$)。

107-1 前測和後測平均值有顯著差異， $t(19) = -2.36$ ， $p = .031$ ， $d = .60$ 。後測成績 ($M = 146.76$, $SD = 12.74$) 顯著地大於前測成績 ($M = 136.47$, $SD = 20.29$)。

106-1&107-1 前測和後測平均值有顯著差異， $t(44) = -3.16$ ， $p = .003$ ， $d = .74$ 。後測成績 ($M = 146.22$, $SD = 11.87$) 顯著地大於前測成績 ($M = 131.08$, $SD = 26.25$)。

表 4-1

研究對象於課程前測和後測之認知差異 t 檢定

向度	平均值(標準差)		自由度	t 值	P (單尾)	效果量(d)
	前測	後測				
106-1 成績	126.50(30.18)	145.75(11.39)	24	-2.39	.027	.84
107-1 成績	136.47(20.29)	146.76(12.74)	19	-2.36	.031	.60
106-1&107-1 成績	131.08(26.25)	146.22(11.87)	44	-3.16	.003	.74

認知量表總分 170 分，前測約 74%-80%，後測約 86%，平均分數進步約 6%-12%。因前後測題目相同，前測實施時間為學期初、未告知正確答案、未提供題目給學生複習，後測實施時間為學期末(闖關活動結束後 2 週)。前、後測的差異顯示：依照本課程設計「如表 2-1、圖 3-1 所示」，實施科學實作及搭配不同層次的探究學習後，學生建立的認知架構呈現正向差異，且達中度效果量($d > 0.5$)，接近大效果量($d > 0.8$)。

三、闖關者態度問卷分析

本研究「參與態度」量表共二面向 12 題，包含每面向反向題 1 題，反向題作為有效問

卷篩選之用，不列入態度分析。闖關者共計有效問卷 74 份「如表 4-2 所示」。闖關態度皆為 90% 以上，代表高度正向。

表 4-2

闖關者的參與態度之描述統計

	非常同意	同意	普通同意	不同意	非常不同意	平均值	標準差
N=74							
一、對實驗的態度							
1. 我覺得這個活動的實驗很有趣	78%	20%	1%	0%	0%	4.77	.45
2. 我覺得這個活動的實驗很容易	74%	18%	8%	0%	0%	4.66	.62
3. 我了解這個活動實驗的原理	78%	18%	4%	0%	0%	4.74	.52
4. 我可以操作這個活動的實驗	82%	16%	1%	0%	0%	4.81	.42
5. 我覺得這個活動使我更了解仿生科技	82%	16%	1%	0%	0%	4.81	.42
二、對活動的滿意度							
1. 我覺得這個活動安排的內容很充實	78%	20%	1%	0%	0%	4.77	.45
2. 我覺得這個活動的講解很清楚	81%	16%	3%	0%	0%	4.78	.47
3. 我覺得這個活動的實驗器材很安全	81%	15%	4%	0%	0%	4.77	.51
4. 我覺得這個活動安排的時間剛剛好	76%	22%	3%	0%	0%	4.73	.50
5. 我想向別人推廣這個實驗活動	77%	22%	1%	0%	0%	4.76	.46

態度問卷每題的平均分數皆為 4~5 分(80%-100%)，介於同意與非常同意之間，顯示闖關者「對實驗的態度」及「對活動的滿意度」皆保持正向。態度一面向「對實驗的態度」的分析顯示：闖關者認為這個實驗是有趣的、可了解、可操作，也可以更了解仿生科技，代表這個活動能鼓勵闖關者對科學的興趣。相對百分比較低的「我覺得這個活動的實驗很容易」92%，對照百分比較高的「我覺得這個活動使我更了解仿生科技」99%，代表實驗能幫助闖關者的科學理解，「探究式教學+動手做」的闖關活動能讓闖關者有興趣參與學習。再對照態度二面向之百分比較高的「我覺得這個活動安排的內容很充實」、「我覺得這個活動的講解很清楚」98%、97%，代表大學生關主能協助闖關者來完成活動，並獲得高度正向的回饋。

伍、結論與建議

一、結論

整體而言，本課程設計「DIY 闖關 vs.在地實踐」能增加闖關者「對科學的興趣」，也能增加大學生「科學實作及科學探究的能力」，對學生及闖關者的「科學素養」皆有助益。惟樣本數較少(44 人)，故視為先導性研究。

二、建議

持續「科學探究闖關實作融入大學通識課程設計」之行動研究，累積更多樣本，比較各變因(性別、年級、科系)之「對科學的興趣」、「科學實作及科學探究的能力」及「科學素養」的學習成效關連性與差異性。而「科學探究類型」對引導學生發展探究能力的學習成效為可深入探討的研究課題，擬以相同概念但不同的科學探究類型，引導學生發展實作，再以學生的表現與觀點來探討其學習成效。

致謝

感謝各方支持並促成本研究。首先感謝教育部教學實踐研究計畫的經費補助(計畫名稱：「仿生科技與環境」通識課程-期末成果展「DIY 闖關 vs.在地實踐」的合作學習)，其次感謝參與課程的教師及學生的全力配合，以及研究團隊協助分析；最後感謝審稿委員的指正與建議。

參考文獻

- 何宗穎、鄭瑞洲、謝佩妤、陳東煌、黃台珠 (2012)。非制式奈米科學教學提升中小學學生科學學習興趣之研究。《科學教育研究與發展季刊》(65)，1-26。
- 吳秋明 (2015)。探究教學在國中奈米科技課程實施之研究。未出版之碩士論文。新竹: 國立新竹大學。
- 李柏毅 (2013)。通識教育核心課程學生學習成效初探—以中央大學核心課程為例。《通識教育學刊》，67-93。
- 徐慶雲 (2007)。實施探究式科學闖關遊戲提升國小學童科學學習成就之行動研究。未出版之碩士論文。屏東市: 國立屏東教育大學。
- 張美珍、王裕宏、鄭宇鈞 (2011)。博物館動手做活動增進觀眾對節水科技概念理解之研究。《科技博物》，15(1)，5-31。
- 張美珍、吳翠玲、謝齡萱 (2014)。高中學生參與節能減碳服務學習的動機與實踐歷程。《中等教育》，65(4)，32-52。
- 張美珍、郭鳳娟、林淑歆 (2012)。博物館「碳足跡」闖關活動對觀眾碳足跡態度的影響。《科技博物》，16(2)，45-71。
- 張美珍、蔡東鐘、許景綾 (2015)。國小學生擔任科學實驗站解說員對其科學態度及表達能力之影響。《博物館學季刊》，29(1)，23-33。
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程自然科學領域綱要。臺北市: 教育部。
- 曹沛雯 (2017)。播下科學的種子，談科普活動推廣。《國立成功大學校刊》第 256 期，28-35。
- 莊永傑 (2014)。3D 列印教具導入科學教育應用之探討—以奈米科較為例。未出版之碩士論文。台東縣: 國立台東大學綠色科技產業碩士專班。
- 許良榮 (2004)。從科學遊戲到科學教學。《國教輔導》，44(2)，6-11。
- 陳瑞麟 (2003)。科學與世界之間—科學哲學論文集。台北: 學富文化事業。
- 彭森明 (1996)。實作評量 (Performance Assessment) 理論與實際。《教育資料與研究》，9，44-48。
- 黃淑雯 (2017)。桌上遊戲融入海洋科學教育對國中生學習動機、興趣及成效之研究。未出版之碩士論文。基隆市: 臺灣海洋大學。
- 楊悠娟 (2015-2018)。[生態奈米科普活動教學成效調查]。未出版之原始資料。
- 鄭瑞洲、洪振方、黃台珠 (2013 年 12 月)。採用多元教學策略的非制式奈米課程對國中生情境興趣之促進。《教育實踐與研究》，26(2)，1-28。
- 賴珮瑄 (2015)。東台灣生奈米科普課程發展歷程及其成效分析之研究。未出版之碩士論

文。花蓮縣: 國立東華大學。

顏弘志、段曉林 (2006)。建構主義取向教學的實踐-一位國小自然科教師信念，教學實務的改變。《科學教育學刊》，14(5)，571-595。

顧炳宏、陳瓊森、溫嫩純 (2011)。從學生的表現與觀點探討引導發現式教學作為發展探究教學之折衷方案角色的成效-以密度概念為例。《科學教育學刊》，19(3)，257-282。

Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.

Committee on the Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry, & National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Cousin, P. T., Dembrow, M. P., & Molldrem-Shamel, J. (1997). Inquiry about learners and learning: Thinking about teaching through inquiry. *The Reading Teacher*, 51(2), 162-164.

Hegarty-Hazel, E. (1986). Lab work. *SET: Research information for teachers, number one*. Canberra: Australian Council for Education Research.

Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The school review*, 79(2), 171-212.

Johnson, D. K., Ratcliff, J. L., & Gaff, J. G. (2004). A Decade of Change in General Education. *New Directions for Higher Education*, 125, 9-28.

Schmidt, P. R. (1999). KWLQ: Inquiry and literacy learning in science. *The Reading Teacher*, 52(7), 789-792.

Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). The teaching of science: *The teaching of science as enquiry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Staer, H., Goodrum, D., & Hackling, M. (1998). High school laboratory work in Western Australia: Openness to inquiry. *Research in science education*, 28(2), 219-228.

Yang, Y.-C. (2017). Science Fun Hualien. *EASE (East-Asian Association for Science Education) Newsletter*, 10(2), 13-16.