

動手玩創意，人人都是創客：創意自造課程對教育學院學生之創造力及科學素養之影響

蕭婉鎔

國立暨南國際大學諮商心理與人力資源發展系

wjhsiao@ncnu.edu.tw

摘要

本研究以非 STEM 科系之教育學院學生為對象，嘗試將自造教育所強調的創客精神融入於創造力課程，讓學生從生活情境中參與合作分享、跨域研究、動手實作、與產出學習成果；在此過程中，同時累積科學素養。本研究以探究觀點，設計創意自造教育，課程內容包含：（1）教導創意技法、（2）透過練習強化創意發想、（3）融合創造性思考與問題解決、以及（4）創意成果發表；讓學生的創意從想到做，跳脫想像，對接實務與應用。為驗證本課程實踐成效，以教育學院大學部三年級為本課程實踐之對象，進行 18 週創造力教學課程。資料蒐集包含創造力測驗前後測、創意自造成果發表、學生課後訪談、與口試等多元評量方法，檢驗本課程之教學成效。研究結果發現，創意自造教育可以提升學生創造力、科學學習動機與科學素養。最後，根據本研究發現，提出創意自造教育課程設計，以供相關教學者與研究者之參考。

關鍵詞：自造教育、科學素養、探究教學、創客

Hands-on Creativity and Everyone is a Maker: The Impact of Maker Education on the Creativity and Scientific Literacy of Students of the College of Education

Wan-Jung Hsiao

Department of Counseling Psychology and Human Resource Development, National Chi Nan University

Abstract

This research targets non-STEM students and integrates maker education into creativity courses, encouraging students to engage in collaborative sharing, interdisciplinary collaboration, hands-on practice, and the creation of their own products. Through this process, students can improve their scientific literacy. The course includes: (1) teaching creative techniques, (2) strengthening creative thinking through practice, (3) reinforcing creative thinking and problem-solving, and (4) displaying creative products. To verify the effectiveness of this course, third-year university students participated in an 18-week creativity teaching program. A mixed-method approach was used for data collection and analysis. This research utilized a one-group pretest-posttest design within quantitative methods to measure creativity. To assess teaching effectiveness, the course also included end-of-semester presentations and student interviews for qualitative analysis. Results show that incorporating maker education into creativity teaching effectively enhances students' creativity, motivation for science learning, and scientific literacy. Students reported high satisfaction with the course, finding it beneficial for both practice and learning. Finally, several suggestions for teaching and research are presented.

Keywords: Maker education, Scientific literacy, Inquiry teaching, Maker

Received: Jan. 12, 2024; first revised: Jun. 19, 2024, second revised: Jul. 18, 2024, third revised: Aug. 8, 2024; accepted: Aug. 2024.

Corresponding author: W.-J. Hsiao, Department of Counseling Psychology and Human Resource Development, National Chi Nan University, Nantou County 545301, Taiwan

壹、緒論

自造者運動 (maker movement) 強調創意與自製，這股風潮，正漸漸地改變我們的教育、經濟以及過去習慣的製造模式，甚至被稱為第三次工業革命 (Anderson, 2013)。「Maker」中文稱作「自造者」、「創客」，這群自造者以分享交流為樂，更重於實踐 (Dougherty, 2012)，他們善於透過不同工具和方法，與一群志同道合的夥伴，將其創意想法實體化與產品化 (童怡璇, 2018; Hsu et al., 2017)，因此，自造者已被視為未來創新的重要角色。美國自造者運動的迅速發展也反映了科技普及之後所帶來的實踐風潮，也讓學習的目的與方法有了新的定義 (潘文福、謝金城, 2018)；從過去單向「想」的學習模式，翻轉成「動手做」的實踐精神。學習不再只是分科知識的記憶與理解，而是透過實作活動與問題解決的過程，培養學生創新思考的能力。因此，近年來，全球各地開啟一陣風潮 (growing call)，呼籲將自造教育與自造實踐融入學校或其他正規教育 (formal education) 中 (Godhe et al. 2019)。近年來美國亦在校園中透過提供學生各種補助計畫，鼓勵學生以自造實踐進行工業製造、創新或創業 (Hsu et al., 2017)。

為提升國家競爭力，培養創造力、學以致用的人才，自造教育在近幾年在臺灣亦逐漸受到重視；教育部自 2015 年訂定「推動創新自造教育計畫」，將自造教育列入國家前瞻計畫，從大學端的「自造教育基地 (InnoMaking Space)」、高中職「自造實驗室 (Fab Lab)」與中小學的種子教師培訓與深耕中小學自造教育等，全面啟動，以培養學生獨立思考、動手實作、創新創意解決問題等能力 (自造教育及科技輔導中心, 2020)。近年來，自造運動已在教育界作為吸引 STEM (science, technology, engineering, and mathematics；科學、技術、工程、數學) 學生從事創造性思考的教學方法之一；在此過程，學生將學習扮演不同的角色，如數學家、科學家、設計家、或創作家，應用 (leverage) 不同的知識、技能與活動進行問題解決 (Hsu et al., 2017)。自造教育是將自造精神實踐在教育中，其理念包含：創新思考、設計實作、合作分享；透過從想到做的過程，同時培養學生的科學素養 (Godhe et al., 2019; Hsu et al., 2017)。

科學素養是指人們對科學的相關理解，以及將其應用於個人、社會和專業生活的能力 (Hurd, 1958)；科學素養為生活在現代科技社會中不可或缺的知識與能力 (林淑楞, 2019)，科學教育不再以培養科學家為目的，相反地，而是希望培育未來公民能運用所學，以科學原則對其生活與環境進行明智的決定以及解決問題 (靳知勤, 2002)，因此，公民科學素養的提升更是各國科學教育的首要目標 (國家教育研究院, 2018; Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2013)。然而，學校應如何教學才能培養學生具備科學素養？Osborne (2014) 認為「做科學」為培養科學素養的主要活動，藉由實作 (practices) 可以培養科學素養。科學即探究 (National Research Council [NRC], 2000)，經由課室的探究學習，可以培養學生科學知識與能力。由於自造教育強調通過實踐操作將知識驗證結果呈現出來，將創意的想法變成具體的實物或真實的產品；在此創造的過程，涉及確認問題、提出回應、辯證結果，此過程與科學探究相似。因此，經由自造教育，應可提升學生科學素養。

早期科學教育多以 STEM 學科為主，近年來在人文學科也日漸受到重視，並將其納入國民教育的基本能力之中。然而，回顧科學素養的後設研究發現，學生科學素養仍以理工學科學生的教學素養普遍較高 (e.g. Kanadli, 2019; Yildirim, 2016)；高碧玉與劉毓芬 (2017) 調查大專院校學生現代公民核心素養發現，工程與資訊類學生的科學素養普遍高於人文類／商管類／生活與設計類；醫護類的亦高於人文類學生。此結果說明，人文類科學生科學素養仍有提升的必要性。由於人文學科學生普遍對於科學學習動機不高，甚或感到焦慮；例如 Onwuegbuzie 與 Wilson (2003) 研究也指出，有 80% 社會科學領域的研究生對於數學科學的學習感到焦慮，Yildirim (2016) 的後設研究更指出，教育學系的學生焦慮感更高於其他院系。然而，當科學教育已不再只是培養科學家，而是成為未來公民的基本素養；則非理工學系的學生又該如何培養這樣的能力呢？

科學教育不應止於學理解題，科學素養才能落實解決問題；科學不再僅僅是一此學科，而是以科學為基礎，將科學教育體現到人文科學中。近年來美國發展出 STEM 融入藝術、人文、設計等不同領域，

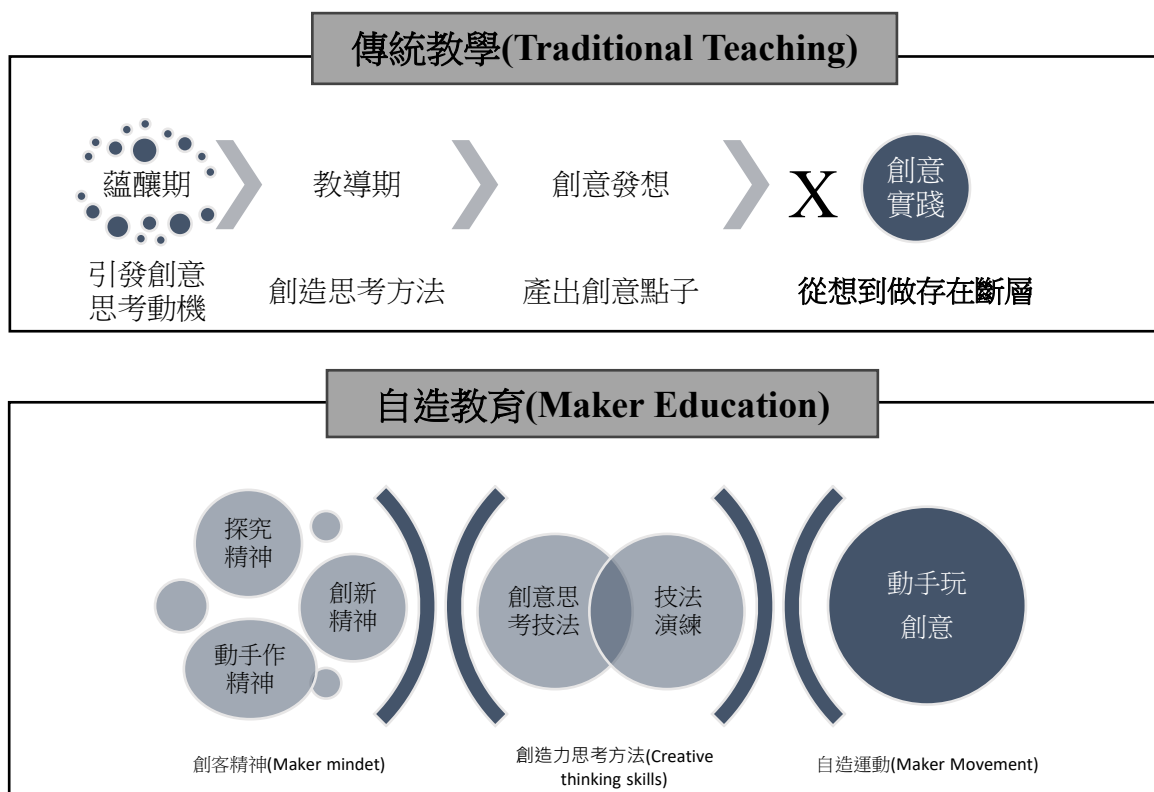
透過生活問題或活動來培養學生的科學素養。臺灣新上線的12年國教總綱（又稱108課綱）也以核心素養做為課程發展主軸之一，強調透過實際的生活問題或活動來培養生的科學素養，重啟發而非給出一定的答案。在此學習焦點翻轉下，非理工科系的學生對於科學的學習應重新檢視，並設計一個有系統且可提高其學習動機的課程，以培養其科學素養。

創造力是可以教的（creativity can be developed）（Lin, 2011），Treffinger（1980）指出，創造力可以透過持續的創造思考活動以養成習慣，提升其創造力；Crompton（1992）也指出，藉由課程的多元設計，可以有效促進學生的創造力。因此，研究者近年來於大學部開設創造力訓練相關課程，期望以多元、互動、操作、實踐的教學方式，有效提升學生之創造力。Lin（2011）指出，可以藉由思考工具（thinking tools）的使用，來刺激學生的創造力（stimulate individual's creativity）；或經由腦力激盪術（brainstorming）等水平思考技巧的訓練來產生更多問題解決的方案。建基於過去創造力教學的文獻基礎之下，課程設計著重於（1）教導創造思考技法以及（2）透過練習強化創造力，期望藉此改善學生之創造力。

經由一學期的引導與訓練，學生開始習慣水平思考，試著以突破的觀點提出全新的解決方案，五花八門令人意想不到的新奇點子總是能產出於課堂中。然而，從點子到實踐之間，涉及多方知識與科學探究的實踐精神，對於教育學院的學生存在較大的障礙；且缺乏系統性地蒐集相關資料驗證課程結果。有鑑於此，本研究嘗試以自造教育設計創造力課程，並以非理工科系之教院學生為研究焦點，援以「探究取向」，讓學生從生活情境中參與合作分享、跨域研究、動手實作、與產出學習成果。在此過程中，同時累積科學三大能力：解釋、設計、詮釋，提升創造力與科學素養。因此，本研究擬以發展一個適合非理工科系之創意自造教育課程，設計探究取向的教學與實作活動；經由一學期課程施作，檢視非理工科系學生之創造力與科學素養的改善。本研究之具體教學困境與課程創新之概念如圖1所示：

圖 1

教學困境與課程創新之概念圖



註：本研究繪製

具體而言，本研究之目的為，將「自造教育」融入創造力課程，讓教育學院學生從生活情境中參與合作學習、創意提案、動手實作，以使其創造力及科學素養有所改善；且為驗證本課程之教學成效，將同時蒐集質性及量化資料，從「學習動機」、「創造力改善」、「科學素養」以及「課程修訂」四個面向進行教學成效評估。

貳、文獻探討

一、自造教育融入正式教育

面對全球的快速發展、網路的崛起與普及，跨域創新教學、合作分享社群正在全球產生一股風潮。透過網路、科技、自學，只要有想法，就能以製造為業；有了網路，自造者便能應用網路推動下一波經濟成長，人人製造的新革命已然來臨（張庭綸，2021; Anderson, 2013）。為因應此轉變，各國多冀望透過教育系統培養與連結未來所需之基本人才。自造者運動作為一個以創意、創新與實作的概念與行動被引進到學校場域中（Papert, 1993），透過學校提供多元課程，激發創造力與概念實踐力，藉此提升學生問題解決能力。自造教育（maker education）被視為一套以實務與問題導向的學習方式，培養學生創造、發想、實作與問題解決能力（李晟瑋、郭癸賓，2019）。為推廣自造教育，教育部在 2015 年訂定「推動創新自造教育計畫」，此計畫連結大專院校、高中職、中小學，從師資、課程、設備、場地及各式推廣活動的實踐，來落實自造教育的推廣（張庭綸，2021）。臺灣的新課綱亦朝向素養導向的教與學，透過多元的學習體驗來培育學生具備面對未來的知識與能力（張瀞文，2018）；加上 STEM 整合教育議題近年來亦受到政府的關切與重視（林坤誼，2014），動手做科學不再侷限於理工，而應落實於全公民素養之中。

臺灣目前許多教育場域已融入自造者概念，例如潘文福與謝金威（2018）將自造與資訊科技教育融合，以體感创客之跨領域教學，分析學生在創作過程所扮演不同角色進行成效評估；李晟瑋與郭癸賓（2019）則在探索體育課程中融入自造教育，提出體育課程教案。然而，自造的精神卻顯少落實於人文教育類科；尤其是教育學院類科的學生，對於 STEM 學習動機較低。因此，本研究將以自造教育融入創意教學，重新設計課程，以檢視創意自造課程設計對非 STEM 學科學生學習成效的改善。

二、科學素養的教與學

Durant（1993）指出，科學素養（scientific literacy）係指一般社會大眾對於科學事物的了解；美國 2061 計畫的「全美科學素養（Science for All Americans）」，更明確指出，科學素養不侷限於少數理工背景的民眾，而應落實於全國人民。因此，科學素養可泛指一般民在科技社會中所具備之相關知識與能力（靳知勤，2002）。臺灣在十二年國教自然科學領域的課程目標中也指出，具科學素的公民應具備基本科學知識、探究與實作能力，能於實際生活中有效溝通、參與公民社會議題的決策與問題解決，培養求真求實的精神」（國家教育研究院，2018）。由此可知，科學素養包含三個層次：（1）科學知識、（2）探究能力、以及（3）問題解決的意涵。

素養導向的教與學，美國「國家學教育標準」指出，素養不僅要讀、寫能力，還需具備相當程度的學習力（National Research Council, 1996）；我國十二年國教課綱亦提及，素養是個人具備一定的知識、能力與態度，注重所學知識在生活中的應用，以適應生活與面對挑戰。因此，素養導向的教學，除了重視學科知識與技能外，更注重與生活情境之結合，需透過實作來學習（范信賢，2016）。經由實作可以整合知識、態度與行動，產生真正的理解，最終應用於生活之中。因此，本研究將以自造教育的動手作精神融入創造力課程，並以生活問題為情境因素，由學生針對問題進行探究、學習，並提出問題解決，培養其科學素養。

三、創造力的教與學

有關創造力的定義，有不同的觀點，有些學者將創造力視為個體的一種特質（characteristics of the person），具創造力的人會花大量的時間去進行創意思考與活動（Raudsepp, 1978）；但有些學者認為創意

是一種歷程 (process)，是指人們願意積極的針對生活週遭的例行事特去提出新的反應與行動 (Rogers, 1954)；但有更多的學者認為創意是一種產物 (product)，也就是可以產出新奇且有用的產出 (Stein, 1974)。Rhodes (1961) 曾匯整多篇有關創造力的研究，認為創造力涉及四個 p：個體、歷程、產品、及環境，Amabile (1988) 更明確將創造力定義為：創造力是指由個體或群體所共同產出新奇且有效的點子；而創造力是一種發散性思考，包含四種特質：流暢力、應變力、獨創力、精進力。

由於近年來學者多認同產出導向的創造力定義 (product-oriented definition)，因此認為創造力是可以教的 (Amabile, 1996; Baer & Kaufman, 2006; Lin, 2011)；創造力教學的目標在於培育學生的創造力，以使其具有快速回應問題的能力 (Esquivel, 1995)。Lin (2011) 在探討創造力教學研究中指出，創造力教學涉及三個重要構面：(1) 教什麼？究竟教什麼內容可以培育 (fostering) 及發展學生的創造力；(2) 什麼樣的內在以及外在環境可以誘發創造性思維？；(3) 以及教師信念 (teacher ethos)？上述三個面向成為創造力教學是否成功的關鍵因素。本研究匯整 Lin (2011)、Cropley (2001) 及 Davis (2004) 的研究，認為創造力教學涉及四個面向：

- (一) 提高學生創造力意識和態度：在創造力教學上，必須先提高學生創意思考的動機，以增加其準備度。因此，老師在課程一開始，即應明確鼓勵學生新奇和非傳統的思考方式，以增加其內在動機。
- (二) 教導創造思考技法：創意不會無中生有，經由思考工具的介紹與教導，可以使學生習得新的思考方法，跳脫傳統邏輯思考模式及思維。
- (三) 透過實作強化創造力：由於大多數的人仍習慣使用慣性的傳統思考模式，因此在習得新的創造思考技法後，應藉由持續且重複的實作，以強化新思考模式的熟悉度與應用。
- (四) 讓學生參與創造性活動：由於創造力是產出導向的，因此應該讓學生將其創意具象化，進行產品開發，以強化其創意發想與實作的連結。

四、創意自造讓每個人都能成為「創客」

回顧創造力教學研究，多強調創意思考技法的教導以及實踐，然而，Amabile (1988) 指出，創造力的產生涉及三個層面：動機、創造力思考技巧、還有專業知能，三者缺一不可。如果在創意發想的過程未具有任務或環境的專業知識與技能，則會使創意停止於新奇的點子，可是卻不具有實用性。Parnes (1987) 指出，創造的歷程包含：發現事實、發現問題、發現概想、發現解決方案、接受結果。Esquivel (1995) 也指出，創意之目的除了產出原創點子或商品之外，更應回應問題，以問題解決為目的。綜合上述，創造力不僅止於產出導向 (product-oriented)，更是問題導向 (problem-solving)；Birdi (2005) 指出，新奇 (new) 與有價 (value) 是用來評價創意的重要指標，如果創意不是從解決問題出發，則其產出則無實用價值，嚴格那說，即使多麼的新穎獨特，仍無法稱之為創意。

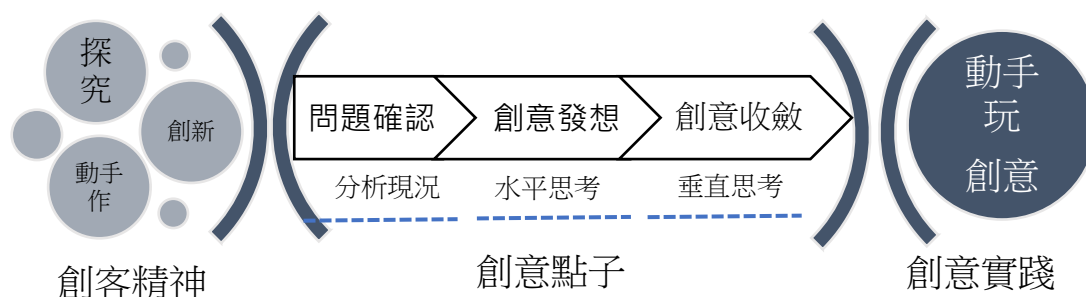
而在自造教育上，自造者具有動手做、客製化、分享性、創造性等特性 (吳清山, 2015)，且自造教育包含四個核心精神：探索與產出新創意、動手創作與製造、嘗試新方法、失敗是下次的成功，在此過程，最重要的是找到自己的熱情並分享給他人 (Godhe et al., 2019)。因此，自造教育必須基於真實情境進行問題解決，此過程，重視學生獨立創造思維的培養，學生需要有自己的創意，並努力實現。因此，在創意自造教育設計上，必須兼顧產出導向與實務導向。Smith 等人 (2014) 也指出，自造實踐由分組體驗、合作學習、跨域整合等活動，可以促進學生對科學的正向態度，培養創造力與問題解決能力。此外，自造教育更經由動手做的理念培養學生「探究」的精神 (Osborne, 2014)。

探究精神是指能從生活經驗的好奇心引導出想要解決的問題，並嘗試或發現問題解決的方式 (Herron, 1971)。Osborne (2014) 指出，實作活動可以培養學生探究的精神。在探究教學設計上應包含四大要素：(1) 提問、預測及計畫、(2) 觀察、設計及試驗、(3) 分析、詮釋與及解釋、(4) 驗證、評估及反思 (Harlen, 2014)。樊琳與李賢哲 (2002) 也指出，探究教學設計需要讓學生自己提出問題意識、發展探究方法、蒐集和解釋數據、分析比較所得之結果，在此過程，學生不但有機會了解科學是什麼、如何進行探究、更能對整合其所學知識多有助益。因此，本研究以自造教育的創客精神，融合探究

教學，重新設計創造力教育方案；課程設計包含：創新、探索、創作與驗證，據此培養學生科學探究的能力。

本次課程設計以「探究」為課程核心，在此過程，涉及科學素養的二個向度：知識與能力（李松濤，2017）。在知識面的部份，由教師以系統性講述法說明如何進行科學歷程探究、活動設計、科學地詮釋數據與證據。在實作部份，則以自造教育精神融入創意教學，引導學生在創意發想過程，以問題解決為導向，並具備探究與動手做的精神，用創意自造推展創意行動，回應問題進行問題解決（如圖 2 所示）。

圖 2
創意自造課程規劃概念圖



註：本研究繪製

參、教學設計與規劃

一、課程設計理念與原則

根據文獻探討，本研究重新設計課程，以符合本研究之目的。教師在此過程，必須扮演「引導師 (facilitator)」與「設計師」的角色。在引導角色上，教師在過程進行中，必須要促動及引導學員參與互動、激發創意、保使團隊成員智慧能相互激盪。在設計師角色上，教師必須思考課程每個環境設計的理念與緣由，以確保學習目標能有效達成。本次課程設計之理念分別描述如下：

(一) 培養創客精神

自造者運動強調動手做、客製化、分享性、下而上的特性（吳清山，2015），人人都能將自己的創意進行各種設計，使之形象化。打破過去動手做的畏懼，藉由「共享」、「合作」、「跨界」的概念，提高點子實現的可能性（Gershenfeld, 2005）。因此，為了在課堂中融入創客精神，提高教育學院學生動手做的興趣，激發創造力與夢想實踐力；本課程將為學生營造一個開放與分享的學習環境，提供他們知識分享、交流與討論的空間 (share space)。在創客精神培養上，將以浸潤式教學，打造一個給予同學願意提出點子的空間，其中，包含（1）建立教室原則：以「暫緩批評」、欣賞創意的原則，多看每個點子的可能性而不缺失；也鼓勵同學「搭便車」，集合眾人智慧搭乘別人創意便車，提出自己的點子；在此過程，產出更多的點子，更奇怪的點子。此外，並於教學空間（2）佈置創意牆面：在教室牆面張貼創客資訊海報，佈置創意作品展示，以及打造創意塗鴨牆；讓學生的點子與想像可以自由書寫於牆面海報上，而同學間亦可互動回應、增減，共同創作。此外，在創客教育上，則安排創客講座、創客基地參觀，以及學習數位自造工具…等，以提升教育學院學生對「創客」的認知。

(二) 問題或任務確認

自造教育是基於真實情境進行問題解決，因此，為了讓修課學生更能貼近實務現場，從實際情境進行反思並採取具體行動，本研究將進行產學合作，納入合作單位代表，經由 2-3 次的實務探索與對話，讓學生釐清實務現場的需求與困境，以作為課程創意自造之問題回應與解決。Weisberg (1999) 指出，

知識與創意之間存在一種相互影響的關係，知識作為創意新構想的基礎，若個人不具備某領域的基本知識，則無法產出令人印象深刻或有用的作品。如同科學素養中的學科知識，好的科學辯證流程，必須先熟知該領域合適的知識，提供解釋性的假說（OECD, 2013）。因此，在課前準備，教師將邀請實務4-5個合作機構，提出實務現場的需求（企業提案需求）；並媒合小組成員與企業，進行問題診斷、釐清情境、發展行動策略與提出解決方案。在此過程，強調科學素養中的「探究」精神，透過持續與業界代表的諮詢與釐清，確認問題，發現問題，並提出可能的解決方案。

（三）創意發想

思考工具的運用可以有效的增加創意的產生（潘裕豐，2006），因此在課程設計上將採每週單一主題的融入教學，教導創造思考技法，並透過課程的大量實作強化技巧以及思考方式的改變，以使學生習得新的思考方法，跳脫傳統邏輯思考模式及思維。課程過程，以開放、彈性、創意的教學環境，鼓勵學生互動／討論，並嚴格遵守「暫緩批判」之原則，鼓勵同學於課堂中提出自己的想法與概念，以水平思考蒐集創意點子，作為問題解決之可能。本課程將在技巧上介目前較常使用的水平思考訓練，包含：腦力激盪術、六頂思考帽、奔馳法（SCAMPER）、心智圖法、注意力引導工具...，使學生能脫逃慣性思考，嘗試更多的可能。

（四）創意收斂

水平思考是放大所有的可能性，讓個人在選擇之前，嘗試更多的可能方案；水平思考有助於從一個概念轉到另一概念，引發新想法，跳脫窠臼，但其並不下決定或採取行動的方法，仍須經由檢視其有效性及可行性再加以落實，此時便依賴垂直思考邏輯批判的檢驗（De Bono, 1967）。因此，課程將安排1週主題介紹創意收斂的思考工具，如故事法、區塊法...等，以協助創意之收斂與驗證。

（五）動手玩創意

由於自造教育強調學生要設計和製作自己的作品或產品（潘文福、謝金城，2018），參與者在「動手做」的過程中，結合跨領域的專業知識與理論，提升獨立自主思考、解決問題與主動參與等方面的發展（李晟璋、郭癸賓，2019），從科學的情境、知識與能力三大特徵涵養科學素養（Bybee et al., 2009）。此外，Cira 等人（2015）指出，團體創作活動或競賽對於學生的學習動機、團隊合作、自主學習、溝通等有所助益，因此，為檢視本課程之學習成效，以期末成果發表競賽作為本課程之總體檢。由各組進行「創意自造」，於期末進行成果分享；此外，必須記錄（錄影）討論、實作過程，以檢驗是否能應用本學期所教導之創意技法進行創意開發與實作。成果發表會將邀請合作之實務工作者進行評估與回饋，以檢視本計畫所設計之課程是否能提升學生之創意，且能回應實務之需求。

二、教學流程

自造教育強調學生要設計和製作自己的作品或產品（潘文福、謝金城，2018），參與者在「動手做」的過程中，結合跨領域的專業知識與理論，提升獨立自主思考、解決問題與主動參與等方面的發展。因此，為了提升學生實務能力，本次課程在準備期即邀請四個產業代表參與本課程之實務創作；由獲邀之產業代表提出實務需求，進行創意製造之實務需求。單位需求分別為：

- （一）A 單位（飯店業）：住宿、餐飲、周邊商品、年輕客群的開發。
- （二）B 單位（保險業）：增員專案、新人培訓、應屆畢業生投入意願。
- （三）C 單位（幼兒園）：幼兒教具、孩童照顧輔具、幼兒園招生。
- （四）D 單位（遊戲軟體業）：辦公環境改造、展覽活動企劃、HR 系統建置。

媒合後的小組成員會與企業持續進行問題診斷、釐清情境、發展行動策略，並以創新的想法提出問題解決方案。在此過程，學生將以科學探究的精神，進行跨領域知識的整合、想像、與製造；藉此過程培養科學素養之三大內涵：科學知識、探究能力、以及問題解決。各階段重要教學活動闡述如表 1 所示：

表 1

各階段重要教學活動

| 步驟 | 關鍵活動 | 說明 | 週次 |
|-----------|-----------|---|----------|
| 一、問題與任務確認 | 1. 業界代表邀請 | 在課程進行前，由教師邀請合作單位加入此課程；並與業師進行溝通說明本課程之進行模式以及預期的教學成效。 | 課前 |
| | 2. 產業提案 | 請合作單位之業界代表，針對目前所遇到的困難以及欲解決的問題進行提案（業界需求），讓學生於學習期間的創意發想能更有所聚焦，以解決問題為出發。 | 課前 |
| | 3. 學習動機 | 引發學學習動機，包含課程投入宣言、課程默契建立。 | 第 1-2 週 |
| | 4. 產學媒合 | 邀請四位合作單位代表進行十分鐘需求說明，將修課學生分成四組，分別與家企業進行媒合。後續學生將持續與業師進行實務探訪、需求確認與釐清、線上會議...，以瞭解實務現況 | 第 3 週 |
| 二、創意發想 | 創意技法教學 | 每週單一主題的融入創意思考教學，包含腦力激盪術、六頂思考帽、奔馳法（SCAMPER）、心智圖法、注意力引導工具...等，並藉由課堂的練習，讓學生熟悉這些創意思考技法。 | 第 4-11 週 |
| 三、創意收斂 | 垂直收斂方法 | 課程將安排一週的主題單元介紹創意收納的思考工具，如故事法、區塊法...等，以協助創意點子之收斂與驗證。 | 第 16 週 |
| 四、採取行動 | 創意自造 | 自造教育強調學生「動手做」，因此學生在釐清產業需求後，必須持續利用課後時間進行討論與思考；並結合跨領域的專業知識動手以創造出一個產品。 | 學期間 |
| 五、成效評估 | 1. 成果發表 | 各組創意自造作品，於期末進行成果發表競賽。 | 第 17 週 |
| | 2. 學習成效 | 檢視學習成效，包含後測、質性訪談。 | 第 18 週 |

註：本研究繪製

肆、研究方法

本研究創造力課程設計以「創意自造」為出發，引導學生在創意思考的過程，以實務工作者的角度推展創意行動，以觀察其最終創意產出是否能改進實務現場之需要與應用。學生在創意發想之前，除了學習創意思考的技巧之外，必須從真實場域出發，對其探討的領域有所認識與理解。在研究操作上，以研究者任教之教育學院大學部「創造力訓練與發展」課程進行實施；在課程設計上，兼顧實務應用與創意產出，並於期末以成果發表會的方式檢視本計畫之成效。

此外，考量本研究採實驗設計，可能涉及 Campbell 與 Stanley (1963) 所指稱樣本選擇偏誤、測量工具、測驗...等會影響內在效度。為降低內在效度之威脅，在樣本選擇上，為避免實驗組與對照組內在差異所產生的偏誤，本研究實驗組與對照組將以教育學院學生為主要研究對象，其次再納入科院學生為參照組 (STEM)；在測驗工具選擇上，則以國內外發展具信效度、且高度被使用之測量工具為主，且為避免因前後測使用同一份工具 (重複測驗) 所造成的測驗誤差，因此在前後測工具選擇上將使用高效標之測驗工具。研究設計執行詳述如下：

一、研究場域

本研究以某國立大學所開設之「創造力訓練與發展」課程進行教學觀察，此課程為系選修；因課程涉及大量實作與演練，故課程修課人數設定 20 人為上限。由於本課程採創意自造之教學設計，課程以實務應用導向為主，大一、大二學生仍在環境與專業適應階段，對於應用層級的先備知識仍有所不足，故不納入本次研究對象。而大三學生對相關專業已具先備知識與知能，故在創意應用與發想上，可能較為適合與恰當，故為本研究主要對象。

二、研究參與者

因本次課程涉及高度互動與實務合作，因此在第一週課程說明時，與選修此課程之 20 位同學進行選課面談，說明本課程之進行方式、教學期待、與學習負荷，並簽訂學習承諾，無高度學習動機與學習投入之學生，建議不要選修。此外，在研究倫理上，於第一週說明本課程之執行與研究設計，並簽署「參與研究同意書」，以知悉其權益以及預期風險（最小風險）。

經過第一週的課程面談，最終參與本次課程共 17 位同學，其中男同學 6 位，女同學 11 位；均為國立大學教育學院人資系大三學生。為鼓勵同學能相互學習，打破慣性分組（大三同學已有“固定”的小組成員／好朋友），因此，每週上課會以抽籤的方式安排當週的座位，每週分成 4 組，讓同學每週上課都能與不同學習者進行討論互動，激發創意。在期末創意自造部份，為避免同學固定分組模式，以企業媒合方式分組；在企業需求說明之後，由同學針對各企業主題進行興趣媒合，最終分成 4 組。

三、資料蒐集

在教學成效資料蒐集上，本研究以量化資料及質化資料檢視教學成效，並輔以成果發表之創意評價驗證其實務問題解決之能力；資料蒐集時時程如圖 3 所示，於第 2 週進行修課同學創造力前測，第 17 週為創意成果發表，第 18 週則進行創造力後測、科學素養問卷調查，以及每位同學的深度面談，希冀以多元資料交叉分析驗證本研究結果。

圖 3

資料蒐集時程



註：本研究繪製

在量化資料上，包含創造力測驗與科學素養調查：

（一）創造力測驗

在創造力測驗上，採前／後測設計；針對修課學生，於第 2 週進行前測，第 18 週進行後測，以驗證本課程教學設計是否能提升學生創造力。為避免前後測使用一份問卷而產生學習效果，故在創造力測驗上，前測使用吳靜吉（1998）新版創造力測驗之「人」圖形測驗，後測時為避免「學習效果」，改採 Torrance（1962）之「竹筷子／平行線」圖形測驗。此二份測驗是最常被使用於評估受測者創造力之測驗（林敏嵐，2017；蕭佳純，2019；許家昇，2021）；二者皆以流暢力、應變力、獨創力來衡量受測者創造力，且具高相關，因此常被使用於實驗設計中的前後測差異分析。

兩套問卷皆分別針對流暢力／應變力／獨創力三個構面進行計分，且都已發展好計分手冊，由批閱者根據計分手冊進行批閱。流暢力是指單位時間內的反應量，計算受試者作答的總個數；應變力：單位時間內的反應類別，主要計算所有反應後不同類別的種類；獨創力：單位時間內每個反應的獨特性，即相對稀少性，計分方式為：反應次數在 5% 以上給 0 分，2%~4.99% 給 1 分，2% 以下給 2 分。

（二）科學素養調查

由於本研究旨在透過創意自造課程改善非 STEM 科系學生之科學素養，礙於課程操作為小班教學，為小樣本資料；在量化資料分析上為使數據有比較基準，故在驗證教院科學素養改善上，納入另二組學生進行對照：教院大三未修本課程學生，與科院大三未修本課程學生。此三組研究對象為立意抽樣，且

考量前後測學習效應（同一份問卷）與樣本流失（time1 前測／time2 後測，歷時四個月），故僅以後測進行對照比較。實驗組為本課程修讀學生，對照組則各邀請 20 位其他教院／科院大三同學參與科學素養問卷調查（表 2），以檢視此課程對教育學生科學素養改善之成效。

本研究採用 Tuan 等人（2005）所發展之「學生對科學學習動機」（Students' motivation towards science learning; SMTSL）問卷，此問卷以六大構面進行動機之衡量：自我效能感、主動學習策略、科學學習價值感、結果導向、成就導向、學習環境刺激，以李克特 5 點量表評估，共計 35 題。該問卷已被引用近 1156 次，其原始信度為.91，與學生科學態度（science attitude）、科學成就（science achievement）具顯著正向關係。

表 2

科學素養評估之比較設計

| 組別 | 前測 | 實驗教學 | 後測 |
|--------------|----|------|----|
| (1) 教院／創意自造課 | | X | O1 |
| (2) 教院／未修課 | | | O2 |
| (3) 科院／未修課 | | | O3 |

註：本研究繪製

在質性資料蒐集上，包含創意評價與深度訪談：

1. 創意評價

自造教育強調學生動手做的能力，因此學生在期末必須完成能回應實務需求的作品。其創意成果將由業界代表針對該作品之「創意性」以及「實用性」進行評價與回饋。

2. 深度訪談

課後 18 週將針對修課同學進行同至少 30 分鐘深入訪談，回顧一整個學期的心得與收穫，以釐清新課程教學模式對學生的影響效果及感受。在質性資料整理上，以學生晤談的口語資料以及業界代表評價進行交叉驗證。編碼方式為，學生學習晤談回饋以座號進行編碼：例如，甲生座號 1 號，編碼為「生-01」，共 17 位，編碼至「生 017」；成果發表之業界代表編碼方式為：產業界代表，編碼為「業-01」，共五位，編碼至「業-05」。

伍、研究結果

本研究主要透過創造力課程重新再設計，融入「自造教育」讓學生從生活情境中參與合作學習、創意提案、動手實作，以使其創造力及科學素養有所提升。為驗證本課程教學成果，同時蒐集質性以及量化資料，分析結果將從「教學成效」、「創造力改善」、「科學素養」、以及「課程建議」四個面向進行結果分析。

一、創意自造課程之教學成效

（一）質性資料分析結果

1. 浸潤式空間設計提學生內在動機

課程設計強調塑造一個開放自在的學習空間，讓學生能自在的此空間，暢所欲言，認真學習，包含（1）使用本系創客教室、（2）佈置創意牆面、（3）建立教室原則、（4）創客講習與參訪…等活動，打造一個給予同學願意提出點子的空間，同學反應良好，例如：「老師要我們第一週就簽署學習承諾，這樣很不錯，可以確認大家都是在認真學習才選修這門課的」（生-01），「其實，要簽名之前真的考慮很多，很怕期中之後會墮落，但為了老師，還是簽了」（生-08），「這樣的方法其實很不錯，可以確認留下來修課的同學都是有心的，這樣分組的時候，也不怕遇到雷隊友」（生-12）。

2. 團隊默契建立提高學生創意點子交流的意願

此外，團隊和諧氣氛的塑造亦是本課程關鍵重點。因此，在此階段，藉由課程默契建立：暫緩批判、愈多愈好、愈奇怪愈好、歡迎搭便車，鼓勵同學以「可能取代不可能」，盡可能去看別人點子的價值與延續性，避免批判與責難尚未成熟的點子，以塑造正向的分享氣氛，讓同學能勇敢自在的發言，不會害怕同學的批評。例如：「老師要求大家暫緩批判，真的讓我們盡量不去批評同學提的點子」(生-03)，「有時候真的覺得同學說的很瞎，但我們也不敢罵他」(生-11)。此外，經由本課程所教導的創意思考技法，例如六頂思考帽、腦力激盪、SCAMPER...都使學生能以不同的角度與面向思考問題，並提出點子，提高創意點子貢獻的意願與能力。

(二) 量化資料分析結果：教學意見調查課程滿意度高

學校每學期課程期末皆會針對學生進行教學意見調查，調查內容包含三大部分：學生自我評量、課程滿意度、以及實務應用。在學習態度上，有八成以上的同學在每週課程之餘，仍花費至少 3 小時以上的時間在此課程的準備；且多數同學整學期未曾缺席過本課程。此結果與上述質性結果相呼應，課程面談、以及同學簽署課程宣言的成效，讓選修此課程的學生在課程準備度及學習動機皆較高，方能達到此高出席率以及課程投入程度。

在課程滿意度調查方面，滿分 5 分，本課程獲得 4.77 分，高於院 (4.38) / 校 (4.38) 平均；整體來說，學此對此課程的反應是正向且滿意的。此外，為了降低學用落差，本校鼓勵教師課程除了理論意涵之外，必須促進課程與實務的連結；故在教學意見調查設計上，特別針對學生對「課程對實務應用的幫助」進行調查。本課程在實務應用上獲得 4.73 分，高於院 (4.35) / 校 (4.32) 平均，反應本課程對學生而言，確實有助於實務應用的連結，降低學用落差。

二、創意自造課程之創造力成效

(一) 質性資料分析結果

1. 水平思考創意教學與課堂演練，提高學生創意發想的能力

教學設計自第三週以每週主題教學，帶入創意思考方法，以提升學生創意思考技巧。課程進行中會帶領一系列的練習活動，以有效理解所引導的理論概念。除此之外，課後會指定回家作業，以持續養成創意思考的習慣，包含創意配額、生活顏色觀察、生活中的數字...等活動，讓創意從課堂延伸到生活。有關創意技法學習心得，學生反應：「印象最深的應該是 DeBono 的 po，可以讓我們在創意發想時，有一個方法，不會坐在那乾想，卻什麼也想不出什麼」(生-07)；「六頂思考帽真的是一個很好的工具，不止用在這門課，我們在其他課程的小組討論時，也可以用上。感覺團隊氣氛變好，比較不會有意見衝突的狀況發生」(生-03)；「老師每次介紹完一個技法，就帶入實作，現場練習，發現原來每個人的創意真的無限耶」(生-07)。

2. 打破固定分組模式讓學生可以與更多人交流，創意激盪

為了鼓勵學生多與不同學生交流，打破慣性分組模式，每週上課採抽籤分組、期末創意自造專題以學生興趣進行實務媒合，讓學生不僅止於跟「好朋友」互動，更可以與班上所有同學進行交流，有助於創意激盪。學生反應：「老師鼓勵大家打破過去的分組模式，跟不同的同學合作可以相互刺激；所以這次我沒有跟我好朋友同組，而是各自選有興趣的企業」(生-15)；「每次上課都要抽籤分組，每次上課都很刺激，不知道今天要跟誰一起討論」(生-12)；「從來沒想過生-02 同學的腦洞會如次大開，真的是讓我大開眼界」(生-01)。「每個廠商開出來的需求都不一樣，感覺還蠻有挑戰性的，最後我們是由全班同學先排志願序，跟誰同組到最後才知道」(生-17)。

3. 創意自造結合實務，提升實務問題解決能力

了讓期末作品能兼顧創意與實務，本課程與四個單位進行合作，進行期末自造作品發想，詳見表 3；並於第十七週進行成果發表，採競賽形式，獲得優勝隊伍，可得一萬獎助學金以提高學生學習動機。評審委員由四位合作單位代表、任課教師、以及校外專業講師共同組成；以作品的「新穎 (new)」以及「實用價值 (value)」進行作品評價，選出優勝作品。最終，由 A 組與 B 組獲得同分，平分獎金。

在此創意自造過程，學生反應從與業界對談的過程收益良多；除了讓創意發想更貼近實務，更能理解實務現場的需求以及限制。「我們這組利用上班時間去參訪 B 公司，經理還安排 3 位新進同仁讓我們訪問，知道他們當初為什麼選擇保險業跟如何得知徵才訊息」(生-11)。各組亦與業師每週保持線上會議，持續溝通與訊息釐清，對期末作品發想預作準備。「我們這組第一次參訪 D 公司之後，與負責人約定固定每二週一次線上會議，回報進度以及創意發想方向」(生-12)；「C 公司負責人很認真，我們都定期用 line 討論跟回報發想」(生-05)；「我們組找了一天全組帶去 A 飯店參觀，總經理親自接待我們，還請我們喝下午茶；不過，重點是，我們繞了飯店一圈，覺得這間很有歷史的飯店，應該有很大的發揮空間」(生-01)。

表 3

創意自造結果

| | A 單位 | B 單位 | C 單位 | D 單位 |
|------|--------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 產業需求 | 住宿、餐飲、周邊商品、年輕客群的開發 | 增員專案、新人培訓、應屆畢業生招募 | 幼兒教具、孩童照顧輔具、幼兒園招生 | 展覽活動企劃 |
| 期末成品 | 孔子扭蛋機 | 沒有定律的桌遊人生 | 發熱曬衣架 | 亞博會快閃活動 |

註：本研究繪製

4. 創意自造作品回應實務需求

自造教育強調由實務行動中發現問題、反思與檢討、進而提出改善之系統性循環，故課程設計強調實踐，讓學生將創意點子具象化，進行產品開發，以評價其創意點子之新奇與實用性。在成果發表會上，A 組作品獲得審查委員一致認可，甚至 A 單位代表在會後與該組同學接洽，討論 Q 版孔子授權事宜，準備帶回公司進行提案，洽談產學合作。

本次作品真的讓我見識到大學生的創意無限，尤其是 A 組同學，你們的作品非常有創意，結合我們飯店的傳統特色，甚至幫我們把代言人的形象都畫好了，似乎未來真的可以成為我們飯店的代表人物或吉祥公仔。接下來將是我們建館六十週年慶，搭配本組同學的創意作品，不管是扭蛋或是伴手禮的形式，都是一個蠻可行的專案。感謝本次學校老師的邀請，讓我們參與這樣的課程專案，讓我們可以帶回新的思維。(業-02)

今天這場發表會真的看出你們各組真的有勢在必得的氣勢，每組真的都很用心。尤其是 B 組的 ppt，簡報做的真的很專業。D 組的自製電音車，你們也太強了，竟可以紙箱 DIY 一臺跑車出來，而且你的車門還可以打開讓人坐進去，真的太嗨了。桌遊的部份，你們自製的道具都非常精美，看的出你們的用心。只是，比較可惜的是，桌遊的部份如果是用在人才招募上，實務操作或實用模式可能還要再想想。C 組的發熱曬衣架也太厲害了，對於非 STEM 學系的學生，可以用電熱學的概念做出一個成功的發熱曬衣架，真的是非常用心。(業-05)

(二) 量化資料分析結果：創造力前後測差異分析

考量到前後測分數的干擾，首先使用共變數分析來排除前測分數的干擾效果；經共變數分析結果，流暢力 ($F=.56, p>.05$)、應變力 ($F=.44, p>.05$)、與獨創力 ($F=.79, p>.05$) 前測分數與組別無顯著交互作用，符合組內迴歸係數同質性之檢定。為檢驗學生在課程後其創造力是否有所提升，本研究採創造力前後測差異分析。分析結果如表 4 所示，三項指標（流暢力、應變力、獨創力）後測成績與前測相比較，都有明顯的提升；進一步以 t 檢定進行驗證，三指標都達顯著性差異，說明此課程之後，學生創造力都有顯著的進步，足見此課程設計確實可以提高學生的創造力。

表 4

創造力測驗前後測結果與統計檢定

| | | 流暢力 | 應變力 | 獨創力 |
|-------------|------------|--------------|--------------|---------------|
| 平均數 | 前測 | 18.47 (6.38) | 10.41 (2.67) | 21.35 (10.18) |
| (標準差) | 後測 | 28.71 (8.18) | 12.41 (1.94) | 44.65 (16.36) |
| <i>t</i> 檢定 | <i>t</i> 值 | -7.20*** | -2.73** | -8.46*** |

註：本研究繪製

綜合上述創意自造課程對創造力影響之量化與質性結果可知，在此課程執行後，學生之創意發想過程，能善用課程所學之創意聯想技法，使其流暢度能有所提升；此外，更能打破框架、相互腦力激盪，提升其應變力，提高創意點子的類別，最終產出具原創且符合問題意識的原創產品。

三、創意自造對科學素養的影響

(一) 質性資料分析結果

1. 創意自造讓學生提升探究與跨域學習的能力

科學素養的評量主要包含知識、能力和態度三部份 (OECD, 2013)，在實用功能上，則可視為「運用科學知識及思考方式以達成個人或社會的目的」。經由此創意自造課程之執行，本課程之學生皆經歷實務探究與運用科學方法解決問題的過程。檢視本次創意作品，各組皆能融合跨域知識，其作品都涵蓋科學知識的應用與實踐 (表 5)，例如孔子扭蛋機，除了自學紙黏土作品製作、動畫設計、產品繪圖，還必須上網學習如何自製扭蛋機；而發熱曬衣架，更是涉及電學原理，小組成員求教國中自然科老師、上網找發電設備、思考機械原理，如何以簡約低成本的方式達到此效果。而桌遊組的開發，小組成員首要任務即是熟悉保險制度、以及保單銷售的專業知識，並在產品設計時，嘗試各種美編程式、繪圖軟體，以製作出其作品。而策展活動，則是先分析博奕產業消費人口特性、需求分析，並學習拍片以及影片剪輯以製作宣傳影片，當天更自學汽車模型自做，DIY 一臺跑車參與成果發表。在創意自造的過程，即使是非理工學系，學生皆能運用網路、科技、自學...等方法，利用科學探究精神在生活情境中運用對科學瞭解的能力，解決問題。而此科技素養的養成也落實於非理工領域的學生，具備未來公民所需的探究能力。學生反應：「為了完成這次作品，我們自己上網研究電熱原理，還要用低成本製作，真的花費許多時間跟精力」(生-17)；「本來以為只是用紙箱製作一個扭蛋機，沒想到機關這麼多；我們不止上網找資料，還看 youtube、請教別人，真的比想像的難」(生-17)。

表 5

學生創意自造之科學素養：科學知識實作與探究能力

| | A 單位 | B 單位 | C 單位 | D 單位 |
|---------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| 期末成品 | 孔子扭蛋機 | 沒有定律的桌遊人生 | 發熱曬衣架 | 亞博會快閃活動 |
| STEM 要素 | 動畫設計、產品繪圖、力學與軌道設計 | 財金保險知識、機率概念、繪圖軟體 | 電學原理、機械設計、發電設備 | 輪軸、作用力與反作用力、動力傳輸、機械組合 |

註：本研究繪製

(二) 量化資料分析結果：科學學習動機之差異分析

為驗證本課程對教育學生科學學習動機之影響，納入對照組，與科院、教院未修習本課程之三組學生進行比較。以單因子變異數分析檢定不同組別學生在科學學習動機，研究結果發現 (表 6)，教院創意自造課學生的科學學習動機高於教院學生，且與科院學生未達顯著差異。此結果說明，經由自造教育課程，非 STEM 學科的學生在科學學習動機上與 STEM 科系無顯著差異，但高於教院未修課同學。

表 6

不同組別學生對科學學習動機之差異分析結果

| | 人數 | 平均數 | 標準差 | F 值 | Scheffe 檢定 |
|--------------|----|------|-----|----------|------------|
| (1) 教院／創意自造課 | 17 | 4.57 | .50 | 6.187*** | (1) > (3) |
| (2) 科院學生 | 20 | 4.58 | .43 | | (2) > (3) |
| (3) 教院學生 | 20 | 3.83 | .75 | | |

註：本研究繪製

綜合上述創意自造課程對科學學習動機之量化與質性結果可知，在此課程執行後使教育學生對科學學習動機能有效提升，促使其在創意自造過程中，為解決問題，而主動進行自主學習、跨域學習，以達到科學素養之三大層次：增加科學知識、提升探究能力、進行問題解決。

四、創意自造課程之建議

(一) 質性資料分析結果

1. 產學合作代表應進行課前教育，以掌握學習目標，進行學生引導

針對創意實作過程，有學生反應，因為各單位的主題不一樣，四組一起評價，可能較難以比較。此外，有些企業代表，反而是垂直思考，在討論過程限制同學的想像，造成思考落差。「希望未來與廠商配合時不要太要求我們可行性，這樣很限制我們的想法，看能不能改成參與什麼比賽之類的」(生-10)。

找廠商合作有好有壞，雖然這樣我們設計的東西比較有個方向，完成後可能也有延續性，但是在跟廠商溝通或是在發想的時候就會被限制了，加上這學期其他門課的份量也滿重的，所以對有些組別來說，時間壓力滿大的，我覺得獎金的部分可以不要只有第一名有，感覺可以分名次給獎金，因為大家也都滿認真花滿多時間準備的，所以感覺大家都有一些獎勵比較好。(生-08)

2. 教育學院學生偏好和諧關係，採競賽方式的外在誘因可能成效不佳

由於參與本次課程為同系同班大二的同學，同學間彼此熟悉，同學情誼深厚；面對創意評價時，感受到彼此的競爭，反而得獎組會為其他組感到惋惜，覺得不太公平。「其實 D 組同學真的很認真，每兩週固定開會，但因為他們發想主題是亞博會策展，真的很難在課堂上呈現，所以他們沒得獎真的很可惜」(生-11)；「這學期大家對這門課真的都很認真，可不可以設計成人人有獎，這樣大家都會受到認可」(生-06)。

透過學生的學習反饋，研究者反思，原意希望透過成果發表的優勝獎金提高學生的學習動機，但未考量到同班同學情誼；再加上教育學院學生特質較為和諧、互助的特性，其好鬥富於攻擊 (aggressive) 的特質較低，設計競爭性的評價活動可能有所限制，建議改以參與校外競賽做為替代，既能達到創意評價的結果，又可以鼓勵團體共學與互助，較符合教育學院學生之特性。

陸、結論與建議

本研究希望以自造教育融入創意教學，重新設計課程，以檢視創意自造課程設計對非 STEM 學科學生創作表現以及公民科學素養的影響。針對研究結論說明如下：

一、結論

(一) 創意自造動手做的教育理念可以提高教育學院學生創造力

創造力涉及三個層面：動機、動機、創造力思考技巧、還有專業知能，三者缺一不可 Amabile (1988)。本次課程藉由自造教育融入創造力課程、以及加入業師提案，讓學生創意不僅止於點子，更是產出導向與問題導向。研究結果發現，經由創意思考技巧的教導、課堂實作、創意實踐，皆可有效提高學生創造力。在本研究質性資料與量化分析結果都顯示，透過與產業代表的互動與對話，可以讓創意

發想更貼近實務，亦能更理解實務現場，提出較具可行性的創意點子，有助於其創意的落實與實踐。

(二) 創意自造可提高教育學院學生科學素養

由於人文學院相關科系的學生普遍動手做科學的機會不高，因此在跨域學習以及科學素養上可能不及 STEM 相關科系。然而，本研究從自造教育出發，以探究為核心，經由創造自造讓學生進行科學歷程探究；利用創意自造推展科學精神，提升其科學素養。研究結果發現，各組創意自造作品將能融入科學元素，且在此過程，會自主性的進行跨域學習；在科學動機量測量結果上，修習此課程的教院學生高於未修課程的學生，此結果都說明，創意自造教學法可以有效提高教院學生的科學素養。

(三) 教院課程融入創意自造課程，可有效提高學習成效

自造運動翻轉過去單向「想」的學習模式，讓學習者從「動手做」的實踐精神體現知識的記憶與理解。本次課程設計，將自造精神入創造力課程，透過實作活動與問題解決，提高學生的創造力及科學素養。從本研究量化分析、質性訪談、以及業界回饋，皆呈現正向的學習成效；此外，在課堂學習氣氛上，因學習承諾、暫緩批判、解決問題導向，都讓學生的專注力及學習投入提高，有效改善其創造力以及實務解決能力。

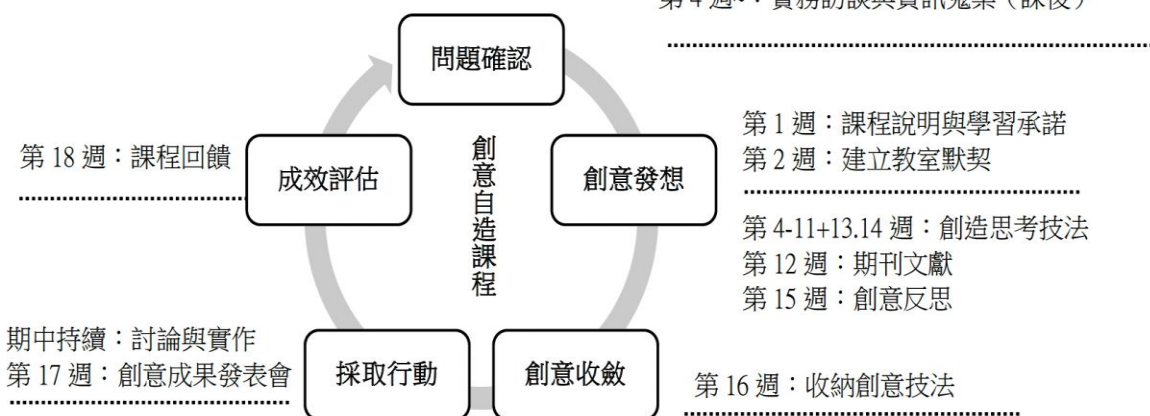
(四) 創意自造課程模組建議

匯整本次研究結果，建議未來創意自造教學應涉及下列四個重點：(一) 教導創意思考技法：藉由理論引導與實務技巧讓學生於課堂上有實務操作與分享的機會，引發其水平思考；並藉由分享多個創造力思考技巧 (skills)，於課堂上重複操作演練，養成其發散思考的習慣；(二) 透過練習強化技法：大多數人仍習慣使用慣性的傳統思考模式，因此在習得新的創造思考技法後，應藉由持續且重複的實作，以強化新思考模式的熟悉度與應用；(三) 融合創意發想與實務：搭配產學合作活動，經由實地考察與實務工作者面談，釐清現況與問題，再進行創意自造活動，共同體驗創意思考的技巧，提升自己創造性思考的實踐能力；(四) 創意評價：創造力是產出導向的，因此應該讓學生將其創意具象化，進行產品，以強化其創意發想與實作的連結。並進行成品的效益評價，以檢視其成品是否能回應實務需要。具體而言，本研究提出「創意自造」課程設計模組 (圖 4)，以供創造力教學之參考。透過此課程設計，引導學生轉換為實務行動者，關心實務現場之實際問題，進而提出具創新性的解決方案，讓學生天馬行空的創意能與實務接軌，發揮價值。

圖 4

創意自造之創造力訓練課程設計模組

創意自造之創造力訓練課程設計模組



註：本研究繪製

(五) 學習承諾有助於提高學習動機與課程投入

大三選修課程很容易流於學生為達畢業條件而進行修課，為避免影響學習氛圍，在開學第一週進行選課面談，以及請學生簽署修課承諾；有助於學生釐清選課目的，確認學生的學習動機，有利於教師班級經營，以及課程進度掌握。Carrell 與 Menzel (2009) 指出，當學生對於該課程的學習動機較強烈時，則其學習成效會較佳。且課程涉及科學實踐時，若能提高學生學習準備度、興趣、和動機，並創建一個具挑戰性的學習環境，則可促進成員間觀點的分享，有助於學習成效 (Owens et al., 2017)。本研究發現，經由課程釐清以及課程承諾，可讓學習動機較強的同儕留下來 (確認選修此課程)；如此一來，留下來選修此課程的學生，都有一定程度的學習承諾，再加上同儕壓力，最終參與課程的學生投入程度皆較高。

二、研究限制與建議

此外，根據本研究學生學習回饋，研究者建議課程實施可再視以下情況進行調整：首先，課程設計必須將學生背景納入考量，不同院所的學生其特質有所差異，例如，商學院的學生創業意向 (entrepreneurial intention) 較高 (Zampetakis et al., 2011)，法學院學生的價值取向以及道德評價程度較高 (McCabe et al., 1994)，教育學院的學生則重視團體和諧與互助。因此，在課程設計中加入「競賽活動」，對商學院學生可能提高其的企圖心，達到團體競爭的效益；但對教育學院學生而言，安排校外競賽活動，可能較為適合。其次，本次課程設計為顧及教學品質，因此將修課人數控制在 20 人以下，因此量化資料結果類推性可能有所侷限；未來可以再增加樣本數，以驗證本研究結果。本研究參與課程學生組成皆來自於同一系所，本著創意異想的觀點，建議團隊組成來自於異質性成員，可以帶來多元刺激與火花；因此建議，未來課程安排，亦可開設在通識課程，擴大學習組合的異質性，也許可以獲得不一樣的效果。此外，受限於本課程之實踐以研究者任教之科系學生為主要實驗對象，未能排除教育學院不同系所專業之教學成效異；建議未來可以「通識課程」為主，加以不同系所專業屬性為影響變項之一，以考量不同科系專業的影響效果。此外，在科學素養衡量上，為避免因重複實測所產生的偏誤，本研究僅以後測之分組比較做為判定，未能排除起始能力所造成的差異；建議未來可以考量是否亦將對照組與參照組皆納入前後測，以比較起點差異。此外，Campbell 與 Stanley (1963) 曾提及有八種情況會威脅實驗研究的內在效度，包括歷史事件(history)、成熟因素(maturation)、測驗(testing)、測量工具(instrumentation)、統計迴歸(statistical regression)、樣本選擇偏誤(biases)、樣本流失(experimental mortality)、樣本選擇與成熟因素交互作用(selection-maturation interaction)，本研究在研究設計上，盡可能在樣本選擇偏誤、測量工具、測驗、以及樣本流失上盡可能排除其對內在效度的影響；然而，本研究採單一學期前後測之設計，恐有成熟因素之干擾，建議後續研究可以考慮以「所羅門實驗設計」，以降低實驗研究對內在效度的威脅。最後，在產學合作代表選擇上，建議教師在課程前應再與產業代表進行創意發想原則介紹，尤其是「暫緩批判」以及「用可行替代不可行」的發想原則；以避免如本研究部份學生反應，有時與產業代表討論過程，反而受到業界代表侷限他們的發想，一直質疑新點子的可行性，無法跳脫框架。

參考文獻

- 自造教育及科技輔導中心 (2020)。自造教育及科技輔導中心計畫緣起。
<https://maker.nknu.edu.tw/Introduction/Plan/1>
- 吳清山 (2015)。自造者運動。《教育研究月刊》，255，109-110。
- 吳靜吉 (1998)。新編創造思考測驗指導手冊。教育部。
- 李乙明 (2006)。陶倫斯創造思考測驗圖形版指導手冊。心理出版社。
- 李松濤 (2017)。大學生對於科學研究資訊的閱讀表現探究：以網路科學新聞為例。《中華傳播學刊》，32，

91-128。

- 李晟璋、郭癸賓 (2019)。自造教育與探索體育理念連結之探討。《中華體育季刊》，33 (3)，135-144。
- 林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教育培養整合理論與實務的科技人才。《科技與人力教育季刊》，1 (1)，1。
- 林淑楞 (2019)。探討學生科學能力與教師探究教學實務的關係。《科學教育學刊》，27 (4)，251-274。
- 林毓嵐 (2017)。高低獨創力範例對國中生創造力表現的影響 (碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 范信賢 (2016)。核心素養與十二年國民基本教育課程綱要:導讀《國民核心素養:十二年國教課程改革的 DNA》。http://12cur.naer.edu.tw/main/show News/297
- 夏林清 (1997)。行動研究方法導論:教師動手作研究。遠流。
- 高碧玉、劉毓芬 (2017)。現代公民五大核心素養檢測—以南區技專校院學生為例。《南臺學報社會科學類》，2 (2)，77-91。
- 國家教育研究院 (2018年11月2日)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—自然科學領域。https://ghresource.k12ea.gov.tw/uploads/1613715832381Ld8uk4KU.pdf
- 張庭綸 (2021)。自造教育及科技中心執行狀況與建議—以新竹縣六家高中為例。《臺灣教育評論月刊》，10 (8)，138-142。
- 張聖麟 (2005)。由創意設計看科技教育的發展。《生活科技教育月刊》，38 (8)，18-23。
- 張瀨文 (2018)。面向未來的能力:素養導向教學教戰手冊。教育部。
- 許家昇 (2021)。創意發想遠距教學方案對國小學生創造力之成效研究 (碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 陳延旻 (2003)。專題製作課程對大學生創造力之影響研究 (碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 童怡璇 (2018)。自造運動在臺灣。《臺灣經濟研究月刊》，41 (8)，106-113。
- 靳知勤 (2002)。效化「基本科學素養問卷」。《科學教育學刊》，10 (3)，287-308。
- 甄曉蘭 (1995)。合作行動研究-進行教育研究的另一種方式。《嘉義師範學報》，9，297-318。
- 樊琳、李賢哲 (2002)。以專題研究培養國小職前教師科學探究過程與教材開發能力之研究。《師大報:科學教育類》，47 (2)，105-126。
- 潘文福、謝金威 (2018)。體感創客在跨領域教學中的創作表現與其創作過程所扮演的合作角色評估。《科學教育學刊》，26 (S)，377-398。
- 潘裕豐 (2006)。為何及如何做創意教學。《生活科技教育月刊》，39 (2)，38-55。
- 蔡清田 (2001)。行動研究的理論與實踐。《T & D 飛訊》，118，1-20。
- 蕭佳純 (2019)。國內運用創造力教學模式對學生創造力影響之後設分析。《特殊教育研究學刊》，44 (3)，93-120。
- 魏惠娟 (2007)。「方案規劃」的創意教學設計與實施之行動研究。《課程與教學季刊》，10 (4)，63-84。
- Anderson, C. (2013)。自造者時代:啟動人人製造的第三次工業革命 (連育德, 譯)。天下文化。(原出版於2012年)
- Amabile, T.M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10, 123-167.
- Amabile, T.M. (1996). *Creativity in context*. Westview Press.
- Baer, J., & Kaufman, J.C. (2006). Creativity research in English-speaking countries. In J.C. Kaufman & R.J.

- Sternberg (Eds.), *The international handbook of creativity* (pp. 10–38). Cambridge University Press.
- Birdi, K.S. (2005). No idea? Evaluating the effectiveness of creativity training. *Journal of European Industrial Training*, 29, 102–111.
- Bybee, R.W., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883.
- Campbell, D.T., and Stanley, J.C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In Gage, N.L. (Editor), *Handbook of research on teaching* (pp.171–246). Rand McNally.
- Carolyn, C.M. (1978). *Developing creativity in the gifted and talented*. National Inst. of Education, D.C.
- Carrell, L.J. & Menzel, K.E. (2009). The impact of preparation and motivation on learning performance. *Communication Education*, 46(4), 262–272.
- Cira, N.J., Chung, A.M., Denisin, A.K., Rensi, S., Sanchez, G.N., Quake, S.R., & Rikel-Kruse, I.H. (2015). A biotic game design project for integrated life science and engineering education. *PLoS biology*, 13(3), e1002110. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002110>
- Cropley, A.J. (1992). *More ways than one: Fostering creativity in the classroom*. Ablex.
- Cropley, A.J. (2001). *Creativity in education & learning: A guide for teachers and educators*. London and New York.
- Davis, G.A. (2004). *Creativity is forever*. Kendall Hunt Publishing Company.
- De Bono, E. (1967). *The use of lateral thinking*. Penguin Books.
- Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *Innovation*, 7(3), 11–14.
- Durant, J.R. (1993). *What is scientific literacy?* In J.R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129–137). London: Science Museum.
- Esquivel, G.B. (1995). Teacher behaviors that foster creativity. *Educational Psychology Review*, 7, 185–201.
- Gershensfeld, N.A. (2005). *Fab: The coming revolution on your desktop—From personal computers to personal fabrication*. Basic Books.
- Godhe, A.L., Lilja, P., & Selwyn, N. (2019). Making sense of making: critical issues in the integration of maker education into schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(3), 317–328.
- Harlen, W. (2014). Helping children’s development of inquiry Skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1, 5–19.
- Herron, M.D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Review*, 79(2), 171–212.
- Hsu, Y., Baldwin, S., & Ching, Y. (2017). Learning through making and maker education. *TechTrends*, 61(6), 589–594.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16.
- Kanadli, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959–976.
- Li, Y., Wang, J., Li, X., & Zhao, W. (2007). Design creativity in product innovation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 33(3), 213–222.
- Lin, Y.S. (2011). Fostering creativity through education-A conceptual framework of creative pedagogy. *Scientific Research*, 2(3), 149–155.
- McCabe, D.L., Dukerich, J.M., & Dutton, J.E. (1994). The effects of professional education on values and the

- resolution of ethical dilemmas: Business school vs. law school students. *Journal Business Ethics* 13, 693–700.
- National Research Council (1996). *The evaluation of forensic DNA evidence*. National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.
- Onwuegbuzie, A.J., & Wilson, V.A. (2003). Statistics anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and treatments--a comprehensive review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195–209.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2013, March). PISA 2015 draft science framework. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.
- Owens, D.C., Sadler, T.D., Barlow, A.T., & Smith-Walters, C. (2017). Student motivation from and resistance to active learning rooted in essential science practices. *Research in Science Education* volume, 50(1), 253–277.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks.
- Parnes, S.J. (1987). Visioneering-State of the art. *The Journal of Creative Behavior*, 21(4), 283–299.
- Raudsepp E. (1978). *Characteristics of the creative individual*. Princeton Creative Research.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305–310.
- Rogers, C.R (1954). Towards a theory of creativity. A review of General semantics. In J. Freeman. et. al. (Eds.). *Creativity a selective review of research* (pp.249–260). Society for research into Higher education Ltd.
- Schon, D.A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Basic Books.
- Smith, S., Tillman, D., Mishra, P., Slykhuus, D., Alexander, C., Henriksen, D., Adam Goodman, R.C. (2014). Building multidisciplinary connections: Intersections of content, creativity, and digital fabrication technologies. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Society for information technology & teacher education international conference 2014* (pp. 2506–2510). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Stein, M.I. (1974). *Stimulating creativity (1)*. Academic Press.
- Torrance, E.P. (1962). *Guiding creative talent*. Prentice Hall.
- Treffinger, D.J. (1980). Encouraging creative learning for the gifted and talented. Ventura County Schools/LTI.
- Tuan, H.L., Chin, C.C., & Shieh, S.H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International journal of science education*, 27(6), 639–654.
- Weisberg, R.W. (1999). Creativity and knowledge: A challenge to theories. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 226–251). Cambridge University Press.
- Yildirim, B. (2016). An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23–33.
- Zampetakis, L.A., Gotsi, M., Andriopoulos, C., & Moustakis, V. (2011). Creativity and entrepreneurial intention in young people: Empirical insights from business school students. *The International Journal of entrepreneurial Entrepreneurship and Innovation*, 12(3), 189–199.