

科技部補助專題研究計畫報告

STEM創客活動：擺脫刻板印象、拉近性別鴻溝之饗宴

報告類別：成果報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 108-2629-H-153-001-
執行期間：108年08月01日至110年01月31日
執行單位：國立屏東大學應用化學系

計畫主持人：樊琳
共同主持人：李賢哲、陳皇州

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：黃崇育
大專生-兼任助理：葉峻佶
大專生-兼任助理：劉燕青
大專生-兼任助理：吳盈萱
大專生-兼任助理：翁晨峰
大專生-兼任助理：劉奎婷

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關
(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)
本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中華民國 110 年 04 月 12 日

中文摘要：12年國民教育自然科學領域綱要關於學習內容教學實施部分，闡明教師使用教材及從事教育活動時應具備性別平等意識，破除性別刻板印象，避免性別偏見及性別歧視，並應鼓勵學生修習非傳統性別之學科領域，尤其當前科技的發展注重多元的任務與多功能性，強調性別平等的教育理念，明顯的更應符合當代科學與科技之發展。然而當前科學教育之發展強調整合(integration)，意即科學(S)、技學(T)、工程(E)和數學(M)跨科際STEM的學習，在培養學生具備未來適應力並發展潛能更顯得舉足輕重。為排除性別STEM刻板印象並縮短性別差異的鴻溝，我們已規劃系列具有實證經驗之航天(Aerospace, A)與化學(Chemistry, C)領域創客模組(maker module)，辦理女性學員優先參與系列之A-C創客學習活動，選擇A-C引導打破性別刻板族群應為男性之迷思，作為建立性別平等與性別認同辦理之營隊，運用專題式(project based, PB)激發女性學員主動學習(active learning)以擺脫性別刻板印象。

航天自造教學使用自行研發航模套件量子二號(Q2)，Q2具有智能(AI)平衡主動修正飛行操控功能，同時導入認知師徒制(CA)鷹架，提供自造者必要的飛行基礎理論知識內容與模擬遙控飛行(flight simulator)系統，俾利師徒實際練飛過程選擇飛行姿態主動修正幅度，以達成翱翔藍天之訓練。我們研發團隊參與鼓勵女性參與STEM的創客活動計畫，2019年曾於北部某國立大學科學教育中心合作辦理航空模型自造營隊，網路報名共有254位4-9年級學員報名，初步性別統計分布63.4%為男性，女性僅占三分之一強(36.6%)，顯示性別差異對於航空科學營隊辦理平衡仍有努力的空間。

辦理過程發現女性學員展現強烈的求知慾望與求好心切之表現，與在場觀察之人員印象深刻。化學部分拓展國小自然與生活科技酸鹼變色單元，設計”彩色拉麵製作”模組，並於高雄市某國小進行國小三至六年級男生51位、女生37位，共88位學員創客活動。從介紹化學酸鹼性質的概念開始，以預測-觀察-解釋(POE)教學策略進行，期能引發學生學習興趣，而男性學員對此食品料理主題，亦表相當歡迎。科學概念內容與操作之前後測結果顯示，女性學員並不亞於另一性別而有較顯著學習成效進步的表現。

正值STEM教育的學習成效受到性別刻板印象、社會的群聚效應、家庭鼓勵、個人期待與興趣發展的影響，造就人類工業體系性別不平均的現象，致女性從事STEM相關工作所佔的比例仍較低於另一性別而落於相對弱勢(<https://www.stemgraduates.co.uk/women-in-stem>)，扎根女性STEM活動辦理凸顯其重要性。相關研究亦顯示(O’Dea, 2018)，女性在修習STEM相關課程的學業表現，並不遜色於另一性別同儕，反而有更加出色的表現。我們持

中文關鍵詞：12年國教，航天科技，化學模組，性別平等，STEM創客

英文摘要：This research is focused on developing teaching modules regarding aviation technology and chemistry concepts using STEM framework. We recruited either elementary school teachers or 10-15-year students to attend our STEM-based camp and analyzed their participation and behavior during the camp, in attempt to find the differences between genders.

英文關鍵詞：12-year compulsory education, aviation technology,
chemistry teaching module, gender equality, STEM maker

STEM 創客模組教學與女性學員自造成效之初探
Implementation of STEM modules and female makers learning outcomes- a preliminary study

李賢哲*、陳皇州、黃崇育、黃鐘慶、吳盈萱、柳姿瑄、樊琳

國立屏東大學應用化學系

摘要

12 年國民教育自然科學領域綱要關於學習內容教學實施部分，闡明教師使用教材及從事教育活動時應具備性別平等意識，破除性別刻板印象，避免性別偏見及性別歧視，並應鼓勵學生修習非傳統性別之學科領域，尤其當前科技的發展注重多元的任務與多功能性，強調性別平等的教育理念，明顯的更應符合當代科學與科技之發展。然而當前科學教育之發展強調整合(integration)，意即科學(S)、技學(T)、工程(E)和數學(M)跨科際 STEM 的學習，在培養學生具備未來適應力並發展潛能更顯得舉足輕重。為排除性別 STEM 刻板印象並縮短性別差異的鴻溝，我們已規劃系列具有實證經驗之航天(Aerospace, A)與化學(Chemistry, C)領域創客模組(maker module)，辦理女性學員優先參與系列之 A-C 創客學習活動，選擇 A-C 引導打破性別刻板族群應為男性之迷思，作為建立性別平等與性別認同辦理之營隊，運用專題式 (project based, PB) 激發女性學員主動學習(active learning)以擺脫性別刻板印象。

航天自造教學使用自行研發航模套件量子二號(Q2)，Q2 具有智能(AI)平衡主動修正飛行操控功能，同時導入認知師徒制(CA)鷹架，提供自造者必要的飛行基礎理論知識內容與模擬遙控飛行(flight simulator)系統，俾利師徒實際練飛過程選擇飛行姿態主動修正幅度，以達成翱翔藍天之訓練。我們研發團隊參與鼓勵女性參與 STEM 的創客活動計畫，2019 年曾於北部某國立大學科學教育中心合作辦理航空模型自造營隊，網路報名共有 254 位 4-9 年級學員報名，初步性別統計分布 63.4% 為男性，女性僅占三分之一強(36.6%)，顯示性別差異對於航空科學營隊辦理平衡仍有努力的空間。辦理過程發現女性學員展現強烈的求知慾望與求好心切之表現，與在場觀察之人員印象深刻。化學部分拓展國小自然與生活科技酸鹼變色單元，設計”彩色拉麵製作”模組，並於高雄市某國小進行國小三至六年級男生 51 位、女生 37 位，共 88 位學員創客活動。從介紹化學酸鹼性質的概念開始，以預測-觀察-解釋 (POE) 教學策略進行，期能引發學生學習興趣，而男性學員對此食品料理主題，亦表相當歡迎。科學概念內容與操作之前後測結果顯示，女性學員並不亞於另一性別而有較顯著學習成效進步的表現。

正值 STEM 教育的學習成效受到性別刻板印象、社會的群聚效應、家庭鼓勵、個人期待與興趣發展的影響，造就人類工業體系性別不平均的現象，致女性從事 STEM 相關工作所佔的比例仍較低於另一性別而落於相對弱勢

(<https://www.stemgraduates.co.uk/women-in-stem>)，扎根女性 STEM 活動辦理凸顯其重要性。相關研究亦顯示(O’Dea, 2018)，女性在修習 STEM 相關課程的學業表現，並不遜色於另一性別同儕，反而有更加出色的表現。我們持續開發的創客模組，得以瞭解性別群組在 STEM 學習項目之表現與差異，期能導正性別刻板印象的偏誤，並激發女性學員之興趣發展與對未來人生多元的規劃，以擴大參與特定科目主動學習之契機，更能對性別平等之 STEM 整合教育提供更實徵的選擇與發展。

關鍵字：12 年國教，航天科技，化學模組，性別平等，STEM 創客。

壹、前言

十二年國民基本教育的推動自 103 年 8 月 1 日起實施，其中 12 年國民教育自然科學領域綱要(<https://www.k12ea.gov.tw>)關於學習內容教學實施部分，略以闡明教師使用教材及從事教育活動時應具備性別平等意識，破除性別刻板印象，避免性別偏見及性別歧視，並應鼓勵學生修習非傳統性別之學科領域，尤其當前科技的發展注重多元的任務與多功能性，強調性別平等的教育理念，明顯的更應符合當代科學與科技之發展。然而當前科學教育之發展強調整合(integration)，意即科學(S)、技學(T)、工程(E)和數學(M)跨科際 STEM 的學習，在培養學生具備未來適應力並發展潛能更顯得舉足輕重。為排除性別 STEM 刻板印象並縮短性別差異的鴻溝，我們已規劃系列具有實證經驗之創客模組(maker module)，分別為航天(Aerospace, A)模型量子二號(Quantum 2, Q2；李賢哲、黃崇育和樊琳，2018)與化學(Chemistry, C)彩虹拉麵(Rainbow noodle, RBN；李賢哲主編，2017)，選擇 A-C 領域主要著眼於引導打破性別刻板族群應為男性之迷思，辦理女性學員優先參與系列之 A-C 創客學習營隊，作為建立性別平等與性別認同之濼觴，運用專題式(project based, PB)創客模組激發女性學員主動學習(active learning, Freeman 等人，2014)以擺脫學習領域之性別刻板印象(stereotype, Kerkhoven, 2016)。

貳、相關文獻探討

一、STEM 教育與學習的改變

當教育現場論及 STEM 教育(White, 2014)，或許可追溯美國國家科學委員會(The National Science Foundation, NSF)於 2009 年所衍生，這項教育改革計劃旨在為所有學生提供批判性思維(critical thinking)以使他們成為創造性的問題解決者(creative problem solver)，並成為在勞動市場較受歡迎的人力資源(marketable in the workforce)，特別針對 K-12 教育階段與就業市場的對接，同時也參與 STEM 教育的學生在進入高等教育階段所能提供的利基與優勢(Butz 等人，2004)。爰此，STEM 教育之設定也大部分聚焦於科技或技職教育之應用與改變，而在美國與日本的科技教育在面對二十一世紀科技發展日新月異的情勢，科技教育也常被思考其學科知識(content knowledge)是否對學生具有實用性與必要性的質疑？近 30 年來於各國際間的教育改革與呼聲中，STEM 也的確扮演相當重要的角色(William, 2011)。由於較高年級階段的科技教育，須溯及小學國中至高中(K-12)的課程對於科技的學習與規劃，以建構成縱貫的學習鏈；若先就我們臺灣高中之科技教育為「生活科技」課程，國中則為「自然與生活科技」為例，兩者課程強調的重點皆在於培養學生科技素養、了解當代科技發展並具有解決問題和設計與製作等能力(范斯淳和楊錦心，2014)；而國小階段的自然與生活科技課程，強調藉由有效的教學活動，促進學生學習以增進知識及培養解決問題的能力，並使學生獲得相關的知識與技能，提升國民的科學與科技素養(教育部，2006)。許多關於 STEM 的教學理論與實際教學設計，是否適合國小階段學童的學習呢？美國學者 Cotabish 等人的研究結果顯示(Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013)，著眼於強調激發好奇、探究與實作的 STEM 課程的設計，在實施一個學期後發現，各實驗組的學生在科學過程技能(science process skills)、科學概念(science concepts)和科學內容知識(science content knowledge)有明顯的進步；就參與實驗教學的教師也受到相當的鼓舞與振奮

(significant impact)。許多的研究報告持續的針對 STEM 的課程設計與對學生學習教師教學的正面影響，提出許多的課程規劃設計理念與成果(例如 Sanders, 2009；Yager, 2014)，在一份收集了 28 個關於 STEM 整合學習方法(integrative approaches)的後設統計(meta-analysis)的研究發現(Becker & Park, 2011)，在整體 STEM 整合教學的過程，若以配對的學習領域呈現，例如 S-T 或 S-M 或 M-S-T，有其互相消長之學習成果表現，但整體而言，STEM 整合教學方法確實對學生的學習造成正面影響(positive effects)。然而，在學校中究竟應該如何來實施 STEM 的課程設計與教學呢? Nadelson 等人研究認為，學生的對於 STEM 的基本知識是由國小學習過程中累積而成，但是自相矛盾的(paradoxically)，許多國小教師在學習培育的歷程，對於 STEM 各學科間的學科知識有所約束(constrain)、信心不足造成教學效率不彰，影響到真正實施 STEM 科際整合的教學與學習；爰此，對於 K-5 年級的教師，設計了一系列的專業成長課程，希望對國小教師實施 STEM 教學有所幫助，研究結果發現教師經過 STEM 的專業成長課程後對於教學課程內容、教學的信心與效率(efficacy)有明顯的提升(Nadelson 等人，2013；Murphy & Mancini-Samuels, 2012)。

二、STEM 與專題式學習

專題式的學習(project based learning, PBL)運用於 STEM 教學與學習 <https://www.edutopia.org/blog/pbl-and-steam-natural-fit-andrew-miller>，研究亦發現 PBL 可訓練學員主動學習(active learning)並可提升學習成效，曾有學者(Hung, Hwang & Huang, 2012)，於台灣南部對 117 位國小五年級學生進行說故事(storytelling)的方式，收集學生拍攝說故事內容之學習，瞭解其學習動機(learning motivation)、問題解決能力(problem-solving competence)和學習成就(learning achievement)的影響；結果發現運用專題式的學習(PBL)，透過網路圖片搜尋與電腦數位講述合成內容講述並以數位紀錄成為學習影片的故事講述方式，可以有效的提升參與學童對於科學學習的動機、問題解決能力與學習成就。這學習動機的引起使我們的學童成為主動的學習者(active learner)，而相關的研究(Freeman 等人，2014)曾就 225 份大學部學生在科學、科技、工程與數學修課成績的表現(performance on examination)提供成績與修課失敗的紀錄(D 或 F)的報告進行傳統講述教學(traditional lecturing)與主動學習(active learning)的比較，發現主動學習(例如小組問題解決討論、學習單、課堂輔導、和工作坊課程)的學生修課考試成績平均高於傳統式學習學生的 6%，而傳統講述教學的學習學生修課失敗的比例約為主動學習的 1.5 倍，然值得注意的是主動學習上課的人數較傳統授課的人數為低，同時也對 STEM 教學應該運用傳統講述式的教學或者較為小班的主動式教學，提出相關的建議與看法(Freeman 等人，2014)；動手做學習工程(hands-on engineering)之整合教學與學習(integrated teaching and learning, ITL) 重塑計畫可追溯於至 1997 年在美國科羅拉多工程學院開設的整合教學與學習工程中心(Carlson 等人，1999)，揭櫫下一世紀工程學習內容(curriculum)必須相對於學生的生活(living)並且應該為社會所需(needs)要而進行改變(change)，因此，大一開始就與學生提供豐富的實驗室(laboratory)與資源(resources)作為往後四年動手做專題之重要學習基地，例如大一工程學院學生設計新型的軌跡追蹤系統(tracking system)提供與老年人居家外出照護使用，而於三四年級也可運用 ITL 的軟硬體設備作為太空梭於外太空飛行任務的模擬與控制等。同時這個 ITL 中心也作為培養未來女性工程師與較少數人群學習工程的基地，更可提供

K至16階段的工程學習，尤其是以建立與拓展成為生活實驗室(living laboratory)作為使命與達成之重要學習目標，正如作者所標榜之藉由動手做學習之樂趣(the excitement of learning by doing)。

三、專題式 STEM 創客模組

關於以專題式(project based)STEM 創客模組之設計，我們參考 STEM 專題式學習(project based learning, PBL)理論鷹架(Capraro, Capraro & Morgan, 2013)，擬定 Q2(Aero)與 RBN(Chem)的設計原則如下：

1. 內容物方便取得 (content accessible): 應披露使用材料物件的充分訊息，例如尺寸、規格、性能、供應廠商等；與使用者之學習支援，例如教學流程、問題與回復(Q&A)等，提供自造者對於物件材料需求的方便取得與相關訊息的拓展學習協助。
2. 學習以眼到方式具體化(making thinking visible):A-C 的學習模組所使用的元件與設備，提供自造者就科學理論(theory)與學習間具體的連結，例如提供實物模型(modelling)與飛行模擬(flight simulator)介面(Lennon, 1996)，作為學習過程中眼見(visible)為憑的呈現。
3. 促進同儕學習(learn from others):自造者以小組觀摩學習與討論，透過專家與師傅(mentor)的指導與建議，鼓勵彼此間合作(collaboration)共同完成設計項目並能彼此經驗分享(sharing)。
4. 提升自主與永續學習(autonomy and lifelong learning):著重自造學習興趣的激發與後勤支援的網路資訊平台，例如臉書(Face Book)之黃老師飛夢園(<https://www.facebook.com/groups/1447543402209331/>)，提供主動發文與即時性的訊息回覆，與學員自造學習過程，得以透過網路主動發問並獲得相關訊息解答，支持和擴展其學習的興趣與成果顯現。

相關文獻亦顯示，運用 STEM-PBL 培養學生 21 世紀能力的相關教學設計(Bell, 2010；Carlson 等人，1999)需與研究支持和長期進行始窺見其成效，我們設計之 STEM 自造教材就上述相關理論鷹架第三項與第四項，化有型的學習空間於雲端建立的資源，期與自造者提供更多的主動學習資源，以支持成為長期學習夥伴之建立。

四、STEM 與性別差異

瑞典學者(Samuelsson, 2016)曾就學習數學的成就，對於男女學生進行教學與學習之研究，發現男生在對於數學學習族群(group)的參與程度相較優於女性學生，而且男性學生認為數學的重要性遠高於女生對於數學重要性的了解，這說明的學習過程中應該建立對於另一性別之支持體系，以利於另一性別得以獲取最佳的學習成就。O'Dea(2018)對於男女同學STEM學習課程成就表現研究中發現，男女同學於學校學習STEM課程與非STEM學習課程之分數並沒有明顯之差異，但進入社會後女性同學從事STEM相關領域工作的比例卻大大低於相對男性同學，統計影響的因素或許在於刻板印象(stereotype, Kerkhoven, 2016)與面臨的競爭多為男性造成威脅(threat)使然，如何在工作場域提供一個性別友善的環境，以利於女性工作人力(workforce)的投入遂成值得關注的議題之一。例如確認職場中對於女性所造成的負面經驗(negative experience)影響因素，並對此因素提供與女性在STEM工作環境中面臨挑戰的心理建設與正向的個人認知，以利其投入職場工作(Settles, 2014)。Reinking(2018)曾經由理論說明並且是在STEM的領域形成所謂的性別鴻溝(gender gap)現象，這鴻溝的造成主要在於女

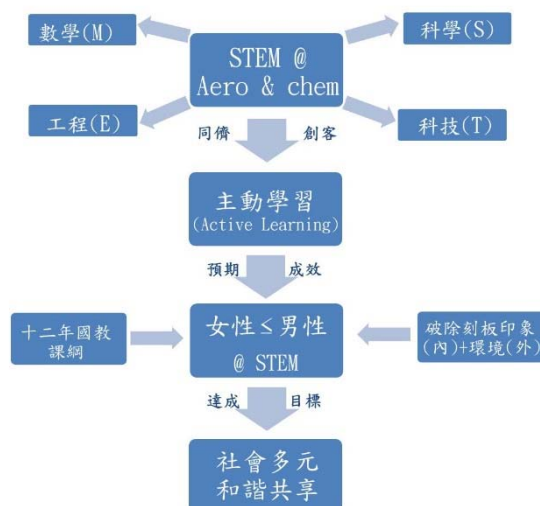
性從事STEM相關工作的人數比例過低，造成另一恐懼(threat)現象；而如何能夠運用策略與規劃提供女性從事STEM的學習呢？我們的教育又如何能夠縮短所謂之性別鴻溝？研究發現利用動手做(hands-on)的STEM活動(Dasgupta & Stout, 2014)或許可以提供重要的參考。在這些活動進行中模範榜樣(role model)的建立(establishment)與經驗(experience)的提供，並且組成同儕的互相學習(peers learning group)效用，應可正向提升性別鴻溝的縮短(Hayden, Ouyang, Scinski, Olszewski & Bielefeldt, 2011)；然需留意在強調女性加入STEM學習過程，並非刻意壓抑男性另一方的參與，這男女性別平等有如鐘擺效應(pendulum effect)，如果擺過於一方另一方即可能出現相對弱勢的現象。如何保持性別平衡(balance)在女性參與STEM過程中亦需要留意的問題(Reinking, 2018)。

小結：

回顧國內外多年來關於STEM的研究顯示，這整合教育改革對學生動手做的能力、解決問題的能力、以及創意開發等面向有正向的成效；但是許多研究也表達這STEM教育的學習內容對於女性學生之學習並未有明顯與男性同學學習成效上之差異，但在其離開學校投入社會後，從事STEM相關領域工作的女性，卻相對減少！我們規劃STEM自造營隊，期能藉文獻提及之動手做活動要項，在女性學員參與專題式STEM學習活動獲取成功的樂趣，激發爾後效法創客運動精神，維持主動學習科學、技學、工程與數學之興趣，破除性別刻板的印象，靡平性別鴻溝，以與人類科學之發展注入更多元之參數。

參、研究設計

STEM自造營隊使用之專題式教學模組，例如量子二號(Q2)與化學創意模組進行活動主要教學與學習內容。參與學員運用異質分組同儕學習方式，以做為互相學習與砥礪的對象，參與的對象為國小三年級至國中三年級(3-9年級)的在學同學，而且以女性同學為優先考量，辦理的創客營隊共有二場，分別於桃園市某國立大學科學教育中心(飛行)與高雄市某國民小學(化學)，進行專題式STEM創意模組教學與學習活動，收集實地成果之呈現，試著比較學生的學習成效與性別間之關聯，以動手自造學習模組提供參與女性學員體驗成功的學習案例，有助於學員建立破除性別刻板印象，縮短性別鴻溝的認知，規劃進行之內容如圖一所示。



圖一:專題式 STEM 活動鼓勵女性學員主動學習流程架構。

創客活動內容以航空(aero)模組量子二號(Q2)與化學(chem)彩虹拉麵(RBN)自作為主，考量航空領域學習之刻板印象多以男性學員居多，設計運用航空遙控模型之自造輝映破除性別刻板印象之呼籲，並提供為靡平性別差異之學習參考。化學學習模組內容屬於較為基礎之學科，提供男女性學員參與，期可激發女性學員對科學學習之興趣並觀察比較其學習成效之呈現。關於 A-C 兩個學習模組內容與 STEM 學習內容簡單說明如下:

一、航空創客教學模組

(一) STEM 之室內輕型機--量子號(Q2)

鑒於目前飛行科目於國小階段多屬學校本位課程，爰此，我們參考遙控模型飛機設計專書(Lennon, 1996)其中之翼型(airfoil)、翼負荷(wing loading)、重心(CG)位置與推力(thrust)線等參數，首就活動教學使用模組設計改良之室內輕型無人機(Q2)之學習內容設計與 STEM 項目之搭配，分析歸納說明如表一(李賢哲等人，2018)。

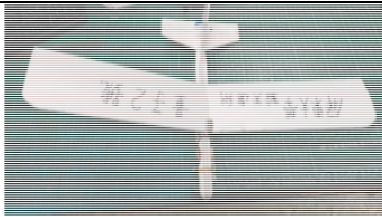

表一: 結合 STEM 與創客飛行課程設計內容之分析。

STEM 項目	設計內容
科學 (S)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 機翼空氣流體康德效應與白努利定律，說明機翼產生浮力的原理 2. 推動空氣作用與反作用力，提供機體飛行動力的來源與產生後續的效應 3. 氣體流體力學，考量機體結構流暢程度，降低阻力 4. 材料受熱產生型變，有利於加工與塑型
科技 (T)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 螺旋槳機體與噴射機的差異，說明獲取飛行速度與動力關係 2. 多元材料紙、保利龍、巴爾沙(Balsa)飛機輕木、玻璃纖維與碳纖維強化結構的應用，選擇合適之材料 3. 遙控模型與無人飛行載具的演進，加入自動控制的元件，運用層面加廣
工程 (E)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 船舶漂浮與飛機升空的基本原理，材料整體密度差異與機體空速使機翼產生浮力 2. 傳統機翼結構進化至飛翼的蛻變，展現提升酬載的努力 3. 滑行到垂直起降的戰略，提升飛行器運動性能提供多元的飛行選

	擇 4. 單翼至多旋翼的消長與操控，展望短程空中運輸的實現
數學 (M)	1. 重心的測量與計算，槓桿原理之應用 2. 精確全球定位系統 (GPS) 飛行軌跡與運用於自動飛行系統 3. 動力系統的控制量與加成，推動力道之計算對於機體飛行速度之影響

目前一般大量生產製造裝上電池即可放飛(ready to fly, RTF)相類似玩具飛行器如雨後春筍，鑒於航空教育理念之推動與後續發展，對於本航空(aeronautics, aero)自造課程研發之量子號教學模組特性比較如表二所示。由於參與學員已歷經自造教學與學習過程，每一個步驟皆由自己動手做完成；若有需要調整維修，較能以方便取得之材料逕自進行，化被動為主動學習之永續。

表二:NPTU-Q2 與市售 Volantex-小熊號各式諸元與性能比較。

項目	量子二號(Q2)	Volantex 小熊號 (J3 Cub)	備註
機體造型			
機身全長	35.5 cm	36 cm	同電子配備
翼展	53 (cm,矩形翼端)	50 (cm,圓型翼端)	
翼弦	9.2 cm	7.5 cm	
展弦比	5.65	6.67	翼展/翼弦
實際投影主翼面積	4.784 dm ²	3.45 dm ²	上反角兩翼端校正
飛行重量	41/38.5(g,室內型)	52 g	室外 360mA 室內 180mA
翼面負荷	8.57/8.05(室內型)g /dm ²	15.07 g/dm ²	Q2/J3 = 0.569
创客與永續性	機體結構材料為容易取得保利龍板，且機體結構，塑翼型、裁切、黏合和準直對正等，皆由創	機體結構由大量生產發泡射出成型，開箱連接電池即可嘗試升空(RTF)，创客無 DIY 之歷	

	客 DIY 完成，故得以永續修復與更換；搭配小型電池為目前較適合室內 R/C 飛行定翼機之唯一選擇。	程，永續修復材料取得較為耗時且缺建造機體經驗；機翼負荷較高，速度快具挑戰性較適合戶外飛行。	
零售價格 (NTDS)	1600.00	1948.00	未稅

(二)、主要運用材料與工具

整體研發與建造 Q2 過程，使用之材料、工具與功能說明如下(李賢哲等人，2018):

1. 2.4 GHz 遙控控制系統 (三通道接收機含自穩陀螺修正裝置與雙伺服馬達)，作為 Q2 操控系統，分別比例式控制馬達動力、升降舵飛行高度和方向舵左右轉向。
2. 厚度 2 mm 珍珠板之雷射切割主翼與尾翼和厚度 5 mm 珍珠板作為十字插入式機身使用。
3. 厚度 1 mm 壓克力片，作為 Q2 升降舵與方向舵之控制舵片。
4. 直徑 0.7 mm 鋼絲，以連結各伺服機與舵片之控制拉桿。
5. 電壓 4.2 伏特 (V, 1S)、電容量 360 或 180 毫安培 (mA) 鋰聚合 (Li-Polymer) 充電電池 (含專用充電器)，作為 Q2 之馬達動力來源。
6. 微型馬達(8520)與 55 mm 螺旋槳動力組件。
7. 保利龍膠、珠針、熱熔槍與熱熔膠條，接著各機體零件。
8. 100 瓦(W)二氧化碳 (CO₂) 雷射切割系統，以切割保利龍材料與操控舵面之各版模。

使用學習模組套件自造完成後之 Q2 如圖二所示。



圖二:完成結構之 Q2 與各部配備定裝照。

二、化學創客教學模組

依據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國小自然科學領域關於水溶液酸鹼性與指示劑變色，作為課程概念內容設計基礎，衍發與日常生活連結之食品料理專題—彩色拉麵製作，以提昇課程吸引力並引發學員學習興趣。學習內容首就認識化學酸鹼性質概念為始，課程活動以預測-觀察-解釋 (POE) 教學策略進行。若參與學員對此動手操作、觸摸及觀察活動方式展現興趣，顯示我們以『生活』為導向，實現『動手做、做中學』的教學方式，或能引發學員對所運用材料之交互化學變化，進而體驗化學與環境彼此影響的相關科學知識。

(一)、化學學習與 STEM

關於彩色拉麵自造學習內容與 STEM 項目對應之說明，如表三所示。

表三:自造彩色拉麵對應 STEM 學習項目內容。

STEM 項目	設計內容
科學(S)	<ol style="list-style-type: none">1. 以花青素的天然抗氧化能力，做為檢測酸鹼性的天然指示劑，在酸性環境下呈現紅紫色。2. 以高溫煮沸法確認花青素不會被水溶液沸騰的溫度破壞。
科技(T)	<ol style="list-style-type: none">1. 花青素可作為天然的食物酸鹼指示劑，檢驗具有不同酸鹼性的食物。2. 認識天然色素的染色方式。3. 以酸鹼度計測量各種水溶液的酸鹼值。
工程(E)	<ol style="list-style-type: none">1. 以酸鹼度計測試的酸鹼值，及其對應花青素酸鹼指示劑之結果，建立酸鹼度、pH 值及花青素呈色的關聯性。2. 由化學結構認識色素的染色機制，以發展不同特性之人工染劑或色素。
數學(M)	<ol style="list-style-type: none">1. 瞭解酸鹼度計量測之 pH 值與代表的數學意涵。2. 藉由離子濃度計算瞭解數學對數及指數之運算與應用。

學員完成後之成品，因所處酸鹼環境之差異，呈現彩色拉麵顏色如圖三所示。



圖三:彩虹拉麵成品多元色彩之呈現。

(二)、學習成效問卷

關於彩色拉麵製作的學習活動學習成效初探部分，分為三個次主題進行施測，分別為 1. 酸與鹼的認識，條列六個學習問卷題目；2. 天然酸鹼指示劑的認識，條列六個學習問卷題目；和 3. pH 值的認識條列九個學習問卷題目，並依此進行前後測歸納學習成效。

肆、創客活動初步結果與討論

創客教學之結果與討論我們分成飛行與化學兩部分，分別說明如下:

一、飛行部分

本次創客活動參與學員分布為女性 18 位男性 10 位共 28 位。進行自編前後測問卷調查，結果分別呈現如下:

(一)、前測

參與學員共 28 位，其中性別之分佈為女性 18 位、男性 10 位。

1. 學員參與動機

60% 男性主動參與活動的比例高於女性之 39%，而且獲得鼓勵才參與活動的比例，女性(44%)高於男性(30%)。若就此活動網路報名未經篩選前顯示共有 254 位學員報名，性別分布 63.4% 為男性，女性僅占三分之一強(36.6%)，與參與動機的比例相若，顯示性別差異對於科學營隊辦理平衡應存再努力的空間。

2. 學前經驗

擁有參與航空科學經驗的比例，女性(28%)略少於男性(30%)，另擁有自然科學或工藝相關學習活動經驗的比例，女性(33%)同樣少於男性(40%)，而未具有上述兩相關學習活動經驗的女性(39%)卻大於男性(30%)。

3. 家庭支持度

參與學員之家庭對於支持學員自己動手 DIY 部分，男女比例相當，並未發現明顯的差異。

(二)、後測

參與學員後測之問卷收回共 27 份，其中性別分佈女性 18 份、男性 9 份。

1. STEM 學習項目

依據問卷五項學習內容選項，女性學員回答所獲學習項目分佈較為分散，每位學員學習之平均得分為 2.78，相對於男性學員之表現為 3.78，顯示女性學員在此飛行創意過程中之表現仍值得持續鼓勵與加強。

2. 課程設計協助了解飛行原理:所有學員(100%)一致，表示同意有幫助。

3. 對飛行興趣啟發:女性學員 16 位(89%)同意，然有兩位女性學員認為對於興趣啟發沒有幫助；男性學員全部 100% 表示自造營對其飛行興趣有啟發。值得一提的，這兩位不同意的女性學員相對的在其學習成效部分表現平均得分各為 1，低於本活動女男同儕之學習成效平均 3.28，或顯示學習興趣的激發與學習成效之間具有相對應的影響(REF)。

4. 課程難易程度:女性(44%)有較高於男性(30%)的比例，認為量子號的自造教材由很難到偏難，然大致上學員認為此創客教材難易適中的比例分別為女性 39% 與男性 50%，而認為教材又有點難至適中的比例男女共計 71%，顯示本教材適中偏難，也對於學員稍具挑戰性。

二、化學彩色拉麵製作

自造營隊於高雄市某國小三至六年級的學生辦理，參與學員共計 88 位，其中男生 51 位，女生 37 位。

依據“彩色拉麵製作”的化學學習活動評量資料，我們將學習成效分為三個主題，分別為酸與鹼的認識、天然酸鹼指示劑的認識、pH 值的認識，我們針對女性學生的學習成效進行探究，在我們的前後測的資料中發現，“酸與鹼的認識”的主題中，女性學生在 6 個問題上均有呈現非常顯著進步的現象，在“天然酸鹼指示劑的認識”的主題的 6 個問題上，有顯著進度的有 4 題。而在“pH 值的認識”主題的 9 個問題中，以一致呈現非常顯著進步的趨勢。此一前後測數據的分析結果，令我們非常振奮，這證明了本 STEM 創意教學活動能夠對於女性學生確切而適當的傳達酸鹼化學性質相關的科學知識及認知，證實女性學生在親手

操作化學實驗時，將能充分深入思索實驗的過程，在結合創意思考與實務操作的情境下，女性學員參與活動的表現非常亮眼，並再次證明化學 stem 學習模組教學活動具有持續推動的價值。

(一)、前測

參與學員共 88 位，其中性別之分佈為女性 37 位、男性 51 位。

1.學員參與動機：

在所有參與 88 位學員中，參與活動的男性學員比例為 58%，而女性學員參與活動的比例為 42%。此結果說明了男性學員在參與動機上是較女性學員強烈的，顯示性別差異對於化學實驗學習是存在的，應有可再發揮與加強的目標。根據參與學員所填寫的問卷回覆，我們發現化學 STEM 學習模組教學活動的確能夠幫助學員提升其學習動機。學習動機是學習的起點，學員回答的內容亦提及本課程內容是可以與生活經驗呼應，並且讓學員在學習過程中感到有興趣，進而積極學習並希望進一步探究。此外，在化學 STEM 學習模組教學活動進行中，我們重視每組組員與組員間的課程討論，也呼應到十二年國教的核心素養層面－溝通互動，因此教師須用心觀察學員與學員間的互動，激發學員的學習動機，與學員共創有效教學的課程。

2.學前相關知識：

在教學活動進行中的前幾分鐘，透過教師口頭發問各組學員對於酸鹼認識之相關問題，從學員回答的內容中與回答的踴躍度可發現男性學員對於酸鹼認識的先備知識是較女性學員充足的。

3.實驗自願程度：

課程尚未進行時，參與學員全數都是抱持著期待與好奇的心情來進行活動，代表男性女性學員皆認為親自動手做的實驗課程是會令本身有意願想要參與，實驗自願程度是高的，此方面的性別比例無顯著差異，

(二)、後測

參與學員後測之間卷收回共 88 份，其中性別分佈女性 37 份、男性 51 份。

1.STEM 學習成效：

依據問卷三個主題學習內容，分析學員在酸與鹼的認識、天然酸鹼指示劑的認識與 pH 值的認識，發現女性學員在三個主題學習內容中，後測問卷作答之答對率，對比前測問卷作答之答對率，後測問卷是呈現顯著進步的趨勢。根據附錄四分析後的數據做說明，以第一主題酸與鹼的認識中，女性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 37.9%，而男性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 35.2%。在第二主題天然酸鹼指示劑的認識中，女性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 56.8%，而男性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 37.3%。在第三主題 pH 值的認識中，女性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 81.1%，而男性學員在 STEM 學習成效前後測作答的答對率最大值為 51%。綜合上述，在三個主題學習內容中，女性學員進步的比率皆大於男性學員進步的比率。

2.實驗課程設計協助了解酸鹼性質內容：

所有學員(100%)一致，表示同意有幫助。

3.對於酸鹼性質實驗操作能力：

透過每位學員逐一至台前動手做實驗，由教師在旁引導與觀察，確認每位學員對於實驗步驟與流程是精熟的，並懂得如何適當的使用 pH 計，提升學員技能之能力，在技能能力方面，女性學員在操作上，使用 pH 計所測量到的數值是較男性學員精準的，其中的因素可能是關於 pH 值計清洗乾淨程度不同，以至於發生因前次檢測時的樣品溶液殘留，而導致的干擾現象。

在經過化學 STEM 學習模組教學活動的實地施教後，我們分析教學活動進行的歷程以及學員學習成果回饋前後測資料後，我們發現學生在「觀察」與「比較與分類」學習技能方面有明顯提升，而「傳達」技能已達到教學目標。這證明了化學 STEM 學習模組教學活動對學員在「對酸性鹼性認識、顏色變化歷程與小組合作的態度」上有明顯而正向科學態度的改變。

附件一：

教案內容

- 1、 主題名稱：國小教室化學活動-彩色拉麵製作
- 2、 主講者：陳皇州
- 3、 教學時間：120 分鐘
- 4、 設計理念：

教學對象	五年級	活動時間	120 分鐘
教學目標	1. 認識花青素植物，例如茄子、紫色高麗菜。 2. 從實驗中觀察指示劑的變色規律。 3. 自行製作彩色拉麵。 4. 利用酸鹼特質而使食物呈現顏色變化，體會生活周遭處處能與科學結合。 5. 簡要地分享實驗成果給他人。		

分段能力指標	<p>1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。</p> <p>1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。</p> <p>1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣。</p> <p>1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應。</p> <p>2-3-3-3 探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等。</p> <p>5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。</p> <p>6-3-3-1 能規劃、組織探討活動。</p> <p>7-2-0-2 做事時，能運用科學探究的精神和方法。</p> <p>7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。</p>																													
教學材料準備	<table border="1" data-bbox="464 741 1310 1211"> <tr> <td>品名規格</td> <td>品名規格</td> <td>品名規格</td> </tr> <tr> <td>果汁機</td> <td>量筒</td> <td>雪碧汽水</td> </tr> <tr> <td>酸鹼度計</td> <td>塑膠杯</td> <td>麵條</td> </tr> <tr> <td>電子秤</td> <td>漏斗</td> <td>紫色高麗菜</td> </tr> <tr> <td>燒杯</td> <td>鍋子</td> <td>小蘇打粉</td> </tr> <tr> <td>石蕊試紙</td> <td>玻棒</td> <td>食用醋</td> </tr> <tr> <td>乳膠手套</td> <td>鳳梨</td> <td>沖洗瓶</td> </tr> <tr> <td>塑膠滴管</td> <td>奇異果</td> <td>過濾濾紙</td> </tr> <tr> <td>50 毫升塑膠樣本瓶</td> <td>檸檬</td> <td>無塵吸水紙</td> </tr> </table>			品名規格	品名規格	品名規格	果汁機	量筒	雪碧汽水	酸鹼度計	塑膠杯	麵條	電子秤	漏斗	紫色高麗菜	燒杯	鍋子	小蘇打粉	石蕊試紙	玻棒	食用醋	乳膠手套	鳳梨	沖洗瓶	塑膠滴管	奇異果	過濾濾紙	50 毫升塑膠樣本瓶	檸檬	無塵吸水紙
品名規格	品名規格	品名規格																												
果汁機	量筒	雪碧汽水																												
酸鹼度計	塑膠杯	麵條																												
電子秤	漏斗	紫色高麗菜																												
燒杯	鍋子	小蘇打粉																												
石蕊試紙	玻棒	食用醋																												
乳膠手套	鳳梨	沖洗瓶																												
塑膠滴管	奇異果	過濾濾紙																												
50 毫升塑膠樣本瓶	檸檬	無塵吸水紙																												
教學活動	活動說明		教學時間																											
學習動機	<p>學生在日常生活中發現各種食物中有各種顏色，覺得新奇有趣。在一次品嚐綠色蔬菜麵時，萌生探究加工食物顏色的變化之好奇心，牽引出想了解生活中常食用的食物酸鹼程度。</p>																													
課程內容	<p style="text-align: center;">第一節</p> <p>活動一：花青素會不會被高溫破壞呢？</p> <p>探索：依照先備知識了解哪些食物具有花青素，並思考看看哪一種方式可以溶出花青素？</p> <p>操作：</p> <p>方法</p> <p>(1) 攪碎過濾法：取紫色高麗菜 100 公克並切碎，與水以 1:1 的比例放進果汁機裡打成泥狀，再將鋪</p>																													

好濾紙的漏斗放置於燒杯上，把剛打好的紫色高麗菜倒入燒杯中過濾。

- (2) 水煮溶出法：將紫色高麗菜切碎，與水以 1:4 的比例加熱至沸騰 5 分鐘後，把紫色高麗菜水溶液到倒出並使其冷卻。將紫色甘藍盡量切碎倒入鍋子裡，熱水煮沸幾分鐘，冷卻後過濾倒出。
- (3) 在塑膠杯 A1 中，分別置入拉麵條 10 公克，分別加入以攪碎過濾法獲得的紫色高麗菜汁 30 毫升，浸泡 10 分鐘，每 2 分鐘觀察一次，將結果記錄下來。
- (4) 在塑膠杯 A2 中，分別置入拉麵條 10 公克，分別加入以攪碎過濾法獲得的紫色高麗菜汁 30 毫升，浸泡 10 分鐘，每 2 分鐘觀察一次，將結果記錄下來。

討論：

- (1) 依據實驗結果，因為以水煮溶出法及攪碎過濾法所獲得花青

均可以成功地將拉麵染色，證明花青素並不會因為水煮加熱的過程中，因煮沸的高溫而被破壞。我們也發現經過果汁機絞碎並過濾後紫色高麗菜汁濃度較高，如果以水煮的方式所獲得的紫色高麗菜汁容易因為需要大量的水煮沸而產生稀釋的效果。

- (二)回顧所學課程內容

-----第一節課結束-----

第二節

活動二:以酸鹼度計測量各種水溶液的酸鹼值。

- (一)預測：以先備知識與生活經驗預測各種水溶液的酸鹼性質，並預估酸鹼度計與加入花青素水溶液後的顏色變化。

- (二)觀察：操作酸鹼度計量測 pH 值，並仔細觀察各種水溶液加入(三)方法

一、將檸檬汁、食用醋、雪碧汽水、鳳梨汁、椰子水、茶葉水、牛奶、奇異果汁、小蘇打水及漂白水各 10 毫升，分別倒入不同 50 毫升塑膠樣本瓶內。

二、用沖洗瓶將酸鹼電極沖洗乾淨並使用無塵吸水紙擦乾。

三、把沖洗過後酸鹼電極插入要測量酸鹼值的水溶液，測量並把 pH 值記錄下來後，重複上述沖洗步驟並以此類推進行其他水溶液測量。

四、各個水溶液在完成 pH 值的測量後，再分別加入 10 毫升的花青素溶液，並觀察水溶液顏色變化。

(四)實驗結果：以酸鹼度計測試出下列日常生活中常見溶液的酸鹼值，及其對應花青素酸鹼指示劑之結果如下表：

項目	酸鹼值(pH 值)	加入紫色高麗菜汁後的顏色
檸檬水	2.39	紅色
醋	2.62	紅色
雪碧	3.16	淡紅色
鳳梨汁	3.59	淡紅色
椰子水	5.07	淡紫色
飲用水	7.00	紫色
牛奶	6.79	淡藍色
奇異果汁	6.79	淡藍色
小蘇打水	8.39	綠藍色
漂白水	12.84	綠色

1、解釋：依據酸鹼度計所測得的 pH 值，可以對照出各個水溶液加入紫色高麗菜汁後的顏色，酸性的環境呈現紅色，中性環境則維持紫色，鹼性環境則變為藍色甚至綠色。

2、實驗結果顯示紫色高麗菜汁中的花青素確實具有檢驗酸鹼值的能力。

-----第二節課結束-----

第三節

活動三：彩色拉麵製作

- (1) 預測：麵條浸入酸鹼值不同水溶液後所呈現的顏色。
- (2) 觀察：觀察變色後的麵條，並記錄顏色，討論分類，並歸納酸鹼的強度。

	<p>(3) 方法：</p> <p>一、在塑膠杯 A3、A4、A5、A6 中，分別置入拉麵條 10 公克，分別加入以攪碎過濾法獲得的紫色高麗菜汁 30 毫升，浸泡 10 分鐘。</p> <p>二、分別將雪碧、小蘇打水、開水與檸檬汁各 10 毫升以滴管滴入 A3、A4、A5、A6 塑膠杯中，觀察其結果並記錄下來。</p> <p>(四)實驗結果與解釋:與學生說明紫色高麗菜汁主要含有水溶性的花青素，花青素會受到酸鹼影響改變顏色，酸性環境下會變成鮮紅色，而鹼性環境下是藍綠色，這些拉麵看起來顏色非常鮮艷而特別，也證明了可以利用花青素檢驗具有不同酸鹼值的食物，可以作為天然的食物酸鹼偵測劑，以後只要加入含有花青素的水溶液，就可以知道我們所吃的食物中的酸鹼性質了！</p> <p>-----第三節課結束-----</p>	
學習評量活動	<ol style="list-style-type: none"> 1. 口頭發表、問卷填寫 2. 小組討論 	

附件二：

彩色拉麵素養問卷(前)

親愛的同學：你好！

感謝你填寫本問卷。本問卷的主要目的是要瞭解國小學生認識酸鹼值的情形。你所填的資料絕對保密，不會影響到你的成績也不會公佈姓名，所以請你放心的依照上課的情況回答每一題。

問卷分為兩部分，第一部份是個人基本資料，第二部份是彩色拉麵問卷，一共有 21 題，請逐題詳細閱讀，並在「正確」、「錯誤」及「不清楚」三個選項中勾選一個與你的想法或科學教室現況最為吻合的選項，請記得每題都要作答。

謝謝你的協助與合作！

國立屏東大學應用化學系教授

陳皇州 敬上

中華民國 109

1、 個人基本資料

1.校名：_____國小

2.性別：男、女

3.班級：_____年_____班

4.座號：_____

二、彩色拉麵問卷

酸與鹼的認識	正確	錯誤	不清楚
<ol style="list-style-type: none"> 活中的酸鹼物質可能是實用的，對生活或環境也是完全無害的。 質的酸性或鹼性，分別有不同的用途。 果大多是鹼性的。 食用酸性的東西時是酸的，但是食用鹼性東西時是苦的。 不同的酸性或鹼性的條件下，紫色高麗菜有能力去改變成不同的顏色。 色拉麵將可能完全取代人工色素的添加。 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
天然酸鹼指示劑的認識	正確	錯誤	不清楚
<ol style="list-style-type: none"> 色高麗菜及紫色火龍果等深色的植物細胞中，存在花青素此色素。 青素的顏色在酸性環境下呈現藍色，於鹼性環境下則為紅紫色。 食鹽水中加入紫色高麗菜汁，結果呈現紫色，表示食鹽水是鹼性的。 青素並不會因為水煮加熱的過程中，導致煮沸的高溫而被破壞。 多不同顏色的飲料、食物，雖然很漂亮，但大部份是利用添加人工色素而來。 道紫色高麗菜汁對酸鹼性的變色情形之後，我們就可以拿來檢驗家中許多物質的酸鹼性。 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

pH 值的認識	正確	錯誤	不清楚
<ol style="list-style-type: none"> 生的 pH 值應該要大於 7。 值是從 1-14 的數值。 pH 值的大小取決於溶液中有多少氫離子。 用水為鹼性。 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

5. 舌中有很多指示劑被用來測量 pH 值。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 果一個溶液為鹼性，代表溶液中沒有氫離子存在，只有氫氧根離子。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 水和漂白水是酸性的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 般食用的油麵為鹼性。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 生物質可聞出味道。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

三、問答題(請詳細作答)

1、請問你為什麼會想來參加科學實驗活動呢？

2、你希望透過科學實驗學到什麼內容呢？

*****問卷到此結束，謝謝您的填答*****

彩色麵條素養問卷(後)

親愛的同學：你好！

感謝你填寫本問卷。本問卷的主要目的是要瞭解國小學生在彩色麵條的上課情形。你所填的資料絕對保密，不會影響到你的成績也不會公佈姓名，所以請你放心的依照上課的情況回答每一題。

問卷分為兩部分，第一部份是個人基本資料，第二部份是透過實驗後，有關**酸與鹼的認識及 pH 值的認識**，一共有 **21** 題，請逐題詳細閱讀，並在「**A**」、「**B**」、「**C**」、「**D**」4 個選項中選一個與你的想法或科學教室現況最為吻合的選項，請記得每題都要作答。

謝謝你的協助與合作！

國立屏東大學應用化學系教授 陳皇州

敬上

中華民國 109

2、 個人基本資料

1.校名：_____國小

2.性別：男、女

3.班級：_____年_____班

4.座號：_____

一、酸與鹼的認識

- () 1. 下列敘述為瑄瑄和閔閔對酸鹼的認識，請問誰說的正確？
瑄瑄：生活中的酸鹼物質對我們來說可能是實用的吧！
閔閔：酸鹼物質對我們的生活或環境是完全無害的啦！
(A) 瑄瑄 (B) 閔閔 (C) 兩人皆正確 (D) 兩人皆錯誤
- () 2. 如果不小心沾到酸性或鹼性較強的水溶液時，該如何處理呢？
(A) 等它自然蒸發 (B) 假裝沒看到
(C) 立刻用衣服擦拭乾淨 (D) 先用大量清水沖洗，再視情況就醫
- () 3. 請問水果大多是偏什麼性的呢？
(A) 鹼性 (B) 酸性 (C) 中性 (D) 需嚐味道才知道
- () 4. 關於食用酸性跟鹼性食物的敘述何者正確？
(A) 食用酸性和鹼性的東西時是酸的
(B) 食用鹼性的東西時是苦的
(C) 食用酸性的東西時是酸的
(D) 不一定，食物的酸鹼性需參考食物中所含礦物質的種類及含量
- () 5. 在不同的酸性和鹼性的條件下，下列何項東西能夠讓物質改變成不同的顏色？
(A) 石蕊試紙 (B) 紫色高麗菜 (C) 酸鹼度測定計 (D) 以上皆是
- () 6. 進行酸、鹼水溶液的混合實驗時，為了安全，應該使用哪兩種性質的水溶液？
(A) 強鹼和弱酸 (B) 弱鹼和強酸 (C) 弱鹼和弱酸 (D) 強鹼和強酸

二、天然酸鹼指示劑的認識

- () 1. 自製酸鹼指示劑時，將植物放入熱水中的主要作用為何？
(A) 將植物直接當作試紙使用 (B) 煮熟植物
(C) 讓植物變得更軟 (D) 讓植物汁液的色素較快溶解於水中
- () 2. 在 A 溶液中滴入紫色高麗菜汁後，變成紅色，要再加入什麼性質的水溶液才會變成紫色？
(A) 酸性 (B) 中性 (C) 鹼性 (D) 以上皆可
- () 3. 紫色高麗菜及紫色火龍果等深色的植物細胞中，存有什麼素呢？
(A) 葉綠素 (B) 花青素 (C) 胡蘿蔔素 (D) 以上皆是
- () 4. 花青素在水煮加熱的過程中，會發生什麼變化呢？
(A) 花青素被高溫所破壞 (B) 花青素不會因高溫環境下而被破壞
(C) 顏色變紅 (D) 以上皆非
- () 5. 花青素的顏色在中性環境下呈現什麼顏色呢？
(A) 無色 (B) 紅色 (C) 藍色 (D) 紫色

()6.關於酸性水溶液的描述，何者正確？

(A)滴入紫色高麗菜汁時，不會使其變色 (B)滴入紫色高麗菜汁時，會變成紅色

(C)滴在紅色石蕊試紙會使其變成藍色 (D)滴在藍色石蕊試紙會使其變成綠色

三、pH 值

()1.請問 pH 值要小於多少，才被定義為酸性呢？

(A)3 (B)5 (C)7 (D)9

()2.請問 pH 值的範圍是多少呢？

(A)0-14 (B)0-7 (C)7-14 (D)1-13

()3.請問醋為酸性、中性或鹼性？

(A)酸性 (B)中性 (C)鹼性

()4.請問石蕊試紙遇到酸性環境時會呈現什麼顏色？

(A)無色 (B)紅色 (C)藍色

()5.請問一般市售的油麵為酸性、中性或鹼性？

(A)酸性 (B)中性 (C)鹼性

()6.請問以下選項有哪一個屬於天然植物酸鹼指示劑？

(A)牽牛花 (B)紫甘藍菜 (C)石蕊試紙 (D)以上皆是

()7.請問糖水為酸性、中性或鹼性？

(A)酸性 (B)中性 (C)鹼性

()8.請問牛奶遇到石蕊試紙時會呈現什麼顏色？

(A)無色 (B)紅色 (C)藍色

()9.請問 pH 值越大，酸性會越強或者會越弱呢？

(A)弱 (B)不改變 (C)強

*****測驗到此結束，謝謝您的填答*****

附件四、

	(i.) Acids and bases				(ii.) Natural acid-base indicator				(iii) pH				
	Before		After		Before		After		Before		After		
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	
1.	28 (75.7%)	39 (76.5%)	28 (75.7%)	38 (74.5%)	14 (37.8%)	27 (52.9%)	25 (67.6%)	32 (62.7%)	10 (27.0%)	15 (29.4%)	26 (70.3%)	37 (72.5%)	1.
2.	34 (91.9%)	44 (86.3%)	19 (51.4%)	42 (82.4%)	13 (35.1%)	16 (31.4%)	34 (91.9%)	23 (45.1%)	2 (5.4%)	12 (23.5%)	32 (86.5%)	38 (74.5%)	2.
									9 (24.3%)	10 (19.6%)	29 (78.4%)	36 (70.6%)	3.
3.	12 (32.4%)	18 (35.3%)	26 (70.3%)	31 (60.8%)	14 (37.8%)	12 (23.5%)	17 (45.7%)	31 (60.8%)	7 (18.9%)	11 (21.6%)	28 (75.7%)	30 (58.8%)	4.
									20 (54.1%)	29 (56.9%)	22 (59.5%)	26 (51.0%)	5.
4.	9 (24.3%)	9 (17.6%)	22 (59.5%)	18 (35.3%)	11 (29.7%)	22 (43.1%)	24 (64.9%)	26 (51.0%)	7 (18.9%)	15 (29.4%)	13 (35.1%)	21 (41.2%)	6.
									9 (24.3%)	16 (31.4%)	17 (45.9%)	25 (49.0%)	7.
5.	27 (73.0%)	32 (62.7%)	23 (62.2%)	32 (62.7%)	29 (78.4%)	32 (62.7%)	26 (70.3%)	22 (43.1%)	7 (18.9%)	11 (21.6%)	17 (45.9%)	24 (47.1%)	8.
									4 (10.8%)	9 (17.6%)	17 (45.9%)	29 (56.9%)	9.
6.	16 (43.2%)	19 (37.3%)	21 (56.8%)	37 (72.5%)	28 (75.7%)	32 (62.7%)	24 (64.9%)	22 (43.1%)	7 (18.9%)	11 (21.6%)	17 (45.9%)	24 (47.1%)	8.
									4 (10.8%)	9 (17.6%)	17 (45.9%)	29 (56.9%)	9.

F：女性
M：男性

國民小學學童學習自然科學實驗學習動機量表

<p>親愛的同學：你好！</p> <p>感謝你填寫本問卷。本問卷的主要目的是要瞭解國小學生學習自然科學實驗學習興趣量表。你所填的資料絕對保密，不會影響到你的成績也不會公佈姓名，所以請你放心的依照上課的情況回答每一題。</p> <p>問卷，一共有 20 題，請逐題詳細閱讀，並在五個選項中圈選一個與你的想法或科學教室現況最為吻合的選項，請記得每題都要作答。</p> <p>謝謝你的協助與合作！</p> <p style="text-align: right;">指導教授 陳皇州 研究者 柳姿瑄 敬上 中華民國 109 年 1 月</p>	非常同意	有點同意	沒意見	不太同意	非常不同意
1. 我喜歡如何運用科學原理完成探索自然科學實驗。	5	4	3	2	1
2. 我不太喜歡和組員合作設計實驗步驟並思考如何完成實驗。	5	4	3	2	1
3. 我覺得作自然實驗將實驗的成果製作成自然教案是很棒的挑戰。	5	4	3	2	1
4. 我不太覺得利用自然科學實驗完成科學產品並介紹它的特色與功能是有趣的。	5	4	3	2	1
5. 我喜歡自己動筆完成自然科學報告。	5	4	3	2	1
6. 我覺得自然科學寫作的報告對我而言是有幫助的。	5	4	3	2	1
7. 我不太覺得對爭議性的科學議題表明自己立場和理由是刺激的。	5	4	3	2	1
8. 我喜歡和同學一起利用科學原理，製作屬於小組的創意作品。	5	4	3	2	1
9. 我覺得經由自然實驗後的自然科學現象，印證科學原理是否正確。	5	4	3	2	1
10. 因為自然實驗結果有難度，我不太想自己動手做做看。	5	4	3	2	1
11. 我喜歡寫自然科學的學習單。	5	4	3	2	1
12. 我不太喜歡思考新聞報導中與科學有關問題。	5	4	3	2	1
13. 我能與自然實驗小組互相討論想法，可增加組員間的默契。	5	4	3	2	1
14. 我認為在討論後的自然實驗報告修改得更好是很棒的。	5	4	3	2	1
15. 我認為將自然課本以外的資源轉換為我的自然科學論點是很厲害的挑戰。	5	4	3	2	1
16. 我願意認真收集網路上相關的自然科學知識，補充在自然學習單裡。	5	4	3	2	1
17. 我喜歡和小組一起進行自然科學實驗，更鼓勵我喜歡自然科學。	5	4	3	2	1
18. 找出自然實驗結果和自然課本內容所學不同是很困難的挑戰。	5	4	3	2	1
19. 我能和同學一起計畫自然實驗過程與步驟很感興趣。	5	4	3	2	1
20. 我喜歡自然科學課程裡，有做自然實驗的課程。	5	4	3	2	1

國民小學學童學習自然科學實驗學習技能量表

<p>觀察老師好~</p> <p>此份問卷是針對自然課，主要是想瞭解同學們的學習技能，每題都有 5 種不同的選項，分別是非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意，需要根據學生學習實際過程作答，感謝觀察老師們的參與。</p> <p style="text-align: right;">國立屏東大學應用化學系研究所 指導教授：陳皇州 教授 研究生：柳姿瑄 敬上</p>					
題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
學習技能-觀察					
1. 能依規劃的實驗步驟來執行操作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 能辨別本量與改變量之不同(例如：反應前後顏色的變化)。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
學習技能-組織與關連					
3. 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 由系列的相關活動，綜合說出活動的主要特徵。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
學習技能-歸納與推斷					
5. 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 由實驗的結果，獲得研判的論點。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
學習技能-傳達					
8. 用適當的方式表述資料(例如數線、表格、曲線圖)。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 清楚的傳述科學探究的過程和結果。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 傾聽別人的報告，並做適當的回應。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

參考文獻:

- 李賢哲、陳皇州、陳存仁、林曉雯、李文仁、許華書和賴豈俊 (2016): 動手做科學教育中心之設計與實踐, 科學教育月刊, 391, 40-51.
- 自造教育及科技輔導中心, <https://maker.nknu.edu.tw/Introduction/Plan/1>, 存取於 2月8日, 2019。
- 李賢哲、黃崇育和樊琳 (2018): 植基 STEM 航空理念創客教材之設計與實踐, 科技與人力教育季刊, 4(3), 90-110.
- 邱炳勳(2009): 不同教學法融入科學實作課程對國小學生科學態度之研究。國立屏東教育大學應用化學暨生命科學系碩士班碩士論文。
- 教育部 (2003): 國民中小學九年一貫課程綱要。台北市: 教育部。
- 姚如芬 (2001): 從學校本位教學模組之發展協助小學數學教師專業成長之研究。載於國立嘉義大學教育學院主編: 2001年海峽兩岸小學教育學術研討會論文集, 185-208。嘉義: 國立嘉義大學教育學院。
- 陳文典 (2001): 「生活課程」的特質、功能與設計。九年一貫課程自然與生活科技領域教學示例, 23-34。台北: 教育部台灣省國民學校教師研習會
- 陳明溥、顏榮泉和林怡君 (2002): 認知學徒模式於網路化問題解決學習之應用探討。2002年電腦與網路科技在教育上的應用研討會論文集, 119-124頁。新竹, 2002年11月28-29日。
- 陳建民、樊琳、邱美虹和李賢哲 (2012): 以認知師徒制為基礎之太陽能教學模組設計與實踐, 科學教育月刊, 349, 20-39.
- 黃鴻博 (1999): 在國民小學實施STS教育合作行動研究之成果與限制。論文發表於中華民國第15屆科學教育學術研討會論文摘要彙編 (pp.121)。彰化市: 國立彰化師範大學。
- 劉祥通和黃國勳(2003): 實踐小學因數教學模組之研究。科學教育學刊, 11(3), 235-256。
- 林坤誼 (2014): STEM 科際整合教育培養理論與實務的技人才。科技與人力教育季刊, 1(1), 1.
- 張玉山、楊雅茹 (2014): STEM 教學設計之探討: 以液壓手臂單元為例, 科技與人力教育季刊, 1(1), 2-17。
- 范斯淳和楊錦心 (2014): 美日科技教育課程及其啟示, 教育資料集刊, 55, 71-102.
- 教育部(2006): 九年一貫課程自然與生活科技學習領域課程綱要(中英對照), 教育部及國立臺灣師範大學編印。
- 趙珩宇(2015): 自造者運動對生活科技的啟示, 科技與人力教育季刊, 1(3), 1-20
- 國家教育研究院(2018): 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(中華民國一〇七年十一月)
https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/課綱/17-自然科學/17-1/十二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.pdf, 存取於 2019年12月27日。
- Adams, C. M., & Callahan, C. M. (1995). The reliability and validity of a performance task for evaluating science process skills. *Gifted Child Quarterly*, 39(1), 14-20.
- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9-19.

- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43.
- Bissaker, Kerry (2014). Transforming STEM Education in an Innovative Australian School: The Role of Teachers' and Academics' Professional Partnerships, 55-63
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and Competition-based Learning to stimulate student motivation and performance, *Computers & Education*, 55(2), 566-575.
- Butz, W. P., Kelly, T. K., Adamson, D. M., Bloom, G. A., Fossum, D., & Gross, M. E. (2004). *Will the scientific and technology workforce meet the requirements of the federal government?* Pittsburgh, PA: RAND.
- Cantador, I. & Conde, J. M. (2010). Effects of Competition in Education: A Case Study in an E-Learning Environment.
<https://pdfs.semanticscholar.org/95a0/4babb8841f3f644e2d7d497c98807eac3595.pdf> , retrieved on December 29, 2019.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M. & Morgan, J. R. (2013). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Approach, 2nd Ed. Sense Publishers, Boston, MA. U.S.A.
- Carlson, L. E. & Sullivan, J. F. (1999). Hands-on Engineering: Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program, *Int. J. Engng Ed.* 15(1), 20-31.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive Apprenticeship : Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In L. B. Resnick(Ed.), *Knowing, learning, and instruction : essays in honor of Robert Glaser*(pp. 453-494). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Committee on Science, Engineering, and Public Policy. (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and empowering America for brighter economic future*. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/download/11463> on January 10, 2017.
- Cotabish, A., Dailey, D., Hughes, G. D., & Robinson, A. (2011). The Effects of a STEM Professional Development Intervention on Elementary Teachers' Science Process Skills. *Research in the Schools*, 18(2), 16-25.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Dailey, D. (2013). Thinking STEM? Start Early. NAGC Early Childhood Network Newsletter January 2013, 16.
- Dasgupta, N., & Stout, J. G. (2014). Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics: STEMing the tide and broadening participation in STEM careers. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 1(1), 21-29.
- DeJarnette, Nancy (2012). America's Children: Providing Early Exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) Initiatives, *Education*, 133(1), 77-84.

- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of Learning for Instruction* (3rd ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014), Active learning increase student performance in science, engineering, and mathematics, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1319030111, retrieved on February 5, 2020.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress. http://scholar.google.com.tw/scholar?start=30&q=stem+elementary+education&hl=zh-TW&as_sdt=0,5 retrieved on January 6, 2017.
- Hayden, K., Ouyang, Y., Scinski, L., Olszewski, B., & Bielefeldt, T. (2011). Increasing student interest and attitudes in STEM: Professional development and activities to engage and inspire learners. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(1), 47-69.
- Hung, C. M., Hwang, G. J. & Huang, I. (2012). A project-based digital storytelling approach for improving students' learning motivation, problem-solving competence and learning achievement, *Educational Technology & Society*, 15(4), 368-379.
- Institute of competition sciences (ICS). <https://www.competitionsscience.org/2016/07/04/10-ways-competitions-enhance-learning/>, retrieved on December 29, 2019.
- Jashapara, A. (2003). Cognition, culture and competition: an empirical test of the learning organization. *The Learning Organization*, 10(1), 31-50. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09696470310457487/full/html>, retrieved on December 29, 2019.
- Jeffrey J. Kuenzi (2008). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action*. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=crsdocs> retrieved on January 5, 2017.
- Kerkhoven, A. H., Russo, P., Land-Zandstra, A. M., Saxena, A. and Rodenburg, F. J. (2016). Gender Stereotypes in Science Education Resources: A Visual Content Analysis, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5112807/pdf/pone.0165037.pdf>, retrieved on February 11, 2019.
- Kim, K. H., VanTassel-Baska, J., Bracken, B. A., Feng, A., & Stambaugh, T. (2014). Assessing science reasoning and conceptual understanding in the primary grades using standardized and performance-based assessments. *Journal of Advanced Academics*, 25(1), 47-66.
- Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: a new biology education for the twenty first century? *CBE Life Science Education*, 9, 10–16.
- Lee, S-J & Farh, L. (2016). DIY vs. Maker on elementary pupils' flying camp: A preliminary approach, short paper presented in the 32nd ASET Annual International Conference, Taichung, Taiwan.
- Lennon, A. (1996). *Basic of R/C Model Aircraft Design: Practical Techniques for Building Better Models*, Air Ages Inc. Ridgefield, CT, U.S.A.
- Mark Sanders (2008). *STEM, STEM Education, STEM mania* <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y> retrieved on January 4, 2017.

- Martinez, Michael.(2006). What is metacognition? Teachers intuitively recognize the importance of metacognition but may not be aware of its many dimensions. Mr. Martinez explores the varieties of metacognitive skills and then offers suggestions for cultivating them in learners of all ages. *Phi Delta Kappan*, May, 696-699
- Murphy, T. P. & Mancini-Samuelson, G. J. (2012). Graduating STEM Competent and Confident Teachers: The Creation of a STEM Certificate for Elementary Education Majors, *Journal of College Science Teaching*, 42(2), 18-23.
- National Commission on Excellence in Education (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC, April, 1983.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.
- O’Dea, R. E., Lagisz, M., Jennions, M. D. & Nakagawa, S. (2018). Gender differences in individual variation in academic grades fail to fit expected patterns for STEM, *Nature Communications*, 9, Article number 3777. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-06292-0> retrieved on Feb. 11, 2019.
- Reinking, A. & Martin, B. (2018). The Gender Gap in STEM Fields: Theories, Movements, and Ideas to Engage Girls in STEM, *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148–153.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*. New York: Oxford University Press.
- Rotherham, A. J. & Willingham, D. (2010). 21st Century Skills Not New, but a Worthy Challenge. *American Educator*, Spring, 17-20.
- Samuelsson, M. & Samuelsson, J. (2016). Gender differences in boys’ and girls’ perception of teaching and learning mathematics, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23265507.2015.1127770>, retrieved on February 11, 2019.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Settles, I. H. (2014). Women in STEM: Challenges and determinants of success and well-being. *Psychological Science Agenda*, October 2014.
- STEM Curriculum
<http://education.wm.edu/centers/cfge/curriculum/science/materials/index.php>
retrieved on February 8, 2020.
- Verhoeff, T. (1997). The role of competitions in education. <https://www.researchgate.net/publication/228714944>, retrieved on Dec. 30, 2019.
- White, D. W. (2014). What is STEM Education and Why is it Important? Florida Association of Teacher Educators Journal, 1(14), 1-9. <http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf>, retrieved on April 20, 2020.
- Williams J. (2011). STEM Education: Proceed with caution, *Design and Technology Education: an International Journal*, 16(1), 26-35.
- Willard, K. & Duffrin, M. W. (2003). Utilizing Project-Based Learning and Competition to Develop Student Skills and Interest in Producing Quality Food Items, *Journal of Food Science Education*, 2, 69-73. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1541-4329.2003.tb00031.x>, retrieved on Dec. 30, 2019.

108年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：樊琳		計畫編號：108-2629-H-153-001-				
計畫名稱：STEM創客活動：擺脫刻板印象、拉近性別鴻溝之饗宴						
成果項目		量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文	0	篇	1. STEAM 無人遙控載具創課教材之設計與體驗, ICSET2019, taipei, taiwan 2. STEM 航模創客之性別認同初探--以某國小教師為例, 109/12/17, 36屆科學教育國際研討會 3. STEM 航空科學模型創客教材開發與自主學習之初探, 109/7/17, 2020自主學習資源的發展與應用國際學術研討會	
		研討會論文	3			
		專書	0			本
		專書論文	0			章
		技術報告	0			篇
		其他	0			篇
國外	學術性論文	期刊論文	0	篇	researching on combining STEM science activities to improve the effectiveness of children's science learning in elementary school -- take the example of making colorful ramen , the 3rd international conference on world sustainable development from USR to WSD, 2021/03/05, national pingtung university, Taiwan	
		研討會論文	1			
		專書	0			本
		專書論文	0			章
		技術報告	0			篇
		其他	0			篇
參與計畫人力	本國籍	大專生	5	人次	教案設計，活動執行	
		碩士生	2		教案設計，活動執行	
		博士生	0			
		博士級研究人員	0			
		專任人員	1		教案設計，活動執行	
	非本國籍	大專生	0			
		碩士生	0			
		博士生	0			

	博士級研究人員	0	
	專任人員	0	
<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>活動名稱類型 (科學營、演講、展覽、工作坊...等)參與人次性別統計 屏東縣烏龍國小航空自造營科學營22女：22 男：0 中央大學科教中心遙控飛機量子號自造營隊科學營28女：19 男：9 化學創意探究活動__舊城國小科學營88 女：37 男：51 化學創意探究活動__澎湖沙港國小科學營29女：16 男：13 量子號遙控飛機創意自造營__澎湖沙港國小科學營30女：17 男：13 化學創意探究活動__高雄市東光國小科學實驗實作活動26女：24 男：2</p>		