

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1080191

學門分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：中華民國 108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日止

空氣綠淨機的環境科學教育實踐研究計畫
Environmental Science Education Practice Research Project for Green Air Purifiers
配合課程名稱/「環境科學概論」、「材料與生活」(大學部課程)

計畫主持人(Principal Investigator)：呂晃志

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：逢甲大學 通識教育中心

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於2022年9月30日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：中華民國 109 年 9 月 20 日

空氣綠淨機的環境科學教育實踐研究計畫

Environmental Science Education Practice Research Project for Green Air Purifiers

報告內文(Content)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

環境保護及永續發展不僅是世界各國政府公部門的問題，也是私部門的問題，更是社會大眾切身相關的問題。在極端的環境問題背後，如果能有課程可以詳盡介紹環境科學各面向，則可更系統性地了解環境問題。幸運地，本課程《環境科學概論》使用的教科書正是這樣的一本書，內容除了環境相關知識之外，尚包括糧食、農業、能源、氣象、毒物、生態、社會、經濟、政治學等，適合搭配計畫申請人以聯合國的「全球永續發展目標」作為引言的教育模式，而書中各章節都有列出實際案例供課程討論，除了少數全球性案例之外，大部分為近年來臺灣極端氣候所造成的環境破壞、天災人禍之本土案例，不僅可讓讀者了解臺灣本土的環境狀況，亦能從全球的案例中汲取經驗，並進一步思考臺灣的環境議題。

有鑑於面對非理工科系學生，教授關於環境科學課程之困難，先前以批判、討論為主的上課方式，能夠吸引有興趣的學生加入，但無法讓教學成效落實於每一位受教的學生中，因此本計畫將教學重心分配到實作上，透過已高度曝光之空氣汙染議題作為媒介，加上導入創客教室資源，引導優秀學生設計創新性商品，提升所有學生的參與興趣。最後，課程再導回目前多數國家都期望可以同時達到經濟發展和環境保護的目標，最近幾年，國內環境保護工作已有具體績效，然而所有的檢討都顯示了「鋸箭式」或「套裝速食式」的環保策略，忽視了環境管理所強調的「適法、溝通、專業、持續改善」，讓學生們體會到國內環境管理的運作，已經面臨「調整觀念、修正腳步、重新出發」的重要關鍵，惟有社會同時進步，希望才能落實。

因此透過教育展望環境理念的演變，傾向於滿足學生對環境資訊「知的權利」，以「科技導向」為思考的基礎，彙集各類利害相關者參與環境政策的討論，依循自然生態的原則，共同規劃環境資源的維持及公平使用，訂定符合永續原則的環境標準，同時落實實作來釐清並解決問題。此外，須確實地掌握重大環境考量面，配合技術研發和經濟誘因而有效執行既定的環境政策，提升人類社會體系與自然生態系統的相容性，以達成環境永續的目標。

環境科學的發展與應用在國際社會上已經成為顯學，並非理工學生才能涉入，以台灣鄰近的日本為例，近期剛請辭的日本首相安倍晉三，為法律專長的政治家，但支持日本長年投入新能源研究也已經有具體的成果，並公開宣告2020東京奧運的舞台上，以大秀綠色氫能的方式，向世人宣示氫能源與氫經濟的時代已經來臨。這代表環境科學並非理工科系才需要了解的科目，只要是地球公民，就必須了解全球環境，只要是台灣公民，就需要對台灣目前遭受的空污問題進行了解，並提出可行的解決方案，其重要性可以從近期的選舉造勢活動、公投議題了解其推動的必要性。根據近期研究報導，發現燃煤電廠除了直接排放懸浮微粒(PM2.5)外，還會排放硫化物(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、煤煙與粉塵等，造成人體的病變與死亡，因空污造成人類的許多健

康問題愈來愈嚴重。台灣的空污問題主要是來自大量燃煤所帶來的大量懸浮微粒，對人體健康的影響極大。另外，台灣的汽車、摩托車等的排廢污染均未能有效緩解，主要因政府追求「非核家園」而不斷提高燃煤電廠運轉率，政府的能源政策受到質疑。2011年，環保署發佈了「空氣品質標準修正草案」，爾後並陸續增訂PM2.5空氣品質標準，手動監測方式；實施PM2.5指標，提出「清淨空氣行動計畫」以資因應，2016年政黨輪後，再提出《空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法》的修正草案，實施空氣品質AQI指標；舉行「14+N空氣污染防制策略對焦」公聽會，提出空污改善的目標與期程，顯示政府防治空污的決心。而為提升民眾健康保障，環保署通過「空氣污染防制策略」，管制包括電力設施管制、鍋爐管制等14項具體行動措施，同時根據空氣污染防制策略推動成「政策紅綠燈」，以作為檢視政策的執行或仍須再研議的政策情況。

計畫申請人藉由過去執行科普計畫之推廣經驗，認為課程學習過程透過眾人關心的議題導入，將有機會內化出更多容易傳遞之資訊，有助於加速環境科學認知面之成長；且隨著人類環境保護意識的高漲，以及石油資源的供給有侷限性，這種降低懸浮微粒及空物污染因子的空氣偵測與清淨技術，應被視為無價之寶。相信在人類的科學技術不斷研究發展之下，能源轉型及揮別空氣污染的條件和配套必能逐步成熟，或許在不久的將來，我們週遭生活的一切能與目前窘境完全相反。由於解決空污問題是目前顯學，故大量曝光的空污淨化技術，讓人眼花撩亂，更不知道密密麻麻的科技產品，哪一種的CP值最高，遂成為一般人眼中不易了解的抽象科學概念，只能任由廣告及網路開箱文影響判斷，加上目前商品之成本及售價較高，普遍上不會被一般消費者接受；故提升學生認知並設計製作可強化認知的空氣綠淨機實作課程相當重要；計畫申請人依據過去推廣能源科學教育的經驗，找出學生容易接受新概念之媒介，提供學習鷹架的實作教具，以達對此科學領域的學習效果，加上創客資源的引入，更能吸引未來的主人翁產生潛移默化的效果，邁向創新創業發展，並增進整體之學習成效，一舉數得。

本計畫以「環境科學概論」這門商學院課程作為融入空氣淨化主題之實踐教學標的課程，另位也以「材料與生活」這門通識課程的施行進行對照，希望能觀察到非理工背景的學生，也能透過模組化實作教學，讓學生把該學的內容學好，設定原來僅以問題引導教學方式進行的課程，加入可單人操作之空氣偵測與淨化模組作為教具，用來融入實際教學，並讓修課全部學生動手參與，發想個人創意，配合租用創客教室提供動手作資源，觀察這兩門課在操作人次共計170名的規模，能激發出什麼潛能，在此，「環境科學概論」於上學期操作完成，並分析成效，下學期視成果，在「材料與生活」方式，再施行一次，希望兩個非理工科系班級學生所作之成果比較，可作為課程後續改進依據。

2. 文獻探討(Literature Review)

依據目前政策發展而言，台灣的空污問題有愈來愈嚴重的趨勢，根據2015年哈佛大學團隊與綠色和平合作發佈的研究報告-《燃煤之疾》，燃煤發電廠的空氣污染物質排放，當年全臺運轉中的燃煤電廠中，其因大量燃煤所帶來大量的懸浮微粒，每年造成早死案例約有900件，若加上規劃興建中的燃煤電廠，則未來早死案例更將增

加至每年 1,200 件，亦即因大量燃煤造成空污所造成的死亡增加率超過三成，其情形頗為嚴重。以 2019 年為例，台灣空氣污染籠罩，除了來自中國大陸的霧霾之外，還包括來自國內因火力發電燃煤所造成的許多細懸浮微粒(PM2.5)，其對人體健康的影響極大，因此，政府必須做好有效的空污控制。然而在當前的經濟社會中，電力的穩定與充裕為影響一國經濟能否順利成長的重要因素，而在台灣的供電系統中，火力發電的占比大約七成，其中，以燃煤發電更達五成以上，不僅排放大量二氧化碳，更製造出致命的懸浮微粒(PM2.5)。若台灣依目前規劃興建新的燃煤電廠(約 8000MW)，則來自能源產業的空氣污染排放物質將再增加，包含硫化物(SO₂)增加 30%、氮氧化物(NO_x)增加 14%、懸浮微粒(PM2.5)增加 26%、二氧化碳(CO₂)增加 40%，對人民的健康影響甚巨，而這些影響，當局著不會認為是政府製造的問題。事實上，台灣人民除了必須面對愈來愈嚴重的空氣污染問題之外，也以不同的陳抗行為表示對政府防治空污不力的抗議，如 2017 年，台中、高雄等台灣中南部縣市已紛紛要求當地電廠縮減燃煤發電，並呼籲政府不能因為政黨政策而不顧人民生計，亦即為了追求所謂的「非核家園」而持續增加燃煤發電。

我國的能源政策發展正面臨化石燃料資源枯竭和生態環境惡化的雙重壓力，加上核能不易讓普世民眾接受，研究消除空氣污染物質的元件，變得無比的重要，再配合開發無污染、可再生的新能源利用技術，是解決能源危機和環境保護問題的不二法門。因此開設「環境科學概論」的課程顯得極為重要且勢在必行。本課程從聯合國的「全球永續發展目標」引出環境保護議題，上課中導入環境工程與科學所探討之諸多領域、描述其基本概念及各項理論與科技之沿革、發展與應用，其中，將針對空氣清淨機項目讓學生發揮創意，以實作與實踐教學落實追求一個更美好、更永續的環境目標，並將學生帶進创客教室，一同落實創新創業的機會。然而，整體授課不能一味要求學生死記硬背一些枯燥的概念，如何在提高學生聽課興趣的同時，合理地安排實作內容，讓學生深入的了解並掌握空氣污染物分析與淨化方面的知識，是授課老師的工作重點，若能夠用基礎套件讓所有學生發揮創意，啟發進行創意實作，除了有助於教學實踐研究，更能夠透過創意實作方式，激發學生的創意思考。本計畫會於前幾周將多媒體與傳統教學融合，建立情境，再以實作內容導入教學，引導學生自主學習，並強化學生與教師間的雙向溝通，最後透過 CDIO 作為改革性的考核方法，建立多元性評分平台，

傳統教學從教育興起至今已經發展到十分成熟的階段，以書本知識為本位，造成重理論、輕實踐，以教師為本位，表現為以教為中心，先教後學，以教案為本位，形成封閉式的教學。近幾年來，隨著電腦技術的高度普及，多媒體教學在大學課堂教學中得到越來越廣泛的應用，它綜合地運用了聲音、文字、圖像、影片，也較傳統板書式教學有一些獨特優勢，易於創設教學情境，教學引入更加自如，使得抽象的東西更加實體化，激發了學生的學習興趣和想像力，展示背景資料，使重點、難點更突出。但是自身也有一些無法克服的缺點，包括：多媒體像電影般快閃而過，過分的追求快節奏，使得學生有時會跟不上老師的思維，使得學生放棄了自己的思考，不利於學生思維能力的培養。於是計畫申請人在教學實踐研究過程中，將多媒體與實作兩者有利的結合在一起，使其優勢互補，以便獲得最大的教學效果。

本計畫之教學，選擇熱門的空污元件，帶學生至创客教室自己動手去完成，然後

在課堂上把自己所創的產品講出來，然後大家討論發表自己的見解和看法，同時在這個過程中教師給予必要的指導，這樣寓教於實作，可以開闊學生的學習思路，鍛煉了學生的動手能力，營造了開放、靈活、活潑的學習風氣，更利於學生對知識的理解和掌握。同時學生參與工作過程中，可以培養學生敏銳的感受力和洞察力，從而強化學生的各項指標能力，學生透過這一段時間的學習，對整個問題涉及的知識和方法，對自己解決問題的思維過程、運用知識和工具的過程進行必要反思，通過對比自己和老師、同學解決問題的不同點進行反思，學會思考和運用，尊重他人的思維，形成新的認知，從而達到教與學的主要目的。

實踐研究課程的考核方法在某種程度上具有導向作用，採取哪種形式進行課程考核，關係到教學效果的好壞和教學品質的高低，同時也會影響到學生的學習態度、方法、方向等，為了提高學習效果，達到開設這門課程的目的，我們對該課程的考核方法進行了改革嘗試：(a)調整平時成績與期末成績所占的比例，透過加大平時實作成績占總成績的比例，這樣可以激發學生的學習潛能，提高學生的學習興趣。(b)改革考核內容和方式，透過撰寫論文、辯論等方式讓學生可以充分發揮自身的創新意識，對當今能源領域的一些問題提出自己的見解和看法，考試方式由原來的閉卷開始改為開卷考試，學生可以自由查閱資料、文獻等，這樣即達到了考試目的，也鍛煉提高了學生的自學能力。

雖然國內對於空汙防治的推廣不餘遺力，但教材要受到學生歡迎的兩項特性是動畫的使用及學習者有能力與教學材料互動(Betrancourt, 2005)。因此，Rieber(1990)指出，動畫對於引發學生的學習興趣及學習動機有不錯的效果；宋曜廷(2000)也指出動畫教材的加入，可以提升學生的興趣感受，並降低學習的認知負荷；研究者在嚐試運用動畫教材後，發現學習者更專心於學習教材，也更有效率的透過影片、動畫掌握到學習主題的情境脈絡及關鍵概念，於是引起許多研究者想探討多媒體教材對學習成效影響的興趣。傳統的教材是以圖片+文字的方式來呈現，學習者需要在腦海中建構及操作相關的心像(mental image)，但是學習者難以從圖片及文字說明建立起完整的心像，要在腦中操弄心像又更加困難，然而多媒體教材提供了現實的空間及時間裡不易觀察的動態現象的視覺化，可以協助建立心像，若配合互動式的模擬教材，更能協助他們進行心像的操弄並有助於解題。(a)多媒體式實踐研究融入教學引發學習：Mayer 和 Chandler(2001)提到當學習者可以對動畫進行控制或互動時，學習者將表現的更好，即使只是最小的控制，這讓學習者有時間處理感官及概念上的資訊，而避免了資訊的過度負荷，又因互動模擬教學同時涵蓋了動畫及互動行為，可讓學習者決定動畫每個步驟開始的時間點，因此研究者可探究互動行為是否能提升學習成效。而數位多媒體教育產品的種類繁多，包括電子書籍、電子雜誌、多媒體導覽系統、多媒體資料庫、互動式電腦輔助教材、互編輯及製作多媒體的工具。(b)實作式實踐研究融入教學提高學習成效：為因應工業化成長與現代社會的需要，目前推動的 STEM 教育(科學/ Science, 科技/Technology, 工程/ Engineering 及數學/Mathematics)在 21 世紀的教學中越來越重要，而且透過 STEM 的學習成就也直接影響學生日後選讀 STEM 科系的意願 (Wang, 2013)。從教學現場來看，實際體驗的動手實作整合式 STEM 教育可以提供各級學生更有意義化的學習，且可以提起學生的學習動機。而學習動機又是一切學習的基礎，不僅是激發主動學習的要件，更是科學數學等學科學習效果的基礎 (León,

Núñez, & Liew, 2015)，若要使學生進行有意義的學習，動機的引起將是首要的條件。藉著 ARCS 動機理論的應用，透過注意、相關、信心及滿足的要素引起學生的學習意願，相信將能更大的提升學習效果。

Keller(1983)發展的 ARCS 教學模式，定義出四個提昇學習動機的四個要素：注意 (attention)、相關 (relevance)、信心 (confidence)、滿足 (satisfaction)。所謂的 ARCS 模式，其過程是先引起學生對所學習東西的注意與興趣，再讓學習者發現所學的東西與自身生活相關，然後讓學生有信心去學習，最後當學習者完成後會獲得滿意及成就感。也可以說，藉著一連串的策略，強化學習者興趣，以達到促進學習效果的目的。實踐教學研究的介入，根據 ARCS 動機設計模型的流程，讓實施和測試嵌入式單一案例研究的慣例，也提供了紮實的基本功，且積極影響學生的學習動機。具發想性的起始內容將是一個很好的策略方法，可引起注意與興趣、注意切身相關的能源問題、有信心去學習及獲得滿足與成就感。

論及實作教學的應用研究，國內外的研究或實際教學上，早已大量地運用，而且發現有助於提升參與者的學習。然而，教學實作的設計原則應包括：(a)實作必須有助於教學目標的達成，(b)應讓每個學生都有親身參與實作的機會，(c)應讓學生參與教學實作的設計，以及(d)影響實作輸贏的關鍵因素應包括「努力」與「運氣」，且「努力」宜大於「運氣」。實作型態教學方式並非只是單純的玩遊戲，其主要目標是在將實作與教育配合，教師可進行教學觀摩活動宣導、成立小組共同研究發展或是舉辦演講以深究理論，共同擴展實作與教育結合的理念。實作策略能夠將教學活動轉變成遊戲活動的方式，增加教學的趣味性、挑戰性、合作性、競賽性又兼具教育性，讓學生學習的過程可以充滿愉悅、互動、具探索性質。教育實作可激勵學習者在充滿著娛樂性下，練習及挑戰自我在一個互動形式的遊戲裡。學生參加了活動，增強了感性和演繹推理能力，同時也被教導了不同的解決問題之技巧。從過去的研究顯示，透過積極轉移的方式，可以從指示戰略到解決問題，學生態度的改善，從被動學習到自我解決問題的技巧和知識的提升，對於非理工科系學生踏入環境科學，會有極大的幫助。



圖 1、本計畫使用之空污主題動畫。

而本計畫希望透過現成的空污多媒體教材引入，讓學生有動機去完成模組實作，透過自我蒐集素材能力的培養，製作出更具創意性的空氣淨化產品，憑藉多媒體影片的影響力，加上進行創意性空氣淨化項目的實作，希望能順利推動學生更進一步了解這項重大的環境因子，並導入後續之創新創業，讓商學院、通識課程學生了解自己也能進行產品之創意開發工作，增進未來對創新創業的信心。為了導引實作，計畫亦整理出許多可代表空氣淨化原理的過濾機制，目的是將學生引入創客教室，就是希望能夠讓學生挑選自己想要附加的功能，並在教室中實際落實組裝，並由空氣品質監測工具，及時得到最佳化結果。



圖 2、市售空氣淨化機之工作原理。

3. 研究方法(Research Methodology)

本計畫的研究主題在於實踐研究，整體課程的研究設計分為「多媒體輔助問題引導教學」及「模組創意實作」兩部分，在「環境科學概論」課程中，選定利用期中考後五週的時間，進行實作模組的實踐研究教學導入，而這門課程以「空氣品質偵測與淨化機」的主題進行導入，在創客教室中，首先針對空氣污染主題進行多媒體輔助問題引導教育，利用多媒體動畫帶入課程主體，讓學生由基礎知識進行認知，啟發出先期基本知識，接著再以空氣品質偵測與空氣淨化元件組立為實作標的，讓學生由現今市售空清淨機作為參考依據，盡情發揮創意思考，找出能夠將兩功能完美融合的商品化設計，最後再藉由創客教室工具機的學習，獨立將構思轉化為實際成果展現，融入個人化產品特色中；另在「材料與生活」課程中，選定此主題為期中考項目，先前已將相關背景建構，直接由學生自由選擇參與實作性質的期中測驗(不參加的學生則為傳統筆試，視為對照組)，比較其中差異，因為第二學期操作本課程，對創客教室之器械更能夠掌握，完成本計畫之實作達成率會更高。

在單元教學目標方面，欲讓學生將空氣污染、空氣偵測、空氣淨化之整合性概念，

結合生活現象融入教學的概念之中，運用啟發式的教學方法將是不可或缺的模式之一。因此教學上先將課本中描述的空氣污染現象以隨手可得的網路資料製作成教學教材，配合空氣偵測元件，是讓學生親身體驗及引發學習動機最重要的途徑，也由於空氣淨化元件所需材料容易取得，也容易製備，故以產品組立及商業化為目標進行教學，也由於空污本身屬於環境科學的顯學，亦在生活材料中能輕易取得，欲將其應用於實踐教學時，更能分辨學員對教材選擇所產生的結果變化。

本人多年來推動實作教學，針對自組式的空氣偵測與淨化元件，有許多的材料包可以提供支援，在空氣品質偵測上，坊間已有許多教學實作元件，如空氣盒子套組、Webduino 空氣品質偵測套組，以及 Arduino 套組，都可以成功建置，本計畫將會挑選 Webduino 套組來執行，兼具雲端功能，且國內已有許多成功案例。另外在空氣淨化元件上，就需要創客教室的資源與支援，因材料容易取得、裝置容易製作、攜帶、操作簡便、且兼具環保概念，並且此實驗裝置兼具偵測與淨化雙功能，將成為教師教學的一大利器，又因其生動有趣而容易引起學生學習的共鳴，可進一步提升學生學習的動機，也是目前比較能吸引學生注意的方式。

在教學方法上，利用逢甲大學目前主推之 CDIO 教學模式，引入成果導向教育 (Outcome-Based Education, OBE)，以學生學習成效為主體，成果導向教育認為，重要的不是學生修了什麼課，而是當學生離開學校後，具備什麼樣的能力才是最重要的；並針對社會需求及產業趨勢，將溝通、團隊合作、問題解決、創新等軟能力元素，納入學生核心能力指標，訂定學生的核心能力，據以進行課程規劃，由授課教師進行教學活動，作業設計透過實作形式，搭配以 Rubrics 工具的評量策略，達成相關之成績考核與教學品保檢核

本教學實踐研究計畫的架構在於對「空氣偵測與淨化元件」主題進行實踐研究，實施的課程為申請人授課中的「環境科學概論」、「材料與生活」，而此項科目將選定五週進入創客教室進行實踐研究教學導入，透過 CDIO 的連貫式成果導向教育模式，從教師教學開始，導入多媒體影片教學及模組實作教學，讓學生融入以 Conceive (構思)、Design (設計)、Implement (實施)、Operate (操作) 的創新教育歷程，最後才透過 rubrics 評分量表，進行自我檢視，在自訂的 12 項標準架構下，完成目標達成狀況評估。上述計畫整體研究架構，簡單表示如下。

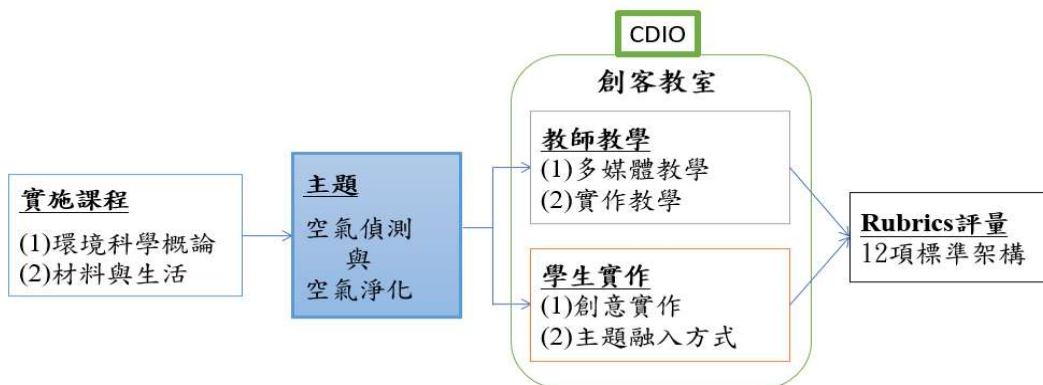
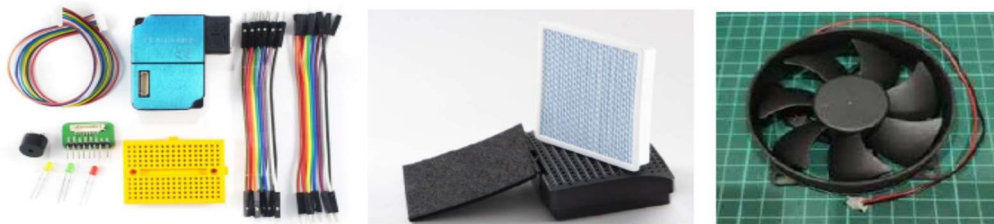


圖 3、計畫進行流程。

根據本人從近年教學現場的體驗，假設學生無學習興趣是因為無法轉化所學來實際應用，也發現達半數學生在課堂上的學習效果極差；本研究主要在探討模組實作教學對學生學習成效的改善程度，希望結合多媒體教材與模組實作教學的新穎方式，對於具未來商業價值的「空氣偵測與淨化元件」，發展出能落實於每個學生能實際操作完成的教材項目，希望在落實環境科學主題實作下，於創客教室自取工具實作，讓學生主動發揮創意，配合真實操作，再透過 Rubrics 評量來觀察此研究之成果。

本計畫之研究範圍主要針對單一主題「空氣偵測與淨化元件」，設計對應性多媒體影片及模組化實作教材，主要在五周的課程時間帶入創教室操作，每周課程兩小時，細部課程規劃如下：

	課程內容	備註
第一周	空氣污染與偵測	多媒體教學影片撥放，偵測元件發放
第二周	空氣污染與淨化	多媒體教學影片撥放，淨化元件發放
第三周	(1)元件運作原理與應用 (2)創客教室資源介紹	元件運作介紹，創客教室工具機介紹
第四周	教材實作	
第五周	報告與評量	學生實作成果操作展示



4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

多媒體導入：空污危害之影響





1. 拯救空氣精靈大作戰 (片長3分20秒)
(<https://reurl.cc/qD81vq>)



2. 認識空污及自我防護 (片長3分21秒)
(<https://reurl.cc/72o3KD>)



3. 環保局一日稽查員 智慧監測篇
(片長1分37秒)
(<https://reurl.cc/OBqkYy>)



4. 環保局一日稽查員 交通減碳篇
(片長1分10秒)
(<https://reurl.cc/Rd1b2r>)



5. 環保局一日稽查員 河川掃塵防刮篇
(片長1分10秒)
(<https://reurl.cc/alvNXD>)

課程前測與其統計分析結果



參與教學實踐研究同意書

感謝您參與本研究，此項計畫主要是探討您對環境教育課程之反應與意見，以提供未來參事與本研究、計畫主持人及研究人員之參考。您同意參與本研究內容並同意您的姓名、身份、意見等資料將作為本研究之資料。您的姓名將與本研究之資料分開處理，您的姓名將不會出現在任何報告、論文、期刊、研討會等資料中。此外，本研究之所有資料，均將予以保密，您可隨時向本研究主持人查詢。

研究計畫名稱：參與式空氣淨化課程之教學實踐研究
計畫：Environmental Science Teaching Practice Research of Green Air Cleaner

研究機構名稱：逢甲大學 聯繫人：謝教授
計畫主持人：呂亮志 聯絡：謝教授
參與研究負責人：呂亮志 電話：0937461803

研究計畫簡介

- 研究目的：藉由參與式教學實踐研究探討參與式教學對環境教育課程之影響。
- 研究計畫內容：本研究旨在探討環境教育課程中空氣淨化技術之推廣與應用，透過參與式教學，讓學生了解空氣淨化技術之原理與應用，並透過實際操作，提高學生對空氣淨化技術之興趣與參與度。此外，本研究亦將探討參與式教學對學生學習成效之影響。
- 研究計畫時間：執行時間為 2024 年 8 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日止。
- 研究計畫之經費來源：由逢甲大學環境教育研究中心提供經費支持。
- 隱私權聲明：本研究計畫之所有資料，均將予以保密，您的姓名將不會出現在任何報告、論文、期刊、研討會等資料中。
- 研究計畫之參與人數：200 人。
- 研究計畫之執行時間：2024 年 8 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日止。
- 研究計畫之研究人員：由逢甲大學環境教育研究中心提供經費支持。
- 研究計畫之研究人員：由逢甲大學環境教育研究中心提供經費支持。

空氣淨化課程 前測

一、基本資料

姓名：_____ 班級：_____ 學號：_____

性別：_____ 出生年份：_____

二、測驗題目

- 過去是否曾經學習過空氣淨化相關課程，為期多久？
- 舉出目前商業化的空氣淨化技術。
- 指出造成空氣污染的主要因子。
- 列出家中使用的空氣淨化機品牌。
- 目前空氣淨化技術如何與工作或生活結合？
- 何謂智慧型空氣淨化機？

三、寫出本學期學習空氣淨化課程的期待。

環境科學概論 (2學分)

年級	男	女
大一	2	1
大二	10	8
大三	16	15
大四	13	12
大五	1	0
大六以上	0	0

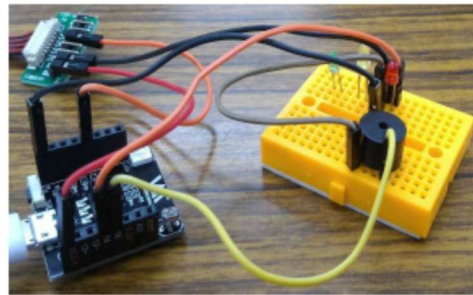
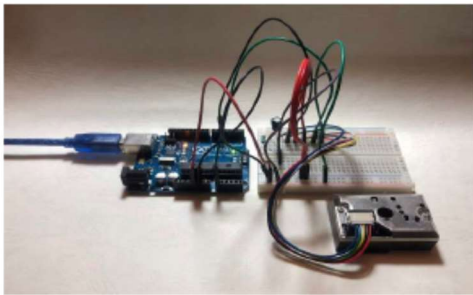
78名學生

材料與生活 (2學分)

年級	男	女
大一	4	3
大二	13	12
大三	15	16
大四	10	12
大五	1	3
大六以上	1	0

92名學生

學生參與歷程(自主學習+創客實作=功能產品)



後測評量與成果發表

空氣淨化機課程 後測

一、基本資料
姓名：_____ 班級：_____ 學號：_____
性別：_____ 出生年：_____

二、測驗題目

1. 本學期投入空氣淨化機課程的時間(含實作)多久?

2. 舉出目前商業化的空氣淨化技術。

3. 描述造成空氣污染的主要因子。

4. 列出已知市面販售的空氣淨化機品牌。

5. 目前空氣淨化技術如何與工作或生活結合?

6. 何謂智慧型空氣淨化機?

三、寫出本學期修習空氣淨化機課程的心得。

【課程問卷回饋表】

一、課程實施狀況(請老師及課程助教協助填寫)

課程名稱	空氣淨化機	授課教師	進平大學/南苑碩士學程 孫亮志
------	-------	------	-----------------

課程實施情形(可複選)

教師部分

上課教師 學校授課 教師授課 助教授課 助教授課 其他

實作教師 學校授課 教師授課 助教授課 助教授課 其他

上課教材使用 印發給學生 學生上網下載 學生自行購買 其他

實作教材使用 印發給學生 學生上網下載 學生自行購買 其他

教學媒材 (可複選)

教室空間 普通教學實驗室 通風教學實驗室 研究室

教室設備 每週定時開放實驗室 不常開放實驗室 其他

教室容量 全額同時使用實驗室 輪流排班使用實驗室 其他

實作器材 全部提供 教師提供 其他

共同設備部分

儀器設備 無人儀器管理 助教儀器管理 其他

安全管理 既有專責教員 既有研究實驗室 其他

使用情形 適度使用 其他

實作形式

實作形式 教師引導學生進行 由學生自行設計 其他

實作指導 教師親自指導 助教指導 其他

實作時間 有預留 無預留 其他

實作地點 教師提供實作地點 助教提供實作地點 其他

教學成效評定

成效評定 每季評定 每學期評定 其他

實作成果 有成果評定 不常有成果 其他

教學理念 較或名稱教學評定 評定專屬評定 其他

二、課程問卷回饋實施情形及回饋意見

教學實踐研究 意見建議表 課程學生意見調查問卷

課程名稱：_____ 課程名稱：_____

課程實施情形(可複選)

課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間	課程地點
1.1	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.2	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.3	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.4	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.5	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.6	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.7	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.8	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.9	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間
1.10	課程名稱	課程內容	課程時間	課程地點	課程時間



(2) 教師教學反思

透過評量結果及問卷回饋結果分析學生學習

環境科學概論

(男 + 女)

(男)

(女)

	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
前測(C)	69	11	63	12	73	8
D	-		-		-	
I	-		-		-	
後測(O)	94	8	90	11	97	7

(58人)

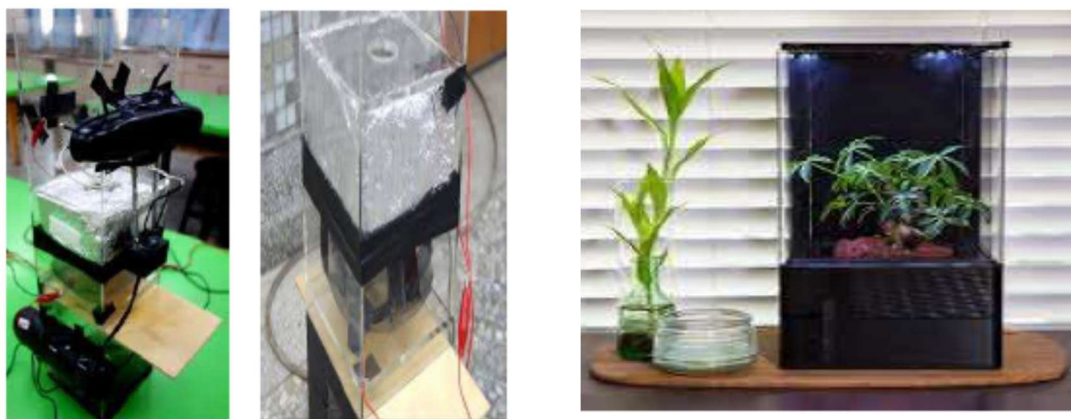
材料與生活

	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
前測(C)	71	12	68	16	74	8
D	-		-		-	
I	-		-		-	
後測(O)	91	10	88	11	94	7

(65人)

(3) 學生學習回饋

多數學生皆回饋自行實作有趣，但離商業化仍有一段差距，並自行找到許多商業化產品與自己開發的產品進行比對，也就差異性對創客教室提出建議，希望創客教室能添購一些提升產品質感的強大工具，此部分會再跟學校建議，讓學生實作更接近商品。以下將學生作品與類似商品整理後比較如下：



左圖是學生作品，右圖是近似商品，兩者的差距在精緻度上，但能操作的功能性一樣，已值得嘉獎。

另外從學習完成度及成效分析，環境科學概論學生完成後測比率為 $58/78=0.744$ ，材料與生活學生完成後測比率為 $65/92=0.707$ ，都能達到七成的完成學習率，相較過去約五成的課程學習完成率，已有實質的進步；另外，根據統計成果，以 CDIO 模式教學，並進行評量，在學習成效部分，不分男女，都有顯著成長，男生成長幅度大，但女生得分普遍較高，可見以 CDIO 之工程教育模式，配合實作，可以逐步有效的提升學習成效，可以鼓勵女生投入工程領域，也鼓勵男生大幅精進。

結論

本計畫針對兩門課施行，由原來僅以講授方式進行，加入本計畫開發實作課程，可實際操作之空污偵測與淨化教具，用來融入教學，並讓兩門課程全部可以由學生動手參與，發想個人創意，上學期操作商學院大學部的「環境科學概論」，下學期操作大學部通識課程「材料與生活」，而這兩班課程在本學年的操作人次共約 170 人，完成前後測評量達 120 人。本計畫以申請人在環境教育的經驗，將「空污偵測器」+「空氣淨化器」的學術成果轉化為完整實作課程，提供各系所修課學生能先對永續環境、空氣汙染進行學習與認識，也提供更多元、更具吸引力的多媒體教學工具；接著將偵測器及淨化器加以數位微型化，並融入智慧製造概念，並於應用課程中倡導廢棄物再利用，設計一套具有高操作性和環境友善的裝置，此外，本計畫實驗教具所需之藥品很少，且元件皆可回收重複使用，更能讓學生實際體驗創客教室之實際應用。希望未來能朝微型裝置發展，發展體積小攜帶方便元件，操作容易又安全，符合環境友善的綠色實驗，極適合於環境科學教學演示及學生實作實驗，其中，「空污課程」未來還可訓練學生就實作教具進行校外場域推廣教學，配合更為生動有趣的課程安排，可推廣至國小、國中、高中學生，經實際操作，可有效提高各級學生學習之興趣及教學成效。

一. 參考文獻(References)

- Bagdonis, A. S. & Sailisbury, D. F. (1994), Development and validation of models in instructional design. *Education Technology*, 34(4), 26-32.
- Bartel, C. R. (1976), *Instructional analysis and materials development*, Chicago: American Technical Society.
- Chin-Wen Liao, Shih, Mei-Mei Mary (2005), Application of Teaching Portfolio System to Enhance Teacher Professional Development, 2nd North-East Asia International Conference on Engineering & Technology Education, Changhua, Taiwan, 12-15 Dec. 2005.
- Dick, W. & Carey, L. (1985), *The systematic design of instruction* (2nd ed.), Glenview, IL: Scott, Foreman.
- Heinich, R. (1989), *Instructional media and the new technologies of instruction* 3rd ed. New York.:Macmillan.
- Kemp, J. E. (1985), *The instructional design process*. New York : Harper & Row.
- Kibler, R. J. (1978). *Objectives for instruction and evaluation* (2nd ed.).Boston : Allyn and Bacon.
- Betrancourt, M.(2005). The Animation and Interactivity Principles in Multimedia learning.In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning*(pp.287-296). New York: Cambridge University Press.
- Rieber, L. P.(2005).Multimedia learning in Games,Simulations,and Microworlds.In Mayer, R. E.,*Cambridge handbook of multimedia learning*(pp.549-568). New York:Cambridge University Press.
- 宋曜廷(2000)。先前知識文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文，未出版，臺北。
- Mayer, R. E., & Chandler, P.(2001). When learning is just a click away: Does Simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 390 - 397.
- 吳偉全 (2016)。創客教育於國小校園推動與實踐。新北教育季刊，18，49。
- 張玉山 (2016)。從創客教育培養創造力、實踐力、以及承受力。新北教育季刊，18，14- 15。
- 教育部(2003)。創造力教育白皮書。2017年5月3日，取自 <http://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/RelFile/6315/6934/92.03%E5%89%B5%E9%80%A0%E5%8A%9B%E6%95%99%E8%82%B2%E7%99%BD%E7%9A%AE%E6%9B%B8.pdf>
- 莊明達 (2016)。看到教育改變的力量~感動力領導。教師天地，vol 1 (1)。
- 蔡進雄、林信志 (2014)。從翻轉學習看人才培育的新契機。教育人力與專業發展，31 (4)，1-4。
- 鄭崇趁(2006)。學校創新經營的積極策略。教育研究月刊，145，50-58。
- 鄭崇趁(2016)。教育經營學個論-創新、創客、創意。心理：台北市。
- 親子天下(2015)。翻轉教育2.0：串連改變的力量。2017年5月3日，取自 <https://flipedu.parenting.com.tw/article/153>
- 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。
- 王蘊潔譯 (2003)：66 個挑戰創意的科學實驗 (瀧川洋二、山村紳一郎 原著) (156-159) 台北：世茂出版社。
- Panisoara, G., Duta, N., Panisoara, I. O. (2015). The Influence of Reasons Approving on Student Motivation for Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1215-1222.
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary

context of support. American Educational Research Journal, 50(5), 1081 - 1121.

- 袁中新(2013)，細懸浮微粒 (PM2.5) 之生成及危害，國立中山大學環境工程研究所。
- 蔡鴻德、楊鐸行、黃星富(2017)，空氣污染防治新作為，國土與公共治理季刊 第五卷(3)，P108~113。
- 蔡鴻德(2017)，臺灣空氣品質現況與防制策略，行政院環境保護署