

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

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：PSK1090461

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：2020-08-01-2021-07-31

密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析

The Effect and Analysis of the Escaping Game Introducing Clean Energy Creative Practice
Teaching Mode on Students' Learning Effectiveness

(太陽能電池創意實作/Creative implementation of solar cell)

(綠能科技導論/Green Energy Technology)

計畫主持人(Principal Investigator)：白益豪(Pai, Yi-Hao)

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立東華大學
(National Dong Hwa University)

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021-08-30

密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析/ The Effect and Analysis of the Escaping Game Introducing Clean Energy Creative Practice Teaching Mode on Students' Learning Effectiveness

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

在東華大學光電工程學系開設有太陽光電學程，除了教育學生具有基本的太陽光電知識(光電科技概論、半導體元件物理、電磁學、光電子學等)外，對於學生的技術實作規劃亦開設[太陽能電池創意實作]與[太陽光電設置]，藉此培養學生具潔淨能源系統整合之邏輯思路與技能檢定之實務操作經驗。基於上述之課程基礎，本年度的計畫中將透過密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式的開發設計，以合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行，恢復同學獨立思考團隊合作、激發創意與學習反饋能力，並透過競賽、學習問卷、作品展演、市場考驗等方式進行研究與成效評估，幫助學生建構自主學習能力，認同多元評量與價值。

有鑑於 103-107 學年度所開設的太陽能電池創意實作課程及綠能科技導論課程，學生所製作的成果或作品，雖能於全國性的競賽中榮獲殊榮(微電影或實體作品)，並凸顯出跨域整合成效，然而同學們的獨立思考能力與團隊合作習慣隨著資訊網路的發達已逐漸淡化，這歸因於過度仰賴網路立即獲得的資訊，經常性缺課也就成為慣性。在這同時同學彼此間的互助互學互勵，也伴隨冷淡，同儕間的知識交流與收穫差距也更加顯著。根據文獻現階段的教學樣態中，又以遊戲本位導入教學為近年來的重要思考方向，特別在遊戲本位導入教學的領域中，尚未有學者或專家針對潔淨能源與遊戲整合對於目前能源教育落實與普及進行探討。

本計畫擬提案之課程有太陽能電池創意實作課程及綠能科技導論共計兩門分別於 109 學年度第一學期與第二學期進行，我們將於 109 學年度第一學期嘗試以**密室逃脫遊戲**導入綠色能源知識的創意教學模式進行**互動式密室逃脫桌遊**的開發設計。特別是為了達到獨特性，同學們會盡可能的改變**互動式密室逃脫桌遊**的設計邏輯，提升自我的獨立思考能力，我們將整合對應的綠能元件並透過 MicroPython 來進行 IoT 的程式編撰，藉此達到理論知識與實務整合的目的。在計畫的第二個階段(109 年度的第二學期)，我們試圖將此產品導入**綠能科技導論課程**，並藉由該修課的同學進行**互動式密室逃脫桌遊**體驗與觀摩，有鑑於參與者經由小組中與他人的交流、討論、互動，發揮集體智慧精神解答出關卡謎題，這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論、運用課程所學知識相符，且體驗過程中具有時間時效性可以泯除學生過於依賴網路通訊的問題，其中所體現的教學應用至少有，知識與遊戲解謎、同儕教學、合作學習等。此外，我們亦將同學的體驗意見進行統計與反饋，達到教學永續經營的目的。

2. 文獻探討(Literature Review)

本研究旨在建立「密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式」，從遊戲的設計與開發到遊戲導入市場與反饋來增進學生的科學學習成效。首先探討自變項「密室逃脫遊戲」的本質與理論，再分別探討「密室逃脫遊戲」和潔淨科學學習與能源科學教學之關係；接著，探討密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式分別對於四個依變項「密室逃脫遊戲導入能源知識學習動機」、「潔淨密室逃脫遊戲推理能力」、「潔淨密室逃脫遊戲設計概念」、「學習成就」的影響；第三部分則綜合上述之文獻探討結果，彙整研究設計、研究工具、資料收集與資料分析的基礎。

根據 Rossman 與 Schlatter [1] 的文獻指出休閒被認為是最廣泛涵蓋的框架，而遊憩、遊戲、運動和競賽則被視為特定休閒的形式。休閒領域將遊戲用 PLAY 的辭態表示，而 GAME 則表示競賽或比賽，如圖 1(左) 所示。Bammel 等人的資料表明了「遊戲理論」的演進起初是從「以動機為本」的生物學理論，再演進為「以活動為本」的環境理論，乃至於當代採取「以發展為本」的認知理論，而未來「遊戲理論」的發展上，則是漸漸趨向注重個人差異與知覺控制。

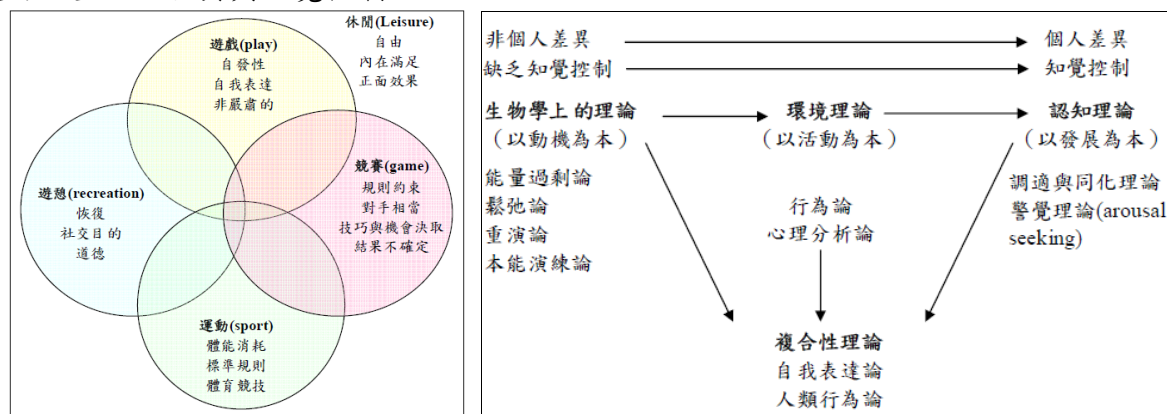


圖 1(左)休閒領域之核心概念間的關係圖[1];(右) 遊戲理論的演進[2]

吳幸玲[3] 於專書譯文指出，遊戲(play) 和競賽 (game)最大的差別即在於是否有規則，而根據本研究之目的，「科學遊戲」是為培養學生對科學概念的理解、科學推理能力與科學學習動機，藉此提高科學學習成就，並不著重在競賽所需高度技巧的技能與策略運用的訓練。Csikszentmihalyi [4]主張表明了學生的學習興趣與好奇心是主要潛在的創造力來源，因被鼓勵問新問題與探索解答促使學生創造力的誘發，而課程與教學方法將刺激與維持學生的興趣。楊訪屏[5]研究主張，科學遊戲可定義為：「以科學原理為核心，透過生活素材來動手做科學玩具，再結合競賽方式進行一系列的科學活動」。因此，以密室逃脫遊戲之動手做並配合之時間性挑戰的方式來進行學習能源科技，將會有效的激發學生的實作能力、穩定性、耐心與抗壓性，亦可於實境解謎過程中後放鬆心情盡興地探索相關的學理現象，養成團隊合作與勝不驕敗不餒，挫折中學經驗的正向精神與態度。因此，本研究採用製作密室逃脫科學遊戲與實境闖關解謎方式來進行教學。

在密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式方面，洪振方與謝甫宜[6]撰述科學學習成效理論模式的驗證與分析，探討以科學學習動機、科學推理能力、科學概念學習與科學學習成效作為理論模式的潛在變項，研究發現科學學習動機對於學生的科學推理能力、科學概念學習與科學學習成就皆有顯著的直接效果。此外，兩位作者的研究主張也指出科學遊戲除了能培養學生的科學學習動機，合適的科學遊戲為本之課程設計也能促進學生科學概念理解與科學學習成就的進步。密室逃脫融入教學應用是讓學生進入遊戲模式與有限空間當中，尋找線索及利用該環境內現有的物品或工具，完成指定任務或逃離密室。在密室逃脫實境解謎的遊戲過程中，參與學生需充分溝通交流訊息，發揮團隊合作的精神，在有限的時間內完成任務、解答謎團。在受限的時間內，解答眾多謎團，玩家無法單憑一人之力，除了需要多人的團隊合作外，亦需運用小組成員的不同特質，在遊戲過程中透過敏銳觀察力、細心度、不同領域的知識推理分析，各發揮所長合作解題，最終解開謎團[7]。此外，張玉連等人於 2015[8]年針對[誘發式翻轉教育成效分析-以水資源及防災教育遊戲學習為例]的學習成效問卷結果顯示，該解謎系統不受性別與年齡影響接受度高，解謎遊戲顯著提升學習意願，認同攻防遊戲有助於應變策略能力提升，增加主動性。國內許多以科學遊戲教學活動影響科學學習成效之實徵研究，大多持有正面與肯定的看法與主張[9, 10]。上述研究皆指出，實驗組以科學遊戲活動的教學處理下，在「科學學習動機」、「科學推理能力」或「科學過程技能」、「科學概念的獲得」、「科學

學習成就」等科學學習成效上，大多顯著優於一般傳統的講述式教學的控制組學生。Ramani 與 Siegler 於 2008 年[11]主張，必須讓學生願意投入在有趣的學習情境中，方能促進其學科的持續且穩定的進步。

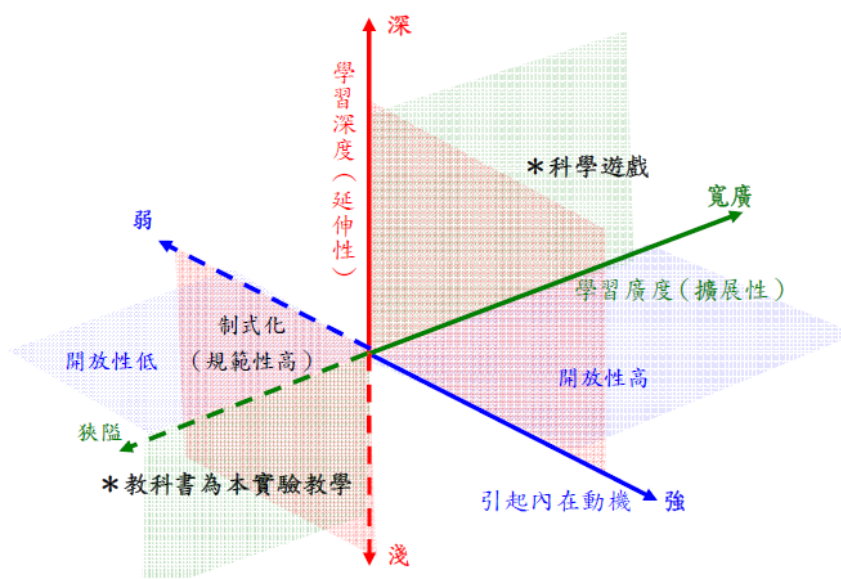


圖 2 科學遊戲與傳統科學實驗室教學的差異性[12]

李一民等人[13]於近期也探討密室逃脫遊戲學習融入高職餐飲科餐旅概論課程之研究，並彙整出四大結果，包含密室逃脫遊戲可以提升學生對於課程的好奇心、密室逃脫遊戲可以使學生更積極投入的課程中、密室逃脫遊戲會使學生對這門課程更有信心、透過密室逃脫遊戲，學生能從課程中的反饋得到滿足。遊戲式教學因採用與提供較生活化的材料，而具有較高度的延伸性和擴展性，可讓學生以較開放的態度操弄設計實驗與進行科學學習的遊戲，比制式化的傳統科學實驗室教學可達成的學習成效來得深遠許多。根據上述文獻探討得知，融入能源教育之解謎遊戲之異於傳統科學實驗室中科學教學，可從圖 2 中的三個向度：內在動機、學習深度和學習廣度而獲得理解。

整體而言，密室逃脫遊戲夯的原因，主要是利用浸潤式理論的特點，Ghani 與 Deshpande[14]曾提出兩個浸潤式的主要特徵，一個是在活動過程中精神集中的完全度；另一個則是從活動中經歷此過程所帶來的效果，換句話說會讓參與者比較注重過程而非結果。因此，將密室逃脫遊戲融入教學，除了可以透過其具有的挑戰性激起學習者求勝的慾望，更有動力的達成目標，也可以讓學習者浸潤在學習的過程當中。

3. 研究問題(Research Question)

本計畫藉由密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式為主軸，以合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行，提升同學獨立思考團隊合作、激發創意與學習反饋能力，並透過學習成效調查進行研究與評估，幫助學生建構自主學習能力，認同多元評量與價值，也藉此跳脫傳統的能源知識學習方法，加速落實潔淨能源教育的學理知識，讓台灣在能源自主與技術往前跨躍。

研究問題內容涵蓋能源科技論文考察、邏輯思考訓練與議題提問、業師引進與模組化學習、小組討論與創意實作、區域特色產業參訪、生活反思與社會實踐等項目。於計畫所提案之研究課程有太陽能電池創意實作課程及綠能科技導論共計兩門分別於 109 學年度第一學期與第二學期進行。

我們將於 109 學年度第一學期嘗試以密室逃脫遊戲導入綠色能源知識的創意教學模式進行互動式密室逃脫桌遊的開發設計。特別是為了達到獨特性，同學們會盡可能的改變

互動式密室逃脫桌遊的設計邏輯，提升自我的獨立思考能力，我們將整合對應的綠能元件並透過 MicroPython 來進行 IoT 的程式編撰，藉此達到理論知識與實務整合的目的。

在計畫的第二個階段(109 年度的第二學期)，我們試圖將此產品導入綠能科技導論課程，並藉由該修課的同學進行互動式密室逃脫桌遊體驗與觀摩，有鑑於參與者經由小組中與他人的交流、討論、互動，發揮集體智慧精神解答出關卡謎題，這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論、運用課程所學知識相符，且體驗過程中具有時間時效性可以泯除學生過於依賴網路通訊的問題，其中所體現的教學應用至少有，知識與遊戲解謎、同儕教學、合作學習等。此外，我們亦將同學的體驗意見進行統計與反饋，達到教學永續經營的目的，相關的課程設計流程圖如下圖 3 所示。



圖 3 課程設計流程圖

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

A. 研究架構

- 本計畫架構藉由密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式為主軸，採用合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行。
- 內容涵蓋能源科技論文考察、邏輯思考訓練與議題提問、業師引進與模組化學習、小組討論與創意實作、區域特色產業參訪、生活反思與社會實踐等項目。
- 於計畫擬提案之研究課程有太陽能電池創意實作課程及綠能科技導論共計兩門分別於 109 學年度第一學期與第二學期進行。
 - 我們將於 109 學年度第一學期嘗試以密室逃脫遊戲導入綠色能源知識的創意教學模式進行互動式密室逃脫桌遊的開發設計。
 - 計畫的第二個階段(109 年度的第二學期)，我們試圖將此產品導入綠能科技導論課程，並藉由該修課的同學進行互動式密室逃脫桌遊體驗與觀摩。

B. 研究問題/意識

主要研究問題為「密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響」，特別是發展實作課程與掌握企業實習，可以減少城鄉之差異，培養學生學習動機，讓所學學以致用，發會所長，同時也降低教師教學之負擔，跳脫並傳統的教學模式，本計畫藉由密室逃脫遊戲導入能源知識的教學模式為主軸，以合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行，提升同學獨立思考團隊合作、激發創意與學習反饋能力，並透過學習成效調查進行研究與評估，幫助學生建構自主學習能力，認同多元評量與價值。

C.研究範圍

計畫擬投入的課程包含太陽能電池創意實作與綠能科技導論兩門課程，預估的選課人數共約為 70 人。



圖 4 由左到右分別為大專院校潔能教育發展社群、潔能技訓發展社群、東台灣中小學潔能種籽教師社群、偏鄉暨原鄉再生能源設置與公民電廠推動社群

此外，本計畫將結合東台灣的教師社群來協助計畫實踐(圖 4)，現階段區域社群主要區分為 1.大專院校潔能教育發展社群(中心學校與夥伴學校教師群)、2.潔能技訓發展社群(含職訓局與光電產業界社群)、3.東台灣中小學潔能種籽教師社群(花崗國中、三星國中、慈濟中學、慈濟小學、東華大學附設實驗小學、大王國小、三民國小)、4.偏鄉暨原鄉再生能源設置與公民電廠推動社群。透過每學期舉辦增能學習工作坊及研討會相關活動，建立能源科技教育社群網絡(包括師資及教學資源)，透過「專業領導」、「增能學習」與「經驗傳播」等三大工作群組，健全區域內之能源科技教育運作體系，以期達到提昇在地能源科技教育機構、能源科技教育設施及場所與能源科技教育人員推動能源科技教育的行動力。

D.研究對象與場域

截至目前本單位已建立「太陽光電特色實驗室」，主要包含了「太陽電池特性測試實驗室」、「太陽能電池模組耐候實驗室」、「聚光型太陽能電池模組實驗室」，並具備一般的太陽能電池特性測試，以及多颱風地震地區的的太陽能電池戶外耐候測試系統等，此外尚有氫能實驗室、有機光電實驗室、光電學實驗、奈米光學實驗室等實驗室資源，可充分支援本計畫各項活動需求。其餘的實作場域請參閱第 11 頁到第 13 頁列表，研究場域除了在課程教室外，亦包含電腦教室。

E.研究方法與工具

研究方法如下，在太陽能電池創意實作與綠能科技導論課程，部分單元(大氣、環境科學、矽基太陽電池原理、多接面太陽電池、生命週期評估法等)將採取**模組教學法**進行。經由此主架構引入學習材料庫、學生知識庫、輔助支援資料庫，建構整個教學活動設計的結構與流程。本計畫擬採用交育部節性統整合與應用人才培育計畫之課程教學模組進行，這些模組可透過傳遞不同的知識，組合成多樣的學習單元，對不同學習能力的學習者，可給予不同的模組以適應其個別的差異，或將不同的學習內容，以不同的模組呈現。為了更遠的了解，模組化教學學生學習時是否知道要學些什麼，我們預計採用方法三，即前測與後測之方式進行學習成效評估。

此外，在太陽能電池創意實作課程中，自第 10 週起到第 17 週止與綠能科技導論的第 13 周到 17 週止，將採用**合作學習法**進行。(太陽能電池創意實作主要把學生分成 2-3 個小組;綠能科技導論則把學生分為若干組)，各小組的成員必須共同努力完成小組的創意實作作品目標。更具體來說，合作學習係把各小組的成員都針對特定的學習單元方向(如太陽能與風能或海洋能與生質能)，按照自己的能力以及所瞭解的方式去完成自己的學習責任，在分組學習過程中，經由成員之間不斷的交換意見、互相支持之下，所有成員共同努力朝向小組的實作作品目標邁進。

►**教師的角色**：要配合學生創意設計後之設計圖進行修正與錯誤點排除，並建議合適該作品的知識理論教材，材料與採購品項建議，而且要在學生的學習過程中，引導學生使用舊有的知識主動去探索新的知識，最後要確定學生所獲得的新知識是學生自己的知識及經驗建構而成的，。

►**學生的角色**：運用交談、書寫、網路資訊蒐集、解決問題、作品美化等行為，才能有效建構起屬於自己的知識，每個成員盡量的擴大自己的學習成就，小組的團體績效則得到最大的發揮，同時教導學生人際關係的技巧，並給予其實際運用的機會。

本研究依據準實驗研究法(方法 3)，研究設計為密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式作為實驗組的實驗處理，而以「以教科書為本教學模式」作為對照組的實驗處理，藉以比較與分析兩種科學教學模式下，實驗組和對照組學生在學習成效上的差異。本研究之實驗設計如下表所示：

研究樣本	前測	實驗處理	後測
(1) 實驗組	A1.....	B1.....	A2
(2) 對照組	A3.....	B2.....	A4

根據上表本研究之實驗設計說明如下：A1 表示採用潔能遊密室逃脫遊戲桌遊進行學習之前測，A2 表示採用潔能遊密室逃脫遊戲桌遊進行學習之後測；A3 表示以教科書為本進行學習的測驗前測，A4 表示以教科書為本進行學習的測驗後測。B1 表示密室逃脫桌遊遊戲融入能源教科書為本的教學模式對於實驗組的實驗處理；而 B2 則表示為傳統以教科書為本的教學模式對於對照組的實驗處理。實驗組與對照組學生均在教學前 2-3 週進行前測，兩組學生在兩種教學 模式進行為期 1 個月的實驗處理，在教學後 1 週內進行後測。此外，本研究收集教與學相關的質性資料，包括：1.課前預習單、2.學習歷程檔案、3.參訪紀錄與心得 4.成果展或成果發表書面資料，共四種研究工具，以進一步彙整豐富的質性資料詮釋量化結果的意涵。

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

(1) 教學過程與成果(實作場域介紹)

將時事融入教學是擴展學生視野及融入基礎知識的方法之一。因此，在教學過程中，我們透過當今政府所訂定的在 2025 年達成「20-30-50 潔淨能源發電結構」的目標(即再生能源發電量占 20%、燃煤發電量占比降至 30%以下、低碳天然氣發電量占比達 50%)來作為單元式模組化之教學計劃主軸。

- 在實作教學模式方面:我們同時融入 DIGI+ Talent 跨域數位人才加速躍升計畫之先修課程[人工智慧領域],引入智慧物聯網(AIoT)業師來增進產業互動性。最後,我們落實「實作作品」應具學習應用價值之理念,所以帶領同學參與展演與競賽,將學習成果應用於真實情境中的表現,並透過群眾的回饋,提升同學於設計與創作之經驗。換言之也就是從時事中找題材、從業師中學技巧與經驗、從實作中尋找創意與遊戲設計的樂趣。在研究中採準實驗研究法,以 109 學年度太陽能電池創意實作課程為研究範疇,大學三年級之修課學生(實驗 A 組成員約 38 人),接受潔能知識融入密室逃桌遊戲之設計並進行潔能桌遊創作;以 109 學年度綠能科技導論課程之修課學生(約 27 人)與群眾(約 50 人)作為實驗 B 組之體驗對象,對照組為 108 學年度無接受任何實驗處理之修課學生族群。
- 在實作場域方面:課堂教室東華大學理工二館 C409 教室、太陽能電池創課實驗室(A415 室)、教育部宜花東區域推動中心第一實踐基地(校門口側面),共計三個場域,圖 5 為太陽能電池創意實作演練、AIoT 業師課堂講授及創課與量測實作場域介紹。



圖 5 為太陽能電池創意實作演練、AIoT 業師課堂講授及創課與量測實作場域介紹。

本研究採質量並重的分析方式,在質性分析方面,根據參訪與體驗教學活動回饋表及訪談資料等,以瞭解遊戲式教育實驗教學之實施成效。在量化分析方面,以潔淨能源教育教學實施調查表為研究工具,進行前、後測及群眾參與度追蹤測驗,右圖為前/後測試題設計(Google 表單)範例。

教育部 教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表

計畫名稱: 密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析
計畫主持人姓名: 白詠寧 計畫執行機構: 國立東華大學光電工程學系

本調查表主要討論密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學習成效之影響,其中,表格統計結果所獲得的資料(或數據)僅供計畫主持人使用(如有可能分享給研究團隊以外人員使用,如整合型計畫其他子計畫研究團隊人員、需據實以告),不會揭露個人實驗結果。

我已了解研究內容及參與者權益

<https://forms.gle/tihaP8qG4m7Up3db9>

教育部 教學實踐研究計...

計畫名稱: 密室逃脫遊戲導
入潔淨能源創意實作教學...

學號:

您的回答

1.【】可算是目前世界上最永久性的能源是什麼能源? 1/9

- 天然氣
- 石油
- 太陽能
- 核能

2.【】砂基太陽能電池中以何種類的型態成本最高?又以何種是可用於不規則曲 1/9
面的應用?

- 非晶矽、多晶矽
- 單晶矽、非晶矽

以 109 學年度太陽能電池創意實作課程修課學生(實驗組成員 38 人)，採密室逃脫關卡設計方式進行構思並融入能源議題，並進行前測結果如圖 6 所示。

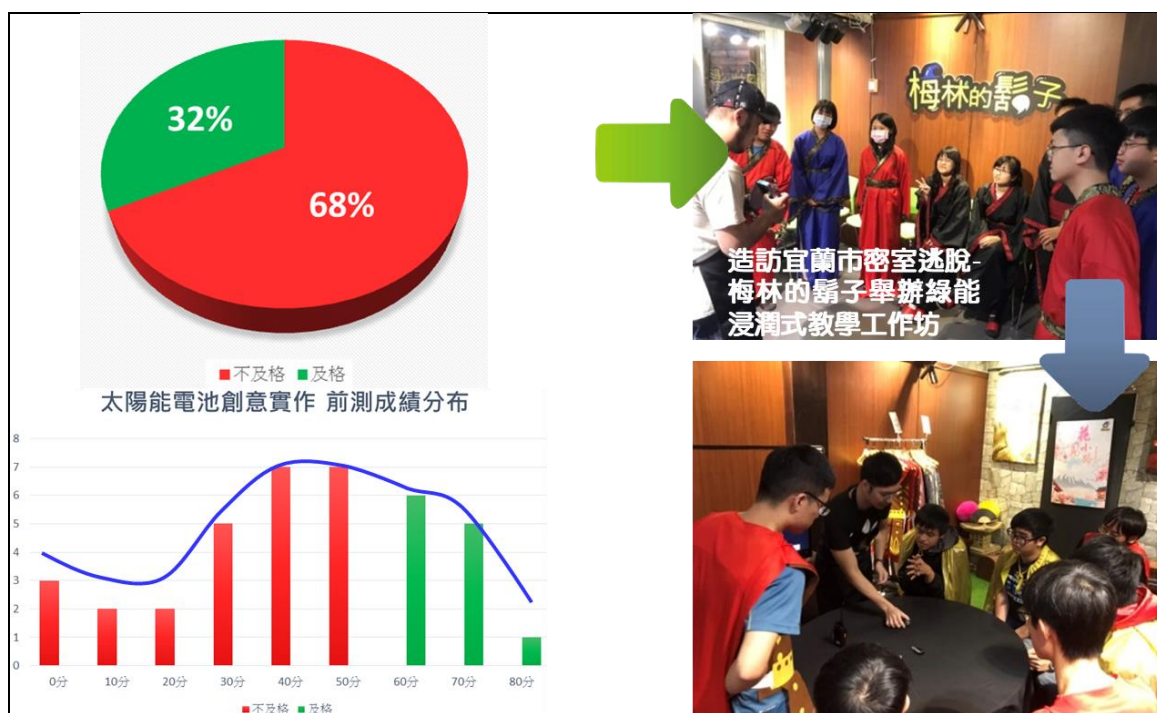


圖 6 為 109 學年度太陽能電池創意實作課程修課學生進行前測統計結果，及造訪宜蘭密室逃脫工作坊照片。

前測統計資料顯示，及格比例僅 32%，顯見實驗組學生對於潔淨能源基本概念理解程度顯著不足，且一般對於潔能知識教育錯誤觀念類型與研究文獻相似。特別是採樣 108 與 109 學年度的前測結果可以顯示實驗組與對照組所得到的學習效果相近，這表明雖不同屆次但學生的來源之本質變異差較為相似，因此雖不同批的學生，但具有比較意義。另一方面在實驗組的教學過程中，我們也實地造訪宜蘭市密室逃脫-梅林的鬍子舉辦綠能浸潤式教學工作坊，讓同學明瞭密室逃脫遊戲概況。在期中學習成效評量方法，我們跳脫傳統筆試，採學/術科並行的方式(圖 7)。

期中學習成效 評量方法: (跳脫傳統筆試, 採術科操作)

電路閱讀範例：「繼電器啟動，則電路導通。」

接點說明：
COM：共接點
NO：Normal Open 接點，
電路端點接在此位置時，
繼電器平時未被驅動狀態下，
該電路呈現斷路，未導通，
相對地，繼電器驅動時，
該電路呈現導通。
NC：Normal Closed 接點，
電路端點接在此位置時，
繼電器平時未被驅動狀態下，
該電路即呈現導通，
相對地，繼電器驅動時，
該電路呈現斷路。

程式碼閱讀範例：

```

1  # 初始化
2  from machine import Pin, PWM, ADC
3  import time
4
5  Relay = Pin(4, Pin.OUT) # 設定電路導通控制腳位
6  Relay.value(0) # 設定電路導通控制腳位初始電壓
7  adc=ADC(0) # 設定電壓/電流電阻感測器位
8
9  # 開始測試
10 =>while True:
11     val=adc.read() # 讀取電壓/電流電阻感測器值
12     if(val>80): # 若數值大於 80 (電壓=1.20V)
13         Relay.value(1) # 啟動繼電器
14
15     print("VR:", str(val)) #RS232輸出電壓/電流電阻感測器值
16
17     time.sleep(0.3)

```

問題 1：電磁器平時即處於「被驅動(制動狀態)」的狀態，也就是電路是「導通」的，一旦繼電器啟動了，電磁器即回到「未制動狀態」，亦即電路「斷路」。請問下圖應如何接線。

接點說明：
COM：共接點
NO：Normal Open 接點，
電路端點接在此位置時，
繼電器平時未被驅動狀態下，
該電路呈現斷路，未導通，
相對地，繼電器驅動時，
該電路呈現導通。
NC：Normal Closed 接點，
電路端點接在此位置時，
繼電器平時未被驅動狀態下，
該電路即呈現導通，
相對地，繼電器驅動時，
該電路呈現斷路。

圖 7 為期中學習成效評量方法

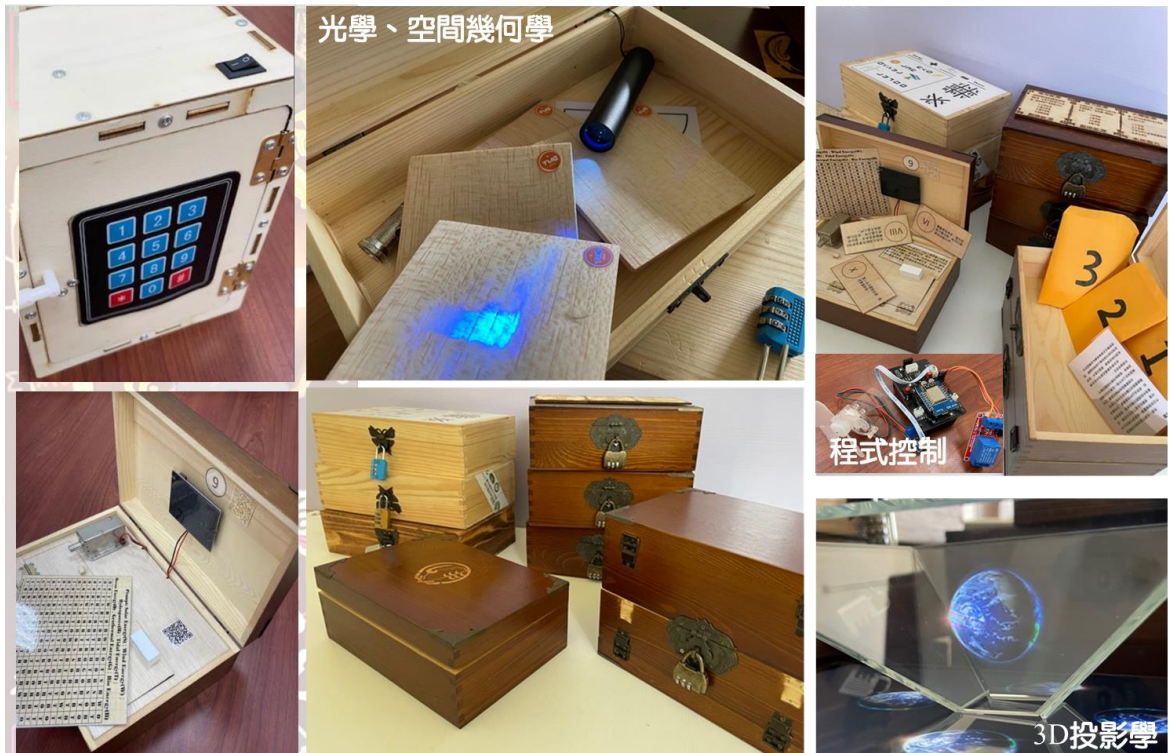


圖 8 為 109 學年度的創意實作成果作品

➤ 學生技術實作之成果與評量方面:

在 109 學年度太陽能電池創意實作課程採計方式以上課表現、學術科測驗、實作作品成果展演與期末成果發表為主；在 109 學年度綠能科技導論課程採計方式以上課表現、學科測驗、能源微電影製作暨成果發表，三方面為主。

圖 8 為 109 學年度的創意實作成果作品，主要以密室逃脫寶盒的方式呈現，寶盒的教學範疇涵蓋綠能科技、光學、空間幾何學、程式控制、3D 投影、材料等科學，符合潔淨能源密室逃脫桌遊之遊戲教材，共計 4 件作品。圖 9 為 109 學年度太陽能電池創意實作課程修課學生進行前測統計結果，研究指出後測統計資料中可發現及格比例大幅提升至 83%，意味著學生能接受遊戲式潔能知識活動設計，同時也完成 4 大遊戲劇情之主題式密室逃脫桌遊創作；相對的在不及格分析方面，約 17% 受試驗者的錯誤類型主要為特殊類型、非主流的潔淨能源知識。值得一提的是，受試驗者因多元化與自我挑戰性等因素，誘發在修課過程中，學生因遇到學習障礙而萌生翹課或放棄念頭大幅降低，整體出席率約 91.4%。在差異度比較方面，學生的出席率相較於 108 學年度(對照組)大幅提升至 91.4%，學期成績的標準差也顯著從 14.331 縮小至 5.192，這結果意味著對於能源知識學習力、認同度均明顯提升(圖 10)。

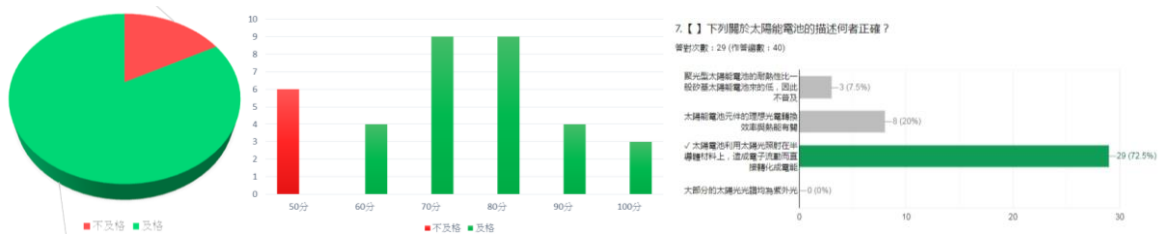


圖 9 為 109 學年度太陽能電池創意實作課程修課學生進行前測統計結果，及答錯率之題庫統計表。

學年度	109-1	108-1
學生出席率	91.4%	79.4%
成績總平均	85.48	84.76
成績標準差	5.192	14.331

圖 10 為 109 與 108 學年度太陽能電池創意實作課程差異度比較圖。

在綠色能源知識學習率比較方面，以 109 學年度綠能科技導論課程之修課學生(約 27 人)與群眾(約 50 人)作為實驗 B 組之體驗對象；對照組為 108 學年度無接受任何實驗處理之修課學生族群。過去的慣行式教學形式包含透過能源教育資源總中心進行模組教學(太陽能、風能、儲能、節能)、講座課程、參訪等，實驗組則額外導入 109 學年度學課堂講授過程中，我們融入密室逃脫桌遊教具。前測統計資料顯示，及格比例僅 36%，顯見實驗組學生對於潔淨能源基本概念理解程度顯著不足，且一般對於潔能知識教育錯誤觀念類型與研究文獻相似。

透過密室逃脫桌遊進行學習人數 27 人；56%(15 人)於預定時間內(30min)順利通關。加速於未知領域的學習效果，歸因於致勝動機誘發學習成效。後測統計資料顯示競賽式(致勝動機誘發學習成效)有助於提升學習慾望與動機，及格比例約 96%(圖 11)。然而，綠能科技導論整學期成績來進行差異度比較，可得相異度較無顯著。但由前述結果可知道有短時間加速學習之效果(圖 12)。

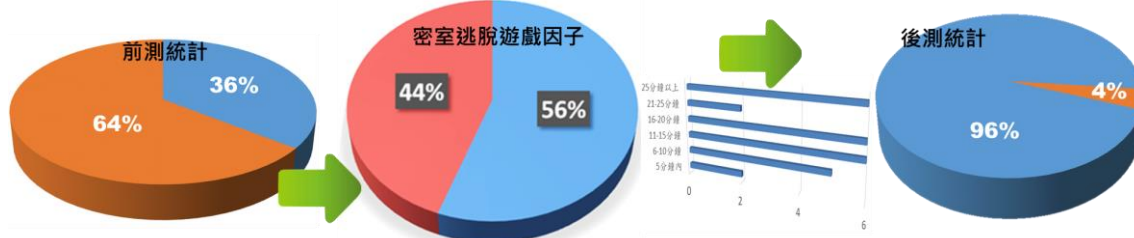


圖 11 為 109 學年度綠能科技導論課程前後側結果統計表，插圖為答題效率統計圖。

學年度	109-2	108-2
學生出席率	86.4%	83.2%
成績總平均	81.40	80.84
成績標準差	11.572	15.882

圖 12 為 109 與 108 學年度綠能科技導論課程差異度比較圖。



圖 13 為群眾參與學習研究實況照片。

有 94% 的群眾對於密室逃脫遊戲導入能源知識的來傳達能源科普新知表達高度認同，其中又以服務業及他校學生的參與人數比例最高(達 50%)，該族群於後測結果顯示能源教育概念的釐清及修正有大幅改善。

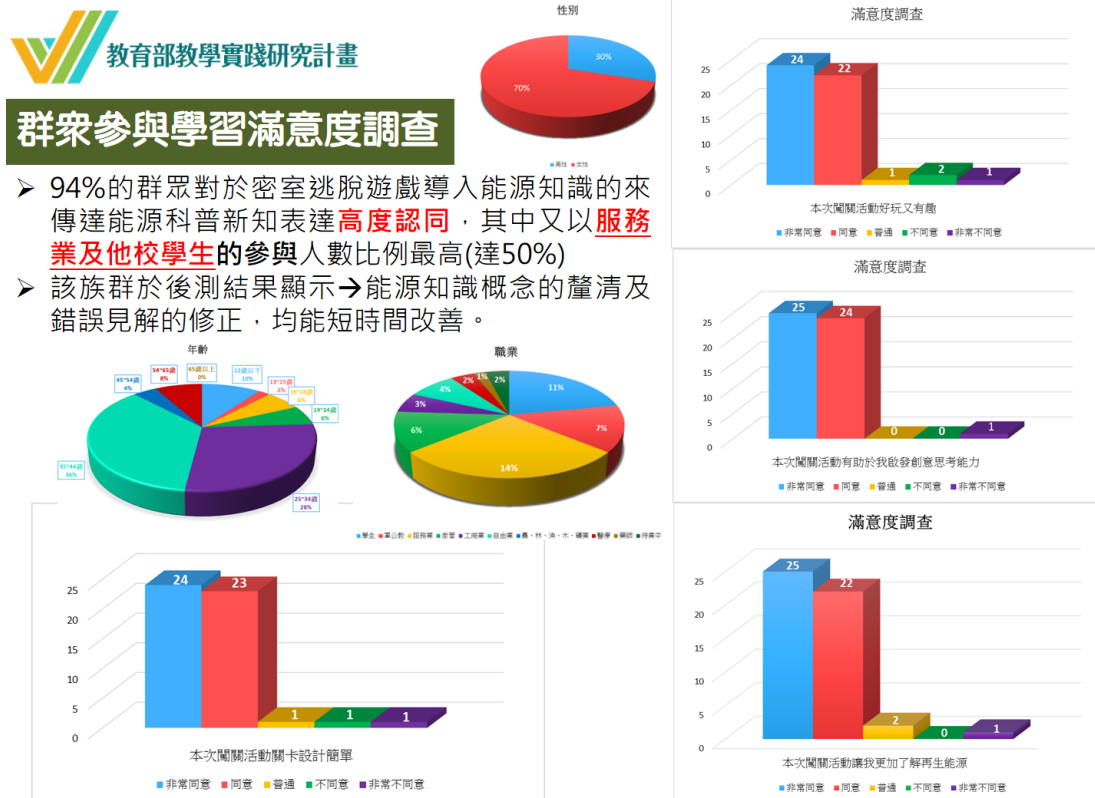


圖 14 群眾參與學習滿意度調查統計資料表

(2) 教師教學反思

- 雖實驗組與對照組來自於不同屆的學生，但由於前測結果相近，表明學生來源的本質變異差較小。
- 採密室逃脫關卡設計方式進行教學與實作，其學生的出席率相較於 108 學年度(對照組)大幅提升至 91.4%，學期成績的標準差也縮小至 5.192，這結果意味著對於能源知識學習力、認同度均明顯提升。
- 將作品導入綠能科技導論實驗組的教學研究中，其結果可以發現透過密室逃脫桌遊進行學習，有 56% 的同學可以藉由同儕討論、文獻探索等方式來加速未知領域的學習，歸因於致勝動機誘發學習成效，因此在後側的表現同樣可以滿足及格之標準達 96%。
- 在群眾的參與度及體驗成效追蹤測驗方面，94% 的群眾對於密室逃脫遊戲導入能源知識的來傳達能源科普新知表達高度認同，並可以於短時間修正錯誤的概念或見解。

整體而言，以密室逃脫遊戲導入綠色能源知識的創意教學模式進行互動式密室逃脫桌遊的開發設計，除了能有效提升同學自我的獨立思考能力達到理論知識與實務整合的目的外，也讓講授者添加新的教學密器，就如同將此產品導入綠能科技導論課程，可迫使該修課的同學進行互動式密室逃脫桌遊體驗與觀摩，有鑑於參與者經由小組中與他人的交流、討論、互動，發揮集體智慧精神解答出關卡謎題，這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論、運用課程所學知識相符，且體驗過程中具有時間時效性可以泯除學生過於依賴網路通訊的問題，其中所體現的教學應用至少有知識與遊戲解謎、同儕教學、合作學習等。

(3) 學生學習回饋

下圖檢附 108/109 學年度第一學期太陽能電池創意實作教學成效問卷

108/1/理工學院/光電工程學系/學四/OE_10310 /太陽能電池創意實作/白益豪
分數:4.33

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值選予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	7	12	14	139	4.21	33
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	8	11	14	138	4.18	33
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	7	12	14	139	4.21	33
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	8	10	15	139	4.21	33
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	7	12	14	139	4.21	33
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	6	14	13	139	4.21	33
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	8	13	12	136	4.12	33
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	8	10	15	139	4.21	33
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	7	13	13	138	4.18	33
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	7	12	14	139	4.21	33
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	7	13	13	138	4.18	33
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	12	10	6	0	5			33
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	6	12	15			33

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	7	11	15
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	7	12	14
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	7	12	14
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	8	10	15
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	6	14	13
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	6	11	16
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	7	12	14
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	6	15	12
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	1	6	11	15

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標 相關度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
OE__10310	太陽能電池創意實作	25	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			6	12	15
OE__10310	太陽能電池創意實作	26	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據解釋之能力。	2			7	12	14
OE__10310	太陽能電池創意實作	27	使用儀器進行物件的分析及測試。	2			8	13	12
OE__10310	太陽能電池創意實作	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1			7	15	11
OE__10310	太陽能電池創意實作	29	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	2			6	11	16
OE__10310	太陽能電池創意實作	30	具有創新思維及終身學習的能力。	2			5	14	14
OE__10310	太陽能電池創意實作	31	具有光電相關的物理、化學、材料及數學的知識。	2			6	11	16

四、自加題

科目代碼	科目名稱	題號	題目	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
------	------	----	----	-----------	-----	----	----	----------

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

能以跨時代的角度創新思考。

.

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

1

可以多給學生指引方向、提供意見，每堂課訂定目標

即使團隊合作，仍然覺得此教學內容有點困難

.

分數:4.35

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值逕予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	6	12	17	151	4.31	35
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	9	9	17	148	4.23	35
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	9	11	15	146	4.17	35
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	7	11	17	150	4.29	35
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	8	12	15	147	4.2	35
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	10	12	13	143	4.09	35
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	7	12	16	149	4.26	35
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	8	9	18	150	4.29	35
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	10	11	14	144	4.11	35
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	9	13	13	144	4.11	35
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	9	10	16	147	4.2	35
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	16	8	7	0	4			35
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	8	12	15			35

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	6	9	20
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	8	10	17
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	7	12	16
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	9	9	17
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	8	8	19
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	7	12	16
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	8	12	15
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	8	11	16
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	9	10	16

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標 相關度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
OE__10310	太陽能電池創意實作	25	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			7	10	18
OE__10310	太陽能電池創意實作	26	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據解釋之能力。	2		1	11	11	12
OE__10310	太陽能電池創意實作	27	使用儀器進行物件的分析及測試。	2		1	10	10	14
OE__10310	太陽能電池創意實作	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1		2	11	10	12
OE__10310	太陽能電池創意實作	29	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	2			7	11	17
OE__10310	太陽能電池創意實作	30	具有創新思維及終身學習的能力。	2			8	11	16
OE__10310	太陽能電池創意實作	31	具有光電相關的物理、化學、材料及數學的知識。	2			6	14	15

四、自加題

科目代碼	科目名稱	題號	題目	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
------	------	----	----	-----------	-----	----	----	----------

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

利用實際的方式將平常所學的做實際應用。

簡單易懂

無

好課

無

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

無

若時間能更充裕，規則及說明能更詳細更好。

沒有

無

沒有

無

下圖檢附 108/109 學年度第二學期綠能科技導論教學成效問卷

108/2/理工學院/理工學院/光電工程學系/光電工程學系/學二/學

二/OE_1009AA/OE_1009AB/綠能科技導論AA/綠能科技導論AB/白益豪 分數:4.39

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值不予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	6	15	17	163	4.29	38
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	7	15	16	161	4.24	38
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	7	13	18	163	4.29	38
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	6	18	14	160	4.21	38
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	7	14	17	162	4.26	38
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	8	13	17	161	4.24	38
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	9	13	16	159	4.18	38
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	9	15	14	157	4.13	38
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	7	13	18	163	4.29	38
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	6	16	16	162	4.26	38
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	8	15	15	159	4.18	38
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	18	8	6	2	4			38
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	7	15	16			38

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	6	16	16
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	6	17	15
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	7	18	13
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	8	14	16
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	6	15	17
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	1	5	16	16
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	7	13	18
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	8	13	17
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	8	14	16

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標 相關度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	25	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	1					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	26	使用儀器進行物件的分析及測試。	1					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	27	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據 解釋之能力。	2					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交 流。	1					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	29	具有創新思維及終身學習的能力。	2					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	30	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2					1
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	31	具有光電相關的物理、化學、材料及數 學的知識。	2					1
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	25	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	1			7	13	17
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	26	使用儀器進行物件的分析及測試。	1		1	10	12	14
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	27	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據 解釋之能力。	2			11	11	15
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交 流。	1			11	12	14
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	29	具有創新思維及終身學習的能力。	2			7	16	14
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	30	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			8	14	15

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

基本上老師會統整能源相關的訊息，也會對各個再生能源做出一些優缺點的判斷。

老師會在一章節講完後播放相關的影片，還會帶我們校外教學，是很有趣的一門課。

無

白老師上綠能這部分就是在行和專業。

OK

無

無

了解未來能源議題的走向，這對文明的方展十分重要

對於潔淨能源有更加深入的了解

拍電影

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

不知道常常睡覺是因為教室昏暗還是自己的問題

無

微電影比賽可以事先說明得更清楚。

OK

無

109/2/理工學院/理工學院/光電工程學系/光電工程學系/學二/學

二/OE_1009AA/OE_1009AB/綠能科技導論AA/綠能科技導論AB/白益豪 分數:4.68

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值選予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	4	11	24	176	4.51	39
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	6	9	24	174	4.46	39
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	4	10	25	177	4.54	39
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	4	8	27	179	4.59	39
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	5	9	25	176	4.51	39
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	5	8	26	177	4.54	39
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	4	11	24	176	4.51	39
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	5	9	25	176	4.51	39
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	5	7	27	178	4.56	39
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	4	11	24	176	4.51	39
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	5	9	25	176	4.51	39
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	26	5	5	1	2			39
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	4	10	25			39

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	4	9	26
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	4	10	25
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	6	9	24
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	5	9	25
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	4	10	25
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	4	9	26
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	6	9	24
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	5	10	24
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	4	10	25

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標 相關度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	25	具有光電相關的物理、化學、材料及數學的知識。	2			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	26	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	27	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據解釋之能力。	2			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	28	使用儀器進行物件的分析及測試。	1			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	29	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	30	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	1			1		2
OE__1009AB	綠能科技導論 AB	31	具有創新思維及終身學習的能力。	2			1		2
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	25	具有光電相關的物理、化學、材料及數學的知識。	2			5	9	22
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	26	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			5	10	21
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	27	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據解釋之能力。	2			3	10	23
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	28	使用儀器進行物件的分析及測試。	1			5	9	22
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	29	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1	1		7	10	18
OE__1009AA	綠能科技導論 AA	30	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	1			3	11	22

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

無

無

無

無

無

無

老師人很好

無

無

成績平量方式很多元，不會只是用考試定成績

老師人很好，課程不會感到壓力，校外教學還附贈好吃的麥當勞和飲料，超級高興

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

無

無

無

無

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

有鑑於 103-107 學年度所開設的太陽能電池創意實作課程及綠能科技導論課程，學生所製作的成果或作品，雖能於全國性的競賽中榮獲殊榮(微電影或實體作品)，並凸顯出跨域整合成效，然而同學們的獨立思考能力與團隊合作習慣隨著資訊網路的發達已逐漸淡化，這歸因於過度仰賴網路立即獲得的資訊，經常性缺課也就成為慣性。在這同時同學彼此間的互助互學互勵，也伴隨冷淡，同儕間的知識交流與收穫差距也更加顯著。經過本計畫的研究結果可以驗證及發展一種以遊戲式的學習法，即「潔淨能源密室逃脫桌遊」，根據文獻現階段的教學樣態中，又以遊戲本位導入教學為近年來的重要思考方向，特別是由研究結果顯明了採密室逃脫關卡設計方式進行教學與實作，其學生的出席率可大幅提升，學期成績的標準差也縮小，這結果意味著對於能源知識學習力、認同度均明顯提升。此外，透過密室逃脫桌遊進行學習，大部分的學習者可以藉由同儕討論、文獻探索等方式來加速未知領域的學習，歸因於致勝動機誘發學習成效，這現象同樣的反映在群眾的參與度及體驗成效追蹤，並可以於短時間修正錯誤的概念或見解。

然而，好用的教學教具如何透過產學機制或技術轉移來造福更多教學教師使用，則是下個階段重要的議題，值得省思。

二. 參考文獻(References)

1. J. Robert Rossman, Barbara Elwood Schlatter, *Recreation Programming: Designing Leisure Experiences*, Sagamore Publishing; 4th Revised edition edition (2003).
2. G. Bammel, L. L. Burrus-Bammel, "Leisure & Human Behavior (3rd ed.) SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education", 12(1), (1996) pp.145-146.
3. 吳幸玲, "兒童遊戲與發展"(原譯文 Play and Child Development (2nd Edition)), 臺北市揚智文化 (2011)。
4. M. Csikszentmihalyi, R. Wolfe, "New Conceptions and Research Approaches to Creativity: Implications of a Systems Perspective for Creativity in Education. In: K.A. Heller, F.J. Mönks, R.J. Sternberg & R.F. Subotnik (Eds) International Handbook of Giftedness and Talent (2nd Ed.)", Oxford: Pergamon, (2001) pp. 81-92.
5. 楊訪屏"運用 CPS 於模組化科學遊戲教學行動研究-以「牛頓第三運動定律」為例", 花蓮師範學院國小科學教育研究所, 碩士論文 (2005)。
6. 洪振方, 謝甫宜, "科學學習成效理論模式的驗證與分析", 教育與心理研究, 33(3) (2010) pp. 47-76。
7. 郭逸涵, "打開教學的密室·逃脫看見新視界", 新北市教育電子報, 281, (2019)。
8. 張玉連, 蔡孟涵, 康仕仲, "導入「誘發式翻轉教室」成效分析-以水資源及防災教育遊戲學習為例", 災害防救科技與管理學刊, 4(2), (2015) pp. 19-58.
9. 蘇秀玲、謝秀月, "科學遊戲融入國小自然科教學學童科學態度之研究", 課程與教學季刊, 10(1), (2007) pp. 111-130。
10. 江淑瑩, "以科學遊戲融入教學探究國小四年級學童學習成效之研究", 碩士論文, 台北市立教育大學科學教育研究所, 台北市, (2006)。
11. G. B. Ramani, R. S. Siegler, "Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number boardgames", *Child Development*, 79(2), (2008) 375-394.
12. 謝甫宜, "科學遊戲本位教學模式對於學生科學學習成效之影響與分析", 碩士論文, 國立高雄師範大學, (2011)。

13. 李一民、龔熒慧、林育筠，“遊戲式學習融入高職餐飲科餐旅概論課程-以密室脫逃為例”，*休閒運動管理學刊 Journal of Leisure and Sports Management*，6(1)，(2020) 37-46。
14. 李蕙宇，“淺談密室逃脫遊戲融入課程與建議”，*臺灣教育評論月刊*，10(8)，(2021) 134-137。

附件 A-1 教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表

群眾體驗觀摩專用問卷

計畫名稱：密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析

計畫主持人姓名：白益豪 計畫執行機構：國立東華大學光電工程學系

本調查表主要討論密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學習成效之影響。其中，表格統計結果所獲得的資料（或數據）僅供計畫主持人使用（如有可能分享給研究團隊以外人員使用，如整合型計畫其他子計畫研究團隊人員、需據實以告），不會揭露個人實驗結果。

我已經了解研究內容及參與者權益

研究參與者簽名處：_____ 聯絡電話：_____

年齡： 20 歲以下 21-30 歲 31-40 歲 40-60 歲 60 歲以上
業別： 再生能源相關行業 服務業 軍公教 工程或科技產業 其他_____

參與度評分項目：(非常同意表示 5；感受度最低表示 1)

	項目	評分				
		1	2	3	4	5
1	我仔細聆聽密室逃脫遊戲所要傳達的能源知識與目的。					
2	我會於過程中詢問或查詢我不知道的能源或科學問題。					
3	我在潔淨能源密室逃脫闖關過程中會與隊友互動。					
4	我努力在潔淨能源闖關過程中理解每個謎題所要傳達的意義。					
5	我總是渴望透過遊戲的方式來學習新知識					
6	潔淨能源密室逃脫主題設計的教學方法令人愉快。					
7	我努力獲得有關潔能闖關遊戲的新知識。					
8	我覺得學習跟這個闖關遊戲有關的事物是值得的。					
9	在遊戲中解決和分享問題是愉快的。					
10	參與解謎問題討論可以增強我的信心。					

前測試題(闖關解謎前填寫)

- () 1. 太陽能電池、水力或風力發電系統均能穩定全天供電，非常適合做為基載電力。
- () 2. 鈾與鈦合金是目前製作太陽能電池的主要材料。
- () 3. 稻草或狼尾草是屬於農業廢棄物，可透過露天燃燒方式進行處理，現階段技術無法轉換成生質能源。
- () 4. 由於現階段太陽能電池技術已經相當成熟，因此日照、颱風、鹽害程度均部會影響其運作。
- () 5. 太陽能路燈的原理是直接把太陽光反射出來，因此只有白天會發光。
- () 6. 下列何者工具可以用來量測家電的耗能情況(1)溫度計 (2)瓦時計 (3)伏特計 (4)高斯計。
- () 7. 下列何者是太陽能電池的缺點(1)夜間無法提供電能 (2)安裝於屋頂上可以遮陰 (3)可以透過 FIT 制度獲得實質收入 (4)無法安裝於水面上。
- () 8. 下列何者是啟動太陽能電池的主要關鍵因子(1)水 (2)風 (3)磁場 (4)太陽。
- () 9. 下列何者不是光的三原色(1)紅 (2)黃 (3)綠 (4)藍。

後測試題(闖關解謎後填寫)

- () 1. 太陽能電池、水力或風力發電系統均能穩定全天供電，非常適合做為基載電力。
- () 2. 鈾與鈦合金是目前製作太陽能電池的主要材料。
- () 3. 稻草或狼尾草是屬於農業廢棄物，可透過露天燃燒方式進行處理，現階段技術無法轉換成生質能源。
- () 4. 由於現階段太陽能電池技術已經相當成熟，因此日照、颱風、鹽害程度均部會影響其運作。
- () 5. 太陽能路燈的原理是直接把太陽光反射出來，因此只有白天會發光。
- () 6. 下列何者工具可以用來量測家電的耗能情況(1)溫度計 (2)瓦時計 (3)伏特計 (4)高斯計。
- () 7. 下列何者是太陽能電池的缺點(1)夜間無法提供電能 (2)安裝於屋頂上可以遮陰 (3)可以透過 FIT 制度獲得實質收入 (4)無法安裝於水面上。
- () 8. 下列何者是啟動太陽能電池的主要關鍵因子(1)水 (2)風 (3)磁場 (4)太陽。
- () 9. 下列何者不是光的三原色(1)紅 (2)黃 (3)綠 (4)藍。

附件 B**教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表**

計畫名稱：密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析

計畫主持人姓名：白益豪 計畫執行機構：國立東華大學光電工程學系

本調查表主要討論密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學習成效之影響。其中，表格統計結果所獲得的資料（或數據）僅供計畫主持人使用（如有可能分享給研究團隊以外人員使用，如整合型計畫其他子計畫研究團隊人員、需據實以告），不會揭露個人實驗結果。

我已經了解研究內容及參與者權益

課程名稱：綠能科技導論 學年度：109 學年度第二學期

前測

後測

姓名：

學號：

選擇題：

1. 可算是目前世界上最永久性的能源是何種能源？(1)天然氣(2)石油(3)太陽能(4)核能。
2. 矽基太陽能電池中以何種類的型態成本最高？又以何種是可用於不規則曲面的應用？(1)非晶矽、多晶矽(2)單晶矽、非晶矽(3)多晶矽、單晶矽(4)多晶矽、均無法用於不規則曲面。
3. 太陽能電池的原理主要是根據(1)光電效應 (2)法拉第定律 (3)萬有引力定律 (4)阿基米德定律。
4. 下列何者是太陽能電池發電的必要條件(1)可見光 (2)X-ray 射線 (3)水 (4)氫氣與氧氣。
5. 下列何者不是高聚光型太陽電池(HCPV)的主要元件(1)太陽跟蹤器(2)菲涅爾透鏡(3)III-V 太陽能電池(4)矽基太陽能電池。
6. 一個理想太陽電池材料應具備那些特性(1)無毒性且具高的效能轉換(2)直接能隙材料(3)長效穩定性 (4)以上皆是。
7. 下列關於太陽能電池的描述何者正確(1)聚光型太陽能電池的耐熱性比一般矽基太陽能電池來的低，因此不普及(2)太陽能電池元件的理想光電轉換效率與熱能有關(3)太陽電池利用太陽光照射在半導體材料上，造成電子流動而直接轉化成電能(4)大部分的太陽光光譜均為紫外光。
8. 關於太陽電池結構的順序何者正確(1)玻璃/抗反射鍍層/N 型半導體/P 型半導體/鋁背電極(2)玻璃/抗反射鍍層/鋁背電極/N 型半導體/P 型半導體(3)玻璃/N 型半導體/P 型半導體/鋁背電極/抗反射鍍層(4)玻璃/抗反射鍍層/P 型半導體/N 型半導體/鋁背電極。
9. 目前台灣的能源政策中主要發展的再生能源選項有(1)地熱能、微水力能 (2)太陽能、風能(3)太陽能、氫能(4)生質能與海洋能。
10. 太陽能電池中哪一種的光電轉換效率最高(1)染料敏化太陽電池 (2)多晶

矽 (3)非晶矽 (4)聚光型太陽能電池。

11. 【】 太陽能電池、水力或風力發電系統均能穩定全天供電，非常適合做為基載電力。
12. 【】 鈷與鈦合金是目前製作太陽能電池的主要材料。
13. 【】 稻草或狼尾草是屬於農業廢棄物，可透過露天燃燒方式進行處理，現階段技術無法轉換成生質能源。
14. 【】 由於現階段太陽能電池技術已經相當成熟，因此日照、颱風、鹽害程度均不會影響其運作。
15. 【】 太陽能路燈的原理是直接把太陽光反射出來，因此只有白天會發光。
16. 【】 下列何者工具可以用來量測家電的耗能情況(1)溫度計 (2)瓦時計 (3)伏特計 (4)高斯計。
17. 【】 下列何者是太陽能電池的缺點(1)夜間無法提供電能 (2)安裝於屋頂上可以遮陰 (3)可以透過 FIT 制度獲得實質收入 (4)無法安裝於水面上。
18. 【】 下列何者是啟動太陽能電池的主要關鍵因子(1)水 (2)風 (3)磁場 (4)太陽。
19. 【】 下列何者不是光的三原色(1)紅 (2)黃 (3)綠 (4)藍。
20. 【】 下列何者為鐘型曲線的意義(1)已被發現且可利用當今技術開採而獲利的物質或能源 (2)新發現新能源時，由於價廉及開採容易，因此燃料的產出以指數形式成長。但當燃料的使用達最大值後，由於價格的上升、替代燃料的成長及開採困難度增加等因素，致使該燃料的產量逐漸下滑。(3)以上均是。
21. 【】 下列描述何者有誤(1)當中子的動能降至 0.025eV 時，其發生核分裂的機率即可大幅提升，而在此能量狀態下的中子稱為「熱中子」。(2)產生連鎖反應所需的最小燃料質量稱為「臨界質量」(3)台灣核三廠所使用的核子反應器為沸水式反應爐。(4)當溫度高到氬的熱速度足以克服電子排斥力時，核融合就會發生。
22. 【】 關於化石性燃料的描述何者有誤(1)石油開採共分為三級，其中二級開採又稱為「強化石油開採」，可送入蒸汽到地底下再增加地下原油的抽出量(2)天然氣水合物是天然的碳氫化合物氣體，在大於 50 大氣壓與攝氏 7 度的低溫下，被籠狀架構的水分子包含而形成的一種類似冰晶的白色固體(3)六種溫室氣體包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟化碳及六氟化硫(4)「京都議定書」較具有約束力，主要目的是希望能控制大氣中的溫室氣體含量，以避免劇烈的天氣變化，對人類造成傷害。
23. 【】 下列何者不是聚光型太陽電池(HCPV)的基本元件(1)III-V 化合物半導體太陽能電池(2)高聚光鏡面菲涅爾透鏡(3)太陽光追蹤器(4)矽基太陽電池。
24. 【】 下列何種發電方式，不是利用水蒸氣來推動汽輪機，帶動發電機進行發電?(A)核能發電廠 (B)火力發電廠 (C)汽電共生 (D)水力發電。
25. 【】 下列何者屬於海洋能利用的技術範圍?(A)潮汐發電 (B)溫差發電 (C)洋流發電 (D)以上皆是。

附件 C

教育部 教學實踐研究計畫參與同意書

計畫名稱：**密室逃脫遊戲導入潔淨能源創意實作教學模式對於學生學習成效之影響與分析**

計畫主持人姓名：**白益豪**

計畫執行機構：**國立東華大學光電工程學系**

計畫經費補助單位：**教育部**

實驗地點：**國立東華大學光電工程學系**

■研究目的：

本年度的計畫中將透過**密室逃脫遊戲**導入能源知識的教學模式的開發設計，以合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行，恢復同學獨立思考團隊合作、激發創意與學習反饋能力，並透過競賽、學習問卷、作品展演、市場考驗等方式進行研究與成效評估，幫助學生建構自主學習能力，認同多元評量與價值。本計畫擬提案之課程有**太陽能電池創意實作**課程及**綠能科技導論**共計兩門分別於 109 學年度第一學期與第二學期進行。

109 學年度第一學期:以密室逃脫遊戲導入綠色能源知識的創意教學模式進行互動式密室逃脫桌遊的開發設計。特別是為了達到獨特性，同學們會盡可能的改變互動式密室逃脫桌遊的設計邏輯，提升自我的獨立思考能力，我們將整合對應的綠能元件並透過 MicroPython 來進行 IoT 的程式編撰，藉此達到理論知識與實務整合的目的。

109 學年度的第二學期:將上述成果導入**綠能科技導論**課程，並藉由修課同學進行**互動式密室逃脫桌遊**體驗與觀摩，有鑑於參與者經由小組中與他人的交流、討論、互動，發揮集體智慧精神解答出關卡謎題，這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論、運用課程所學知識相符，且體驗過程中具有時間時效性可以泯除學生過於依賴網路通訊的問題，其中所體現的教學應用至少有，知識與遊戲解謎、同儕教學、合作學習等。此外，我們亦將同學的體驗意見進行統計與反饋，達到教學永續經營的目的。

■研究參與者的特徵簡述：

修讀東華大學理工學院光電工程學系**太陽能電池創意實作**或**綠能科技導論**課程之在學學生。

■可能的風險與傷害賠償：

若在修習課程過程中，讓您感受不舒服，想停止該研究實驗計畫，請隨時告訴計畫主持人，我們就會立刻停止您的實驗研究計畫。如依本研究所訂實驗內容及流程進行，而發生不良反應或傷害，依責任歸屬賠償負損害賠償責任，但本研究參與同意書上所記載的可預期不良反應且無法預防，不予賠償。除前項賠償外，本研究不提供其他形式之補償，若您不願意接受這樣的風險，請勿參加研究。

■我們如何處理您的實驗資料：

實驗所獲得的資料（或數據）只有計畫主持人可以使用（如有可能分享給研究團隊以外人員使用，如**整合型計畫其他子計畫研究團隊人員、需據實以告**）。未來亦採整體數據分析及發表，不會揭露個人實驗結果。

■聯絡資訊：

若想詢問實驗有關的問題，請與計畫主持人**白益豪副教授**聯絡，電話是 03-8903195，email 為 paiyihao@gms.ndhu.edu.tw。

如果您同意參與這項實驗，請確認以下事項：

- 我已經了解研究內容及參與者權益；
- 我知道如果我不想參與實驗，我可以不要參與；且如果我半途不想繼續參與實驗，可以不需要提供任何理由；
- 如果我有和參與這項實驗相關的問題，我知道研究團隊的聯絡資訊。

若您退出實驗，有關您參加實驗所蒐集到的資料如何處理？

請刪除，不要列入這項實驗的後續資料分析。

無須刪除，可列入這項實驗的後續資料分析。

我們很樂意在未來研究出版時，提供您摘要報告。

我有興趣，請寄至（電子信箱或地址）：_____。

不用了，謝謝。

研究參與者簽名處

您的簽名：_____聯絡電話：_____

日期：_____

研究團隊簽名處

本同意書一式兩份，將由雙方各自留存，以利日後的聯繫用途。

計畫主持人 簽名：_____

日期：_____

【109-1 太陽能電池創意實作】 參訪『密室逃脫遊戲工作坊』

以密室逃脫遊戲導入綠色能源知識的創意教學模式進行互動式密室逃脫桌遊的開發設計。為了達到創新與獨特性，我們採用合作學習法的模式讓同學參訪與體驗『密室逃脫遊戲工作坊』。透過合作解謎的互動過程來累積設計與邏輯思考經驗，並提升創新思維能力。也藉此活動，強化後續對於整合綠能與 MicroPython 元件的信心，達到理論知識與實務整合的目的。誠摯感謝您參加本次參訪『密室逃脫遊戲工作坊』活動，請協助填寫下列問卷內容

請填寫下列基本資料：

- 1.性別：男 女 年齡：_____歲
- 2.就讀科系：光電工程學系 其他_____
- 3.就讀年級：_____
- 4.是否曾經體驗過[密室逃脫實境解謎遊戲]是否；(如果是，累積場次量_____)
- 5.今天參與的主題是：聖劍傳說 大宅門 花見小路

滿意度調查：

- 1.本次參訪『密室逃脫遊戲工作坊』，有助於啟發我邏輯思考與設計之能力。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
- 2.同儕的互助與合作能助於本團隊完成解謎。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
- 3.對於該場景的佈置、謎題的設計令我滿意。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
- 4.我參與的主題場景或關卡可以觀察到含有電子式開關與光電元器件之設計。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
- 5.對於場地的服務人員、解謎開始前的說明、小天使的提示令我滿意。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
- 6.對於我參與的主題難易度。(1-9；註：9 為最難；1 為最簡單)
(1 2 3 4 5 6 7 8 9)
- 7.本次活動有助我於[太陽能電池創意實作]課程，再進行相關實務創作與設計有幫助。
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

問卷結束，請交給工作人員，謝謝您！