

【附件三】成果報告(系統端上傳 PDF 檔)

封面 Cover Page

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：PSK1100551

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

(綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響)

(綠能科技導論/太陽能電池創意實作)

計畫主持人(Principal Investigator)：白益豪

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立東華大學/光電工程學系

成果報告公開日期：

☐立即公開 ☒延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022/09/19

(綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響/ The Effect of Real-Life Escape Game on Learning Efficiency Especially on Green Energy Education)

一. 本文 Content (3-15 頁)

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

有鑑於高等教育的人才培育理應密切配合政府政策、產業的脈動與需求如再生能源政策，但大學課程的設計仍過於偏重理論，而實作課程設計與實務經驗培養仍有不足之處。因此考量本系既有的課程架構，也很容易能夠發現理論探討的比例，遠高於實作練習、個案分析與場域實際經驗的吸收。因此於課程規劃上除了在大一與大二課程中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，本人對於學生的技術實作規劃亦開設[光電工程數位製圖]、[太陽能電池創意實作]與[太陽光電設置]。透過從設計製圖、DIY 動手做到進階的國家證照考試等階段性的學習過程，可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，本年度的計畫中將更進一步把密室逃脫桌遊教具進階化，透過實境解謎導入密室逃脫能源知識遊戲的教學模式，來開發設計大型教學系統。以合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行，來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 104-108 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(如下表一)，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。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。截至目前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。

表一為太陽能電池創意實作課程近三年學生所開發的潔淨能源作品

序號	圖文說明(詳述)	
1	(A)名稱:低聚光雙軸太陽能電池教學教具 (B)說明:低聚光型太陽能電池包含具菲涅爾透鏡(Fresnel Lenses)、矽基太陽能電池與太陽光追蹤器三部分。主要是藉由光學元件的輔助，將大面積太陽光會聚在矽基太陽能電池上，此類型太陽能電池光電轉換效率可有效率的倍提升。透過搭配誤差約為 0.5 度的太陽光追蹤器(solar trackers)輔助，使太陽能準確聚焦在太陽電池上，促使日照射之時間增加數倍，能有效的應用於高靈敏度之太陽能發電系統設計與光影追蹤的評估。	

2	(A)名稱:電熱共生應用之聚光型太陽電池追日系統 (B)說明:「聚光型熱電共生系統」除了擁有簡易系統結構與輕量化的設計外,能充分的把太陽光能與熱能加以利用,系統包含具單軸向太陽光跟蹤器、III-V 化合物太陽電池、熱交換模組與曲面式線性 Fresnel 透鏡集光器四部分。特別是此系統除了運用曲面式線性 Fresnel 透鏡來取代方位角的太陽光追蹤外,透過改良後的熱交換模組之結構設計更能有效的將聚焦後的廢熱妥善收集與管理,具備相對低的系統成本、較高能源利用效率與多元化之系統整合產品。發展太陽能之熱電共生技術不但可大幅提升聚光型太陽能電池系統效率外,其多元化的太陽能源應用也可創造其新的附加價值。	
3	(A)名稱:風光互補之太陽電池路燈 (B)說明:風光互補之太陽電池路燈,主要利用太陽能電池與風力發電機,將產生的電能存儲到蓄電池組。白晝時段可由太陽能電池系統進行發電與儲能,夜間和陰雨天時可藉由逆變器將蓄電池組中儲存的直流電轉變為交流電,通過輸電線路送到使用者負載處或由風能發電機來產生電力,實現全天候的發電功能。	
4	(A)名稱:微水力發電機組(水力能) (B)說明:阿基米德微水力發電的優勢在於不需設置大型儲水設施,小水流通過即可發電。東台灣有許多重要農業灌溉用的溝渠(如吉安圳、太平渠等)水源終年不斷,可直接利用,妥善整合則可替許多電力網建設不足的地方解決用電上的困擾。	

研究探討主題以綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響,有鑑於因應低碳與綠色經濟時代來臨,政府近幾年已陸續推動及發布多項節能減碳與推動綠能產業之重要措施,如何讓學習者在面對這麼多元的綠能新知、產業與法規下能有效的進行知識統整與產業連結,是本研究計畫預探究之目的。經由因課制宜的實境解謎場域環境設計導入 AIoT 綠能系統並加以呈現落實於學習環境中則為預執行研究的規劃。本計畫將採用合作學習法、創造思考與模組教學法等方法進行,透過前後測等學習成評估方式來效調查同學獨立思考團隊合作、激發創意與學習反饋能力,幫助學生建構自主學習能力,也認同多元評量與價值。特別是以實作設計者的角度則可探究其於實作上的邏輯思考、知識技能統整與產業銜接的學習成效差異度(分為實驗組與對照組);另一方面由實境解謎挑戰者的角度則可解析團隊合作與知識學習的張力(分為實驗組與對照組)。此外,可透過業師協同或結合產學合作(歐利科技有限公司、節能屋能源科技股份有限公司、大乃綠循環科技股份有限公司)等做中學的課程規劃,培養學生將所學知識轉化為實務技能之能力,提升學生實務應用的專業技能或就業準備度,以減少學用落差,也可以產業導向方式的課

程與教學來強化學習者學習成效。讓同學在畢業之前，就能夠充分掌握業界真正的需求與脈動，配合以職涯為方向的課程學習地圖引導，可以讓自己在踏入職場之前，就完成充分的就業準備。更遠的了解綠能科技的知識於產業之應用價值，藉此規劃綠能產業落實於能源轉型的可能性。

2. 文獻探討 Literature Review

遊戲從古至今一直以各種的型態存在或經由不同的形式進行著。而參與者也從遊戲中獲得許多的樂趣。隨著時代的進步科技蓬勃發展，遊戲得以透過 AI 人工智慧、物聯網(IoT)技術、影音等多媒體的聲光效果方式達成。但，不管遊戲是以何種方式呈現或完成，它對於參與者所造成的滿足是不變的。對於遊戲教學法的可行性，或許可以以學習金字塔[1](如圖 1 左)加以解釋，由於遊戲學習法必須針對基礎知識加以分析，參與者之間必須互相討論，最後做出決策，所以是屬於主動學習的一環；相較於其他多媒體輔助教學法和業界參訪及講座，後兩者則屬於被動學習法的中間區域，因此這可能可以部份解釋遊戲教學法的成功。但是，由於這些學習策略的實施並不在同一批參與者身上，也沒有長時間持續的前後測並加以分析，所以這樣的判斷並不夠精準，因此若能有機會於同一班級學生實施多元主動模組加以量化比較，並於次學期加以驗證，對於整體學習模組的評判應會比現階段所得知的結果更有助益性。

根據 Rossman 與 Schlatter [2]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 右)所示。Bammel [3]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。

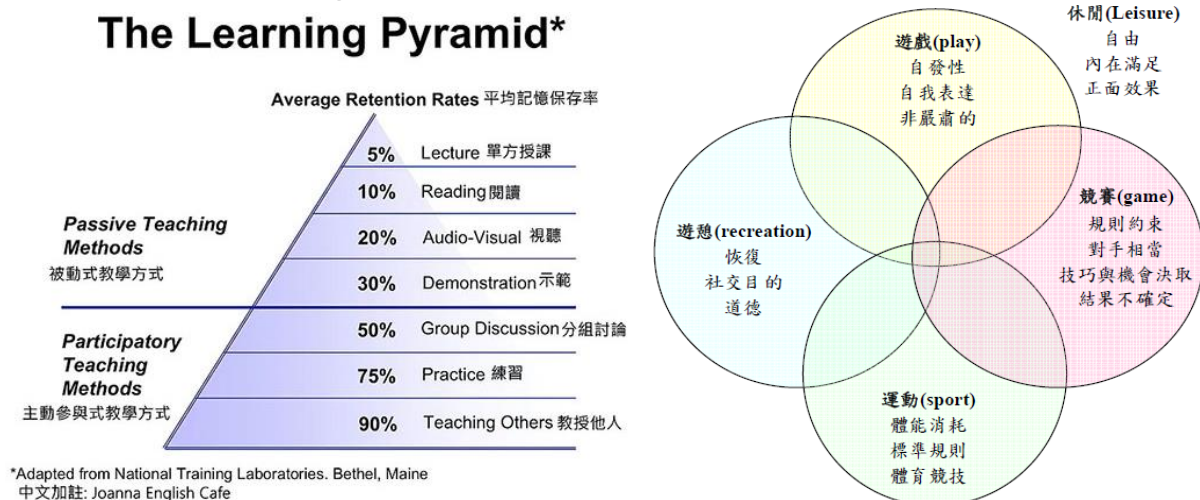


圖 1(左)學習金字塔[1]；(右)休閒領域之核心概念間的關係圖

本研究旨在探究「綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響」，特別是針對實境遊戲的設計與開發到實境遊戲導入市場與反饋來增進學生的綠能科學學習成效。首先探討自變項「密室逃脫遊戲」的本質與理論，再分別探討「實境解謎-密室逃脫遊戲實作」和「綠能科學學習」之關係；接著，研究實境密室逃脫遊戲導入綠能知識的教學模式分別對於四個因變項「實境解謎密室逃脫遊戲導入綠能知識學習動機」、「綠能密室逃脫遊戲推理能力」、「綠能密室逃脫遊戲設計概念」、「學習成效」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。根據唐納德·A·諾曼於設計心理學[4]中提出的設計本質理論在於設計和使用者的溝通要素，其

歸納為四點，示能 (affordance)、意符(Signifiers)、映射(Mapping)和反饋(feedback)。其中「示能」意指環境的意義或價值不是以人為主體來決定，是隨環境的刺激而產生。換言之人不是從眼、耳或觸覺等感官讀取訊息後，自主性地有所行動，而是受限於所處的環境，所有的行為都受到環境的制約。「意符」則由學習者尋找蛛絲馬跡或任何有助於解謎對應或理解的符號，而實務設計者需要提供這些線索。此外，唐納德·A·諾曼也透過大量實踐研究後歸納出即使是非具密室逃脫經驗基礎的設計者，最後均能印證這四種理論，且離不開這四點溝通要素。由遊戲式學習(Game-based learning)來幫助學習者建立背景知識[5]、提升學習動機[6]或是促進同儕互相教學[7]的文獻都曾被提出，其最大的好處其實並不是在幫助學生快速學習或是有效學習，而是在彌平同儕者之間的差異。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。

在實境解謎-密室逃脫遊戲實作方面，林原君的論文[11]則以探討密室逃脫遊戲的設計要素與製作流程，並指出真人實境密室逃脫遊戲(Reality Escape Game)是一種有形行動的服務活動，在過程中參與者須透過團隊合作、想像力、邏輯推理、人際溝通、危機處理意識等技能來完成目標。值得一提的是真人類型的互動實境遊戲其成功原因在於虛擬與智慧型裝置技術成熟化，讓參與者得追求更高層次的互動體驗與心理刺激。黎婉瑜的論文[12]主要探究技能教育導向實境密室逃脫設計模式，研究指出教育評量大多為直接評斷技能表現，常會導致只注重成果而忽略的學習過程，並且在評斷學習表現時，也常出現月暈效應、邏輯謬誤等誤差判斷。相對的經由技能導向實境密室逃脫設計模式進行研究，則能夠跳脫以往體能教育中以等級分等、教學者主觀評斷的方式，幫助學科與學科之結合，由此確立了技能教育密室逃脫流程的有效性，也更容易找出能夠將個別學科互相連結的知識，達成與未來教育接軌的目標。

在「綠能科學學習」部分，由台大風險中心的報告呈現台灣人對於能源現況的了解程度更是非常的低。更有高達 44%的人認為核電是台灣目前主要的發電方式，可見台灣人對於國家的能源狀況仍相當陌生。台灣再生能源推動聯盟也針對「台灣的能教育報導能源教育不能等，推了 20 年的能源教育怎麼了？」提出一些關於能原教育可能的現況，包含師資本身缺乏能源的知識背景，雖支持永續發展的精神，但卻對此議題相當陌生，因此難以在體制內推動能源教育。因此永續發展跟能源教育的研習是有必要的。再者，雖現階段有許多的能源教材跟教案，但卻缺乏有效的整合。

整體而言，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。有鑑於再生能源為近幾年政府積極推動之重要議題，相關的技術實務與知識的講授就相對凸顯重要。若能將能源或綠能知識導入實境解-謎密室逃脫遊戲將有助於整合其學習效果。

3. 研究問題 Research Question

- 在研究議題方面，本研究擬於 110 學年度第一學期嘗試以密室逃脫遊戲導入綠能知識的創意教學模式進行實境解謎-互動式密室逃脫場域的開發設計，並由參與**太陽能電池創意實作**修課的學員探究其於實作上的邏輯思考、知識技能統整與產業銜接於學習成效差異度，規劃上分為實驗組與對照組。實驗組為參與 AIoT 互動式密室逃脫

場域的開發設計者，對照組規劃為物理性機關的設計者。特別是為了達到獨特性，實驗組同學們會盡可能的改變 AIoT 互動式密室逃脫場域的設計邏輯，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，預期達到理論知識、實務整合與市場化差異的鑑別度。

- 在計畫的第二個階段(110 年度的第二學期)，我們試圖將此場域導入綠能科技導論課程，並藉由該修課的同學進行實境解謎-互動式密室逃脫場域體驗與觀摩。以實境解謎挑戰者(參與綠能科技導論修課的學員)的角度則可解析團隊合作與知識學習的張力，規劃上同樣採實驗組與對照組。實驗組為參與 AIoT 互動式密室逃脫場域的挑戰者，對照組則為體驗前的修課同學。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。在這樣的情境與課堂中，預期研究結果會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。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

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(大氣與環境暨綠色能與應用、太陽電池原理、量測與系統技術、再生能源與系統整合暨政府相關的法規等)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。本計畫擬採用教育部潔能系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，我們預計採用前測與後測之方式進行學習成效評估。教學研究架構如下圖所示：



此外，在太陽能電池創意實作課程中，自第 13 週-18 週止與綠能科技導論的第 4、7、14、15 週，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 3-4 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 AIoT 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、風能、海洋能、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、線路圖、程式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，研究設計為實境解謎-密室逃脫遊戲導入綠能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。

➤ 本研究於**挑戰者**之實驗設計如下表所示：

研究樣本	前測	實驗處理	後測
實驗組	A ₁	B ₁	A ₂
對照組	A ₃	B ₂	A ₄

根據上表本研究之實驗設計說明如下：

A₁ 表示採用綠能遊密室逃脫遊戲進行學習之前測；A₂ 表示採用綠能遊密室逃脫遊戲進行學習之後測；A₃ 表示以教科書與物理性遊戲為本進行學習的測驗前測；A₄ 表示以教科書或物理性遊戲為本進行學習的測驗後測。

B₁ 表示綠能源教科書融入實境解謎-密室逃脫遊戲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或物理性遊戲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體驗實境解謎前 1-2 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，在進行實境解謎後 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，共四種反饋內容作為研究工具，以進一步彙整豐富的質性資料詮釋量化結果的意涵。

➤ 在實作任務研究方面(設計者)，一部分研究擬採用**市場考驗機制**，透過與群眾的**互動問卷及反饋等第**來評量作品的 a.互動性、b.吸引力、c.綠能知識傳達性與 d.耐久性等四個面向，藉此評量學生是否有轉化知識為行動的能力。同樣分為實驗組與對照組。

研究樣本	問卷統計	實驗處理	反饋/等第制
實驗組	A ₅	B ₁	A ₆
對照組	A ₇	B ₂	A ₈

註:問卷統計針對實作展具的 a.互動性、b.吸引力、c.綠能知識傳達性與 d.耐久性(1-9 分進行評比)

實驗組為參與 AIoT 互動式密室逃脫場域的開發設計者，對照組規劃為物理性機關的

設計者。A5 表示民眾(市場)對於實境解謎密室逃脫設計的問卷評比；A6 表示民眾(市場)經過實境解謎密室逃脫後於綠能知識學習的反饋等第；A7 表示民眾(市場)對於圖卡或物理性教育的設計問卷評比；A8 表示民眾(市場)經過圖卡或物理性教育後於綠能知識學習的反饋等第，預期達到理論知識、實務整合與市場化差異的鑑別度。

A. 資料處理與分析

方法 1.本計畫案在每次進行課程活動時，除全程進行活動的影像紀錄外，亦會利用時間進行團體焦點訪談(Group Focus Interview, GFI)以蒐集參加成員對活動內容與課程內容的滿意度之意見，並製表統計作為爾後活動企劃之依據。

方法 2.本計畫案將採用質性分析方法來評估計畫成效，有別於用量化問卷和評定量表方式，這是本計畫案的一大創新，也是比較合乎本計畫案成效評估之作法。詳細資料分析方法與四大步驟如下：

A.每經過五次課程研習後，研究者會將所蒐集的質性研究資料(團體焦點訪談記錄與影像記錄，學習社群成員的網站討論內容等)，輸入電腦做為資料分析之母體。

B.透過電腦輔助質性資料分析(建議軟體 Nvivo10)，進行初步質性文件資料的整理與分析還有開放性編碼。

C.再進行交叉和反覆驗證的理論比對之過程，最終整理出本計畫中所欲呈現的高傳播力度科普教育所對應之概念與主要想法後，以形成主軸編碼和選擇性主題編碼之依據。

D.進行整體文件資料之整合與印製概念構圖(Concept Map)，藉以瞭解本計畫之實施成效與所產生的主要科學教育理論概念，以做為本研究計畫評估成效的科學性依據和解釋。

方法 3.設計綠能知識試題命題(題庫約 100 道)，並於課堂中施行前測與後測，最後由資訊處理軟體進行統計，以建立關聯性表單。

G. 實施程序

請參閱太陽能電池創意實作與綠能科技導論上課週次列表。

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

(1) 教學過程與成果

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。



圖 2 為 110 學年度太陽能電池創意實作課程修課學生造訪宜蘭密室逃脫工作坊照片。

在場域部分，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 3 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。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 4)。



圖 3 為太陽能電池創意實作演練及 AIoT 業師課堂講授創課介紹。

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 # 設定 GPIO 腳位
2 from machine import Pin, PWM, ADC
3 import time
4
5 Relay = Pin(4, Pin.OUT) # 設定繼電器控制腳位
6 Relay.value(0) # 設定繼電器控制腳位於低電壓
7 adc=ADC(0) # 設定壓力感測器感測腳位
8
9 # 測試程式
10 while True:
11     val=adc.read() # 讀取壓力感測器感測值
12     if (val>80): # 若數值大於 80 (電壓=1.2V)
13         Relay.value(1) # 啟動繼電器
14
15     print('VR:', str(val)) # RS232 輸出壓力感測器感測值
16
17     time.sleep(0.3)
```

問題 1：電磁閥平時即處於「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，電磁閥即回到「未制動狀態」，亦即電路「斷路」。請問下面應如何接線。

圖 4 為期中學習成效評量方法

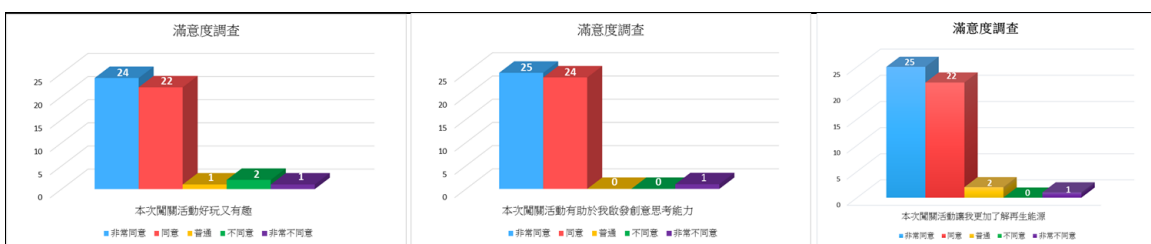


圖 5 為學生實作作品成果展演(地點:高雄科學工藝博物館)

92%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 56%)，該族群於後測結果顯示能源知識概念的釐清及錯誤見解的修正，均能短時間改善。

在場域建置部分，浸潤式教學場域基礎空間：540x360x300cm (長x寬x高)約 6 坪，整體規劃包含 a. 線上資料庫暨軟硬體整合系統(已建置完成)、b. AIoT 互動系統設計共兩部分(由參與者(同學)進行規劃與建置，包含 AIoT 互動系統設計方面:主系統【射頻光能互動裝置】，包含互動隨機系統、光電科學概念(即光能量與電)。在子系統規劃上共分為 2 個主要實境解謎關卡，光學與反射學、能量的起源-熱能/動能/光能，如圖 6)。

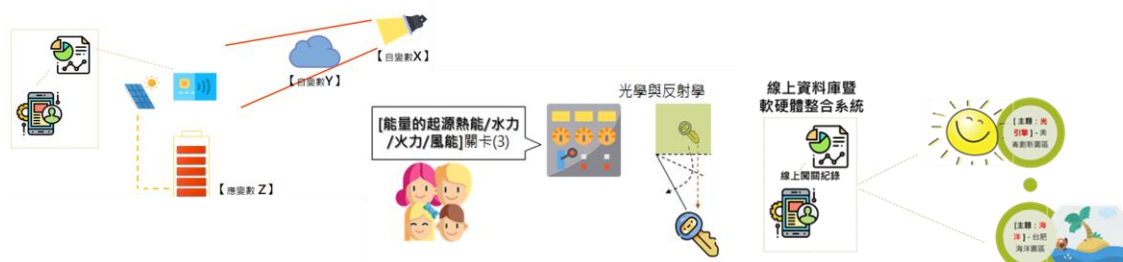


圖 6 為實境解謎 AIoT 互動系統設計示意圖



圖 7 為實境解謎 AIoT 互動系統實景

在太陽能電池創意實作前測統計資料顯示，對綠能知識的理解率佔比 50%左右，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。後測統計資料中可發現及格比例大幅提升至 85%，意味著學生能接受以遊戲開發為導向的課程設計，同時也完成 3 大遊戲劇情之主題式密室逃脫 AIoT 系統開發。不及格的 10%分析 錯誤類型 以特殊類型、非主流的潔淨能源知識。多元化、自我挑戰性 大幅降低學生因遇到學習障礙而萌生翹課或放棄念頭(出席率 95.1%)。

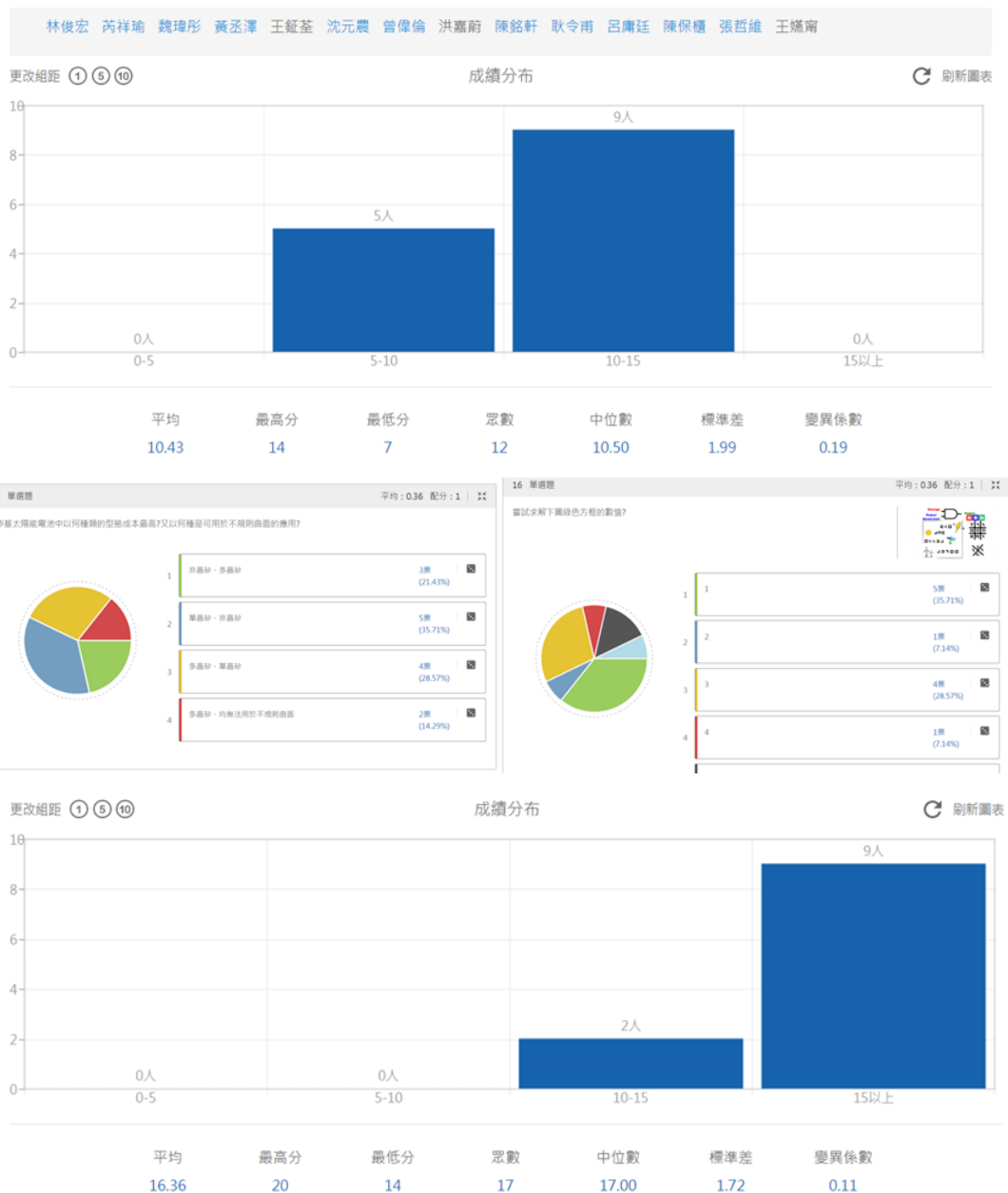


圖 8 太陽能電池創意實作前後測統計分析

在綠色能源知識學習率比較方面，以 110 學年度綠能科技導論課程之修課學生作為實驗 B 組之體驗對象；對照組為 109 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 110 學年度學課堂講授過程中，我們融入密室逃脫浸潤式教學。前測統計資料顯示，及格比例僅 35%，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。透過密室逃脫浸潤式學習，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 100%(圖 9)。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 9 綠能科技導論前(上圖)後(下圖)測統計分析

(2) 教師教學反思

同儕的互助合作及參與討論的頻率明顯增加，特別是學生的出席率相較於 109 學年度(對照組) 提升至 95%，學期成績的標準差也縮小至 4.95，這結果意味著對於能源知識學習力、認同度均明顯提升，降低學生於實作課程因遇到障礙而萌生翹課或放棄念頭。92%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 56%)該族群於後測結果顯示能源知識概念的釐清及錯誤見解的修正，均能短時間改善。將綠能科技導論修課之學生採用浸潤式學習法，並引導至實境解謎之密室逃脫場域，能有效的提升團隊合作力與能源知識學習的張力。

整體而言，我們將於 110 學年度第一學期進行互動式實境密室逃脫的設置。特別是，為了達到創作樣品的獨特性，參與者會盡可能的改變系統的設計邏輯，提升自我的獨立思考能力。課程中將整合光電元件，透過 MicroPython 來進行 AIoT 的程式編撰。藉此達到理論知識與實務整合的目的。其研究指出同儕的互助合作及參與討論的頻率明顯增加，這結果意味著對於能源知識學習力、認同度均明顯提升，降低學生於實作課程因遇到障礙而萌生翹課或放棄念頭。在計畫的第二個階段(110 年度的第二學期)，我們試圖將此創意樣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實境密室逃脫體驗與觀摩。其結果可以發現透過密室逃脫遊戲進行學習，可以藉由同儕討論、文獻探索等方式來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。在這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論與運用課程所學知識，且體驗過程中具有時間時效性可以消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

下圖為 110-1 與 110-2 太陽能電池創意實作課程與綠能科技導論課程評量分數列表

白益豪教授110-1至110-2教學評量分數列表

學年	學期	學院	開課系所	級別	課程代碼	課程名稱	分數	選課人數	填表人數	該學期大學部平均	該學期研究所平均	該學期全部科目平均
110	1	/理工學院	/光電工程學系	/學三	/OE_10400	/光電工程數位製圖	4.58	37	36	4.55	0	4.55
110	1	/理工學院	/光電工程學系	/學二	/OE_10170	/工程數學(二):微分方程	4.72	54	54	4.55	0	4.55
110	1	/理工學院	/光電工程學系	/學三	/OE_10310	/太陽能電池創意實作	4.34	14	14	4.55	0	4.55
110	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_1009A A/OE_1009 AB	/綠能科技導論AA/ 綠能科技導論AB	4.85	48	45	4.85	0	4.85

白益豪教授110-1至110-2 依照本校教師評鑑辦法換算得分

大學部課程教學評量平均分數	4.62
大學部課程所獲分數(滿分:60分)	55分
大學部授課科目總數	4科
研究所課程教學評量平均分數	0.00
研究所課程所獲分數(滿分:60分)	0分
研究所授課科目總數	0科
全部授課科目總平均分數	4.62
依照科目比例換算之總分(滿分:60分)	55.00分

學年	學期	全校大學部平均	全校研究所平均	全校平均	校區
110	1	4.58	4.56	4.57	全校
110	2	4.58	4.59	4.58	全校
總平均:		4.58	4.58	4.58	

學年	學期	學院	大學部平均	研究所平均	平均	校區
110	1	理工學院	4.44	4.39	4.43	全校
110	2	理工學院	4.44	4.44	4.44	全校
總平均:			4.44	4.42	4.44	

學年	學期	系所	大學部平均	研究所平均	平均	校區
110	1	光電工程學系	4.56	4.55	4.56	全校
110	2	光電工程學系	4.68	4.5	4.59	全校
總平均:			4.62	4.52	4.58	

下圖檢附 110 學年度第 1 學期太陽能電池創意實作教學成效問卷

110/1/理工學院/光電工程學系/學三/OE_10310 /太陽能電池創意實作/白益豪 分數:4.34

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	3	3	8	61	4.36	14
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	3	4	7	60	4.29	14
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	3	7	59	4.21	14
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	3	3	8	61	4.36	14
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	4	4	6	58	4.14	14
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	3	5	6	59	4.21	14
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	3	4	7	60	4.29	14
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	3	4	7	60	4.29	14
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	3	3	8	61	4.36	14
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	3	3	8	61	4.36	14
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	3	4	7	60	4.29	14
12	老師採用「不」適切而「無」效的教學方式	7	3	3	0	1			14
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	3	4	7			14

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	3	4	7
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	3	4	7
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	3	3	8
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	3	3	8
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	3	4	7
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	3	4	7
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	4	2	8
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	4	2	8
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	3	3	8

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	具有光電相關的物理、化學、材料及數學的知識。	2			3	4	7
OE_10310	太陽能電池創意實作	26	具有光電工程的專業知識及應用能力。	2			3	4	7
OE_10310	太陽能電池創意實作	27	具有設計與執行實驗、報告撰寫與數據解釋之能力。	2			3	3	8
OE_10310	太陽能電池創意實作	28	使用儀器進行物件的分析及測試。	2			3	4	7
OE_10310	太陽能電池創意實作	29	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1			4	3	7
OE_10310	太陽能電池創意實作	30	具有良好的溝通與團隊合作的能力。	2			3	5	6

下圖檢附 110 學年度第 2 學期綠能科技導論教學成效問卷

110/2/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:4.85

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	極端值不予排除後算表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	4	8	33	209	4.64	45
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	4	7	34	210	4.67	45
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	8	33	209	4.64	45
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	3	8	34	211	4.69	45
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	4	6	35	211	4.69	45
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	4	7	34	210	4.67	45
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	3	9	33	210	4.67	45
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	3	10	32	209	4.64	45
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	3	7	35	212	4.71	45
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	3	9	33	210	4.67	45
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	3	8	34	211	4.69	45
12	老師採用「不」適切而「無」效的教學方式	21	10	3	0	11			45
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	1	2	9	33			45

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	3	8	34
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	4	9	32
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	3	9	33
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	6	7	32
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	4	7	34
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	5	7	33
20	本課程能提高我學習相關課程與知識的興趣	0	1	3	8	33
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	1	3	7	34
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	1	2	9	33

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					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					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					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					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					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	1

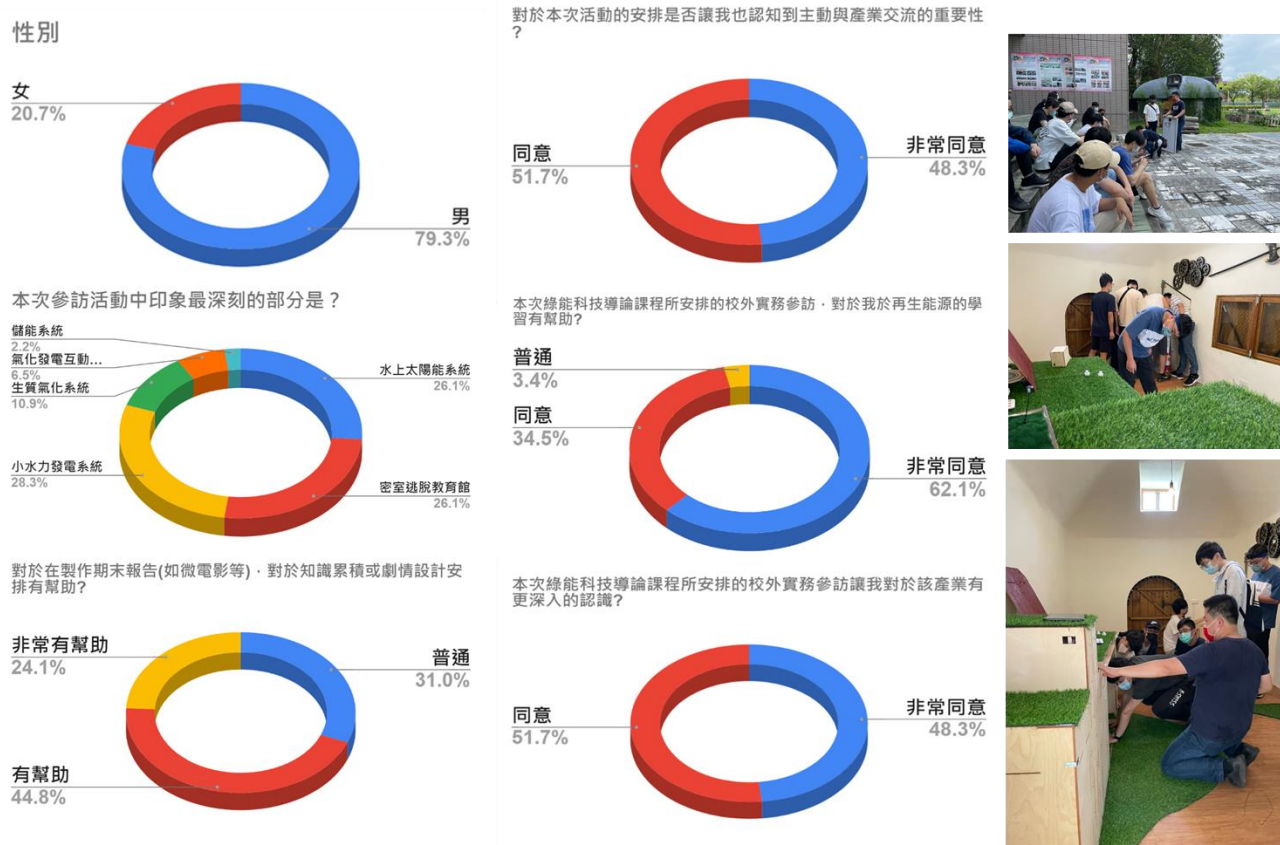


圖 10 為修讀綠能科技導論學生參與浸潤式學習-學習成效統計

本次參訪課程共有 29 位同學參與，多為光電系二至三年級的學生，男女比約為 1:4。學生一共參訪「水上太陽能系統」、「儲能系統」、「小水力發電系統」、「生質氣化系統」、「密室逃脫教育館」、「氣化發電互動式展示顯示幕」等綠能設施。學生分享到看見光電與機械理論，實際應用於生活當中以解決環境問題，例如透過實際操作水上太陽能遙控船，收集湖中的雜質。另外，學生覺察到花蓮的水力能源資源豐富，也有進行水力發電的部分。透過觀察小水力發電系統的結構與多元的使用方式，更能啟發學生思考如何妥善有效率地應用現有的天然資源。SEE 農城中特別設置密室逃脫教育館，透過遊戲情境，結合光電與 AR 科技等，讓學生從遊戲中操作、更深入了解綠能科技的實務運用。許多學生分享透過密室逃脫遊戲，以及參訪的整體活動設計，啟發他們創意思考，嘗試創作能源教育與微電影，以利綠能科技的推廣與教育。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本年度的計畫中擬透過實境解謎-密室逃脫遊戲導入綠能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。AIoT技術實作作品預計與能源與科學教具產業接軌，擬將該實境解謎-密室逃脫場域以預約方式，落實於大專院校潔能教育發展社群(中心學校與夥伴學校教師群)、潔能技訓發展社群(含職訓局與光電產業界社群)、東台灣中小學潔能種籽教師社群(花崗國中、慈濟中學、慈濟小學、東華大學附設實驗小學)、偏鄉暨原鄉再生能源設置與公民電廠推動社群等能源教育社群中，特別是透過東華大學推廣教育的開設來將綠能科普教育普及化。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] Dale, E., Audiovisual Methods in Teaching. Dryden Press, New York, 1969.
- [2] J. Robert Rossman, Barbara Elwood Schlatter, Recreation Programming: Designing Leisure Experiences, Sagamore Publishing; 4th Revised edition edition (1 Jan. 2003).
- [3] 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.
- [4] 唐納德·A·諾曼, "設計心理學.4: 未來設計", 出版社: 中信出版社, ISBN:9787508654133。
- [5] Siegler, R.S. and Ramani, G.B. Playing Linear Numerical Board Games Promotes Low-Income Children's Numerical Development. Developmental Science. 2008, 11(5), 655-661.
- [6] Burguillo, J.C. Using Game Theory and Competition-Based Learning to Stimulate Student Motivation and Performance. Computers & Education. 2010, 55(2), 566-575.
- [7] Grechus, M. and Brown, J. Comparison of Individualized Computer Game Reinforcement Versus Peer-Interactive Board Game Reinforcement on Retention of Nutrition Label Knowledge. Journal of Health Education. 2000, 31(3), 138-142.
- [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] 林原君, "實境遊戲之設計流程與製作之研究—以真人實境密室逃脫設計為例", 國立臺北教育大學/碩士論文, 2015。
- [12] 黎婉瑜, "技能教育導向實境密室逃脫設計模式研究", 國立成功大學/碩士論文, 2017。
- [13] Tsai, C.C., Liu, E.Z. F., Lin, S.S.J. and Yuan, S. M., A network peer assessment system based on a Vee heuristic Innovations in Education and Training International., 38(3) (2002) 220-230.

三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

國立東華大學光電工程學系

教育部 110 學年度 教學實踐研究計畫參與同意書

計畫名稱：綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響

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、能源科技中心

■研究目的：

本計畫藉由實境解謎密室逃脫遊戲導入綠能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搭配翻轉教室概念等方法進行。藉此提升學生獨立思考、團隊合作、激發創意與學習反饋能力。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，認同多元評量價值。本計畫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 110 學年度第一與第二學期進行。

110 學年度第一學期：進行互動式實境密室逃脫的設置。特別是，為了達到創作樣品的獨特性，參與者會盡可能的改變系統的設計邏輯，提升自我的獨立思考能力。課程中將整合光電元件，透過 MicroPython 來進行 AIoT 的程式編撰，藉此達到理論知識與實務整合的目的。

110 學年度的第二學期：我們試圖將此實境解謎密室逃脫遊戲導入綠能科技導論課程，並藉由該修課的同學進行互動式實境密室逃脫體驗與觀摩。有鑑於參與者經由小組中的交流、討論、互動，發揮集體智慧來解答出謎題。在這樣的情境與課堂中，著重學生彼此間合作討論與運用課程所學知識，且體驗過程中具有時間時效性可以消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。

■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。

■可能承受的風險及因應措施：

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。如依本研究訂定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，請慎重考慮是否參與，不要勉強。

■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 pauihao@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；且如果我中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。

錄音（或錄影/照片拍攝）：

- ☐同意-錄音（或錄影/照片拍攝） ☐不同意-錄音（或錄影/照片拍攝）（不適用請刪除）

研究參與者簽名處：

研究人員簽名：		聯絡電話：	
日期：	□□□□年□□月□□日		
計畫主持人簽名：			
日期：	□□□□年□□月□□日		

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。

教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表(太陽能電池創意實作-前後測)



測驗題目	
開放作答	教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表(太陽能電池創意實作-前測)
排程	- 單選題 矽基太陽能電池中以何種類型的型態成本最高?又以何種是可用於不規則曲面的應用? - 單選題 可算是目前世界上最永久性的能源 或燃料來源是何種? - 單選題 太陽能電池的原理主要是根據?主要貢獻者為? - 單選題 下列何者是太陽能電池發電的必要條件? - 單選題 光的三個原色是 - 單選題 可見光的描述何者錯誤? - 單選題 一個理想太陽電池材料應具備那些特性(1)無毒性(2)間接能隙材料(3)長效穩定性 (4)能採用稀土族... - 單選題 下列何者不是高聚光型太陽電池(HCPV)的主要元件 - 單選題 下列關於太陽能電池的描述何者正確 - 單選題 關於太陽電池結構的順序何者正確 - 單選題 目前台灣的能源政策中主要發展的再生能源選項有 - 單選題 太陽能電池中哪一種的光電轉換效率最高 - 多選題 你認為一個獨立型太陽能電池系統需要有哪些配件 - 單選題 太陽能電池、水力或風力發電系統均能穩定全天供電，均非常適合做為基載電力嗎? - 單選題 目前製作太陽能電池的主要材料 - 單選題 嘗試求解下圖綠色方框的數值? - 單選題 嘗試求解下圖藍色方框的數值? - 單選題 下列何者是太陽能電池的缺點 - 單選題 下列何者工具可以用來量測[電器]的耗能情況? - 單選題 下列何者描述正確



測驗題目	
開放作答	教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表(太陽能電池創意實作-後測)
排程	- 單選題 矽基太陽能電池中以何種類型的型態成本最高?又以何種是可用於不規則曲面的應用? - 單選題 可算是目前世界上最永久性的能源 或燃料來源是何種? - 單選題 太陽能電池的原理主要是根據?主要貢獻者為? - 單選題 下列何者是太陽能電池發電的必要條件? - 單選題 光的三個原色是 - 單選題 可見光的描述何者錯誤? - 單選題 一個理想太陽電池材料應具備那些特性(1)無毒性(2)間接能隙材料(3)長效穩定性 (4)能採用稀土族... - 單選題 下列何者不是高聚光型太陽電池(HCPV)的主要元件 - 單選題 下列關於太陽能電池的描述何者正確 - 單選題 關於太陽電池結構的順序何者正確 - 單選題 目前台灣的能源政策中主要發展的再生能源選項有 - 單選題 太陽能電池中哪一種的光電轉換效率最高 - 多選題 你認為一個獨立型太陽能電池系統需要有哪些配件 - 單選題 太陽能電池、水力或風力發電系統均能穩定全天供電，均非常適合做為基載電力嗎? - 單選題 目前製作太陽能電池的主要材料 - 單選題 嘗試求解下圖綠色方框的數值? - 單選題 嘗試求解下圖藍色方框的數值? - 單選題 下列何者是太陽能電池的缺點 - 單選題 下列何者工具可以用來量測[電器]的耗能情況? - 單選題 下列何者描述正確

教學實踐研究計畫參與同意書暨學習評量表(綠能科技導論-前後測)



測驗題目	
開放作答	110-2綠能科技導論前測試卷
排程	1. 單選題 關於風力能與風力發電概述下列何者有誤 2. 單選題 關於台灣風能的現況，下列何者描述錯誤？ 3. 單選題 關於地熱能與地熱發電的應用，下列何者描述錯誤？ 4. 多選題 下列關於太陽能電池的描述何者正確？(複選題) 5. 多選題 一個理想太陽電池材料應具備那些特性？(複選) 6. 單選題 關於太陽電池結構的順序何者正確？ 7. 單選題 下列何者屬於海洋能利用的技術範圍？ 8. 單選題 下列關於水力能描述何者錯誤？ 9. 單選題 關於生質能源的描述下列何者錯誤？ 10. 單選題 關於氫能與燃料電池的描述下列何者有誤？ 11. 單選題 2021年5月的台灣並不平靜。國內除了新冠疫情大爆發之外，部分縣市頻頻限水，全台甚至上演... 12. 單選題 全國首座畜牧糞尿集中處理設施，產生之沼氣可作為發電使用，發電後產生之沼液將作為農地肥... 13. 單選題 關於質子交換膜燃料電池(PEMFC)的主要關鍵元件不包含下列何者？ 14. 單選題 質子交換膜燃料電池(PEMFC)的陽極與陰極主要燃料種類分別是？ 15. 單選題 關於太陽能的相關描述下列何者有誤？ 16. 多選題 要建置一座太陽光電場並進行躉售(FIT)需要考量下列哪一項因素？(複選題) 17. 問答題 試求解出圖中Energy、齒輪圖示、Power 的答案(三位數字) 18. 單選題 國內首座5 瓩級的海洋溫差發電示範平台，利用表層及深層海水的不同溫差，推動渦輪發電機來... 19. 單選題 現階段台灣尚未完整發展與實踐的能源選項為下列何者？ 20. 多選題 關於淨零碳排的相關描述何者有誤(複選) 21. 單選題 全世界積極發展再生能源主要原因之一是為了降低溫室氣體排放，其中所提到的溫室氣體主要為... 22. 單選題 以下有關海洋能源的敘述，何者錯誤？ 23. 單選題 下列何者是台灣近幾年相關的能源與環境議題？ 24. 單選題 關於綠能科技導論所講述的潔淨能源單元裡，何者是有機會可以做為基載電力？ 25. 單選題 關於目前台灣在發展的併網型(市電併聯型)太陽能發電系統，其主要元件不包含下列何者？



測驗題目	
開放作答	110-2綠能科技導論後測試卷
排程	1. 單選題 關於風力能與風力發電概述下列何者有誤 2. 單選題 關於台灣風能的現況，下列何者描述錯誤？ 3. 單選題 關於地熱能與地熱發電的應用，下列何者描述錯誤？ 4. 多選題 下列關於太陽能電池的描述何者正確？(複選題) 5. 多選題 一個理想太陽電池材料應具備那些特性？(複選) 6. 單選題 關於太陽電池結構的順序何者正確？ 7. 單選題 下列何者屬於海洋能利用的技術範圍？ 8. 單選題 下列關於水力能描述何者錯誤？ 9. 單選題 關於生質能源的描述下列何者錯誤？ 10. 單選題 關於氫能與燃料電池的描述下列何者有誤？ 11. 單選題 2021年5月的台灣並不平靜。國內除了新冠疫情大爆發之外，部分縣市頻頻限水，全台甚至上演... 12. 單選題 全國首座畜牧糞尿集中處理設施，產生之沼氣可作為發電使用，發電後產生之沼液將作為農地肥... 13. 單選題 關於質子交換膜燃料電池(PEMFC)的主要關鍵元件不包含下列何者？ 14. 單選題 質子交換膜燃料電池(PEMFC)的陽極與陰極主要燃料種類分別是？ 15. 單選題 關於太陽能的相關描述下列何者有誤？ 16. 多選題 要建置一座太陽光電場並進行躉售(FIT)需要考量下列哪一項因素？(複選題) 17. 問答題 試求解出圖中Energy、齒輪圖示、Power 的答案(三位數字) 18. 單選題 國內首座5 瓩級的海洋溫差發電示範平台，利用表層及深層海水的不同溫差，推動渦輪發電機來... 19. 單選題 現階段台灣尚未完整發展與實踐的能源選項為下列何者？ 20. 多選題 關於淨零碳排的相關描述何者有誤(複選) 21. 單選題 全世界積極發展再生能源主要原因之一是為了降低溫室氣體排放，其中所提到的溫室氣體主要為... 22. 單選題 以下有關海洋能源的敘述，何者錯誤？ 23. 單選題 下列何者是台灣近幾年相關的能源與環境議題？ 24. 單選題 關於綠能科技導論所講述的潔淨能源單元裡，何者是有機會可以做為基載電力？ 25. 單選題 關於目前台灣在發展的併網型(市電併聯型)太陽能發電系統，其主要元件不包含下列何者？