

# 科技部補助專題研究計畫報告

虛擬實境應用對STEAM工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響

報告類別：精簡報告  
計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：MOST 109-2511-H-003-039-  
執行期間：109年08月01日至110年10月31日  
執行單位：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系（所）

計畫主持人：張玉山

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：王至恩  
碩士班研究生-兼任助理：黃紹峯  
碩士班研究生-兼任助理：謝安琪

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 10 月 17 日

中文摘要：本研究「虛擬實境應用對STEAM工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響」旨在針對高中的STEAM課程，將虛擬實境應用到創造性體驗學習中，以瞭解其對創意歷程、創意表現、創造性經驗學習歷程的影響。

研究一：本研究以八年級學生為對象，透過不平等組準實驗設計，探討虛擬實境應用對創意成份與設計創意表現的影響，以及以認知負荷為中介變項，虛擬實境應用對創意成份與設計創意表現的預測力。本研究的主要結論如下：

- 1.1. VR應用對專業認知及創意動機有中度以上的效果。但是VR應用對創意思考能力沒有影響。
2. VR應用對設計創意表現的奇特性及有用性，具有中度以上的效果，尤其有用性的效果最大。
- 3.3. VR應用對外負荷及增生負荷有中度以上效果量的影響。但是對內在負荷並沒有影響。
4. VR應用與認知負荷對創意成份與創意表現，都有預測力，對創意表現的預測力接近可接受水準。

研究二：本研究旨在探討虛擬實境應用對技能學習歷程與效果的影響。本研究以一家電信公司客戶網路纜線組的新進人員共60人為對象，並以光纖熔接技術的學習為研究範圍。主要的研究結論如下：1. 根據技能學習測驗的結果，虛擬實境在技能學習的學習效果比傳統的講述示範方法，有很大的效果。2. 根據技能學習評量的結果，虛擬實境對技能學習的知覺層次有大的有負面效果，但是在適應、創新兩個層次有中度的正面效果。3. 在VR操作的學習階段，VR學習技能的行為轉換以認知期到連結期最為明顯。

中文關鍵詞：VR, STEAM, engineering design, creativity

英文摘要：This study recruited eighth-grade students as participants and employed a non-equivalent-groups quasi-experimental design to examine how virtual reality (VR) application influences creativity components and creative performance. The study also investigated the ability of VR application to predict creativity components and creative performance, using cognitive load as the mediator. The conclusions are as follows:

1. VR application had marked effects on professional cognition and creative motivation but no effect on creative thinking skills.
2. VR application had marked effects on the novelty and usefulness aspects of creative performance, particularly with respect to usefulness.
3. VR application had marked effects on extraneous and germane cognitive load, but no influence on intrinsic cognitive load.
4. Both VR application and cognitive load were able to predict creativity components and creative performance. Their abilities to predict creative performance approached an acceptable level.

英文關鍵詞：VR, STEAM, engineering design, creativity

## 科技部補助專題研究計畫成果報告 (期末報告)

虛擬實境應用對 STEAM 工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：MOST 109-2511-H-003 -039 -

執行期間：109 年 8 月 1 日至 110 年 7 月 31 日

執行機構及系所：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

計畫主持人：張玉山

共同主持人：

計畫協同主持人：

計畫參與人員：王至恩. 黃紹峯. 謝安琪. 蔡依帆

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 0 份：

- 執行國際合作與移地研究心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 出國參訪及考察心得報告

中 華 民 國 110 年 10 月 17 日

# 虛擬實境應用對 STEAM 工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響

## 摘要

本研究「虛擬實境應用對 STEAM 工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響」旨在針對高中的 STEAM 課程，將虛擬實境應用到創造性體驗學習中，以瞭解其對創意歷程、創意表現、創造性經驗學習歷程的影響。

研究一：本研究以八年級學生為對象，透過不相等組準實驗設計，探討虛擬實境應用對創意成份與設計創意表現的影響，以及以認知負荷為中介變項，虛擬實境應用對創意成份與設計創意表現的預測力。本研究的主要結論如下：

1. VR 應用對專業認知及創意動機有中度以上的效果。但是 VR 應用對創意思考能力沒有影響。
2. VR 應用對設計創意表現的奇特性及有用性，具有中度以上的效果，尤其有用性的效果最大。
3. VR 應用對外負荷及增生負荷有中度以上效果量的影響。但是對內在負荷並沒有影響。
4. VR 應用與認知負荷對創意成份與創意表現，都有預測力，對創意表現的預測力接近可接受水準。

研究二：本研究旨在探討虛擬實境應用對技能學習歷程與效果的影響。本研究以一家電信公司客戶網路纜線組的新進人員共 60 人為對象，並以光纖熔接技術的學習為研究範圍。主要的研究結論如下：

1. 根據技能學習測驗的結果，虛擬實境在技能學習的學習效果比傳統的講述示範方法，有很大的效果。
2. 根據技能學習評量的結果，虛擬實境對技能學習的知覺層次有大的有負面效果，但是在適應、創新兩個層次有中度的正面效果。
3. 在 VR 操作的學習階段，VR 學習技能的行為轉換以認知期到連結期最為明顯。

關鍵字:VR, STEAM, engineering design, creativity

## 壹、研究計畫之背景與動機

隨著 5G 時代的來臨，虛擬實境是產業必爭的新科技。在美國史丹佛(Stanford)、哈佛(Harvard)、麻省理工學院(MIT)等知名大學大力推動 STEAM 設計思考教學的同時，國際間先進國家也大力關注。當虛擬實境應用在 STEAM 工程設計教育時，是否影響學生的工程設計創意表現？再者，虛擬實境教學應用，又是否在創意歷程與學習歷程產生影響？

### 一、為何研究創造力？

創新是企業競爭力的來源，創造力培育是創新的根本

隨著科技的發展與全球經濟型態的成形，創新是經濟成長與企業競爭力的主要因素(European Commission, 2015)。例如，歐盟透過「水平線 2020」方案(Horizon 2020 programme)對創新聯盟提出 2020 創新策略、創新政策等具體措施(Europe 2020 Strategy and Innovation Union)，來達到「2020 創新指標」(EU 2020 Innovation Indicator)的目標(European Commission, 2015; Janger, Schubert, Andries, Rammer, & Hoskens, 2017)。美國國家經濟委員會每年都會研提國家創新策略，作為白宮施政的參考(National Economic Council and Office of Science and Technology Policy, 2015)，其中強調人力素質是創新的基礎，企業紛紛強調內部人力的創新能力提升，來達成創新績效的要求；各級學校則重視學生創造力的激發以及創新能力的培養(National Economic Council and Office of Science and Technology Policy, 2015; Executive Office of the President, 2016)。

在臺灣，教育部(2015a)所訂頒的「青年發展政策綱領」強調開展青年六項關鍵能力(健康力、創學力、公民力、全球力、就業力及幸福力)為施政目標，其中的創學力就是主動學習與創造力開發。教育部(2015b)在「ide@ Taiwan 2020 (創意臺灣)政策白皮書亮點報告」中也特別重視創造力學習在數位時代的重要性。也就是說，從創意學習到創意表現(問題解決或是創意產出)，是當前國際間的教育焦點，也是臺灣發展軟實力的關鍵。

### 二、為何聚焦於 STEAM？

STEAM 跨科整合學習，是先進國家的教育趨勢

美國 STEM 教育的興起背景，包括科學科技人力的大量缺口、中學生的中輟率太高、學生的學習動機低落、學生所學知識的實用性太低，乃至於新科技時代(人工智慧、大數據、機器人等)的人力素質需要

等(The White House Office of Science and Technology Policy, 2018)。因應新興科技發展與人力需求改變等，人力發展與培育的觀點一直在調整。史丹佛大學的 STEAM 教育主要是透過設計學院 d.School 的運作(Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University, 2019; Zehlia, 2019)。哈佛大學從 2012 年開始執行「透過設計活動的教育」計畫(Agency by Design, AbD)，強調創客導向學習(maker-centered learning)的 STEAM 教育。

南韓有國家層級的機構來推動 STEAM 教育(Hong, 2019)，澳洲也將 STEAM 進行國家課程的對應，希望融入達到 STEAM 教育的目標(Australian Curriculum Studies Association Incorporated, 2019)；美國則有喬治亞、內華達、俄亥俄等州大力推動 STEAM 教育，更提供 STEAM 的課程(Dell'Erba, 2019)，因此，STEAM 是先進國家的重要教育趨勢。不管人力培育的觀點，或是跨域整合課程，還是設計思考的教學等，STEAM 都是具有前瞻的重要性。

### 三、為何使用虛擬實境？

虛擬實境是重要新興科技，在創造力教學應用具有潛力

虛擬實境整合了電腦圖形、電腦仿真、人工智慧、感應、顯示及網路並列處理等技術的最新發展成果，是一種由電腦技術輔助生成的高技術模擬系統，強調沉浸—互動—構想(immersion - interaction - imagination) (Passig, Tzuriel, & Eshel-Kedmi, 2016; Vaughan, Gabrys, & Dubey, 2016)。目前虛擬實境的教育訓練系統最常用在醫療、工商業訓練、嚴肅遊戲、復健、以及遠端訓練(例如 Massive Open Online Courses, MOOCs) (Vaughan, Gabrys, & Dubey, 2016)。教育部(2016)指出，2016 年被產業界譽為「VR 元年」，各式穿戴裝置及相關應用軟體於年初陸續發表，臺灣為全球 IT 產業重鎮，在其中更是扮演了舉足輕重的角色。不管從教學應用或是產業發展的角度來看，虛擬實境都會扮演相當重要的角色。

在創造力教學應用上，虛擬實境情境與 3D 功能，增進使用者的空間感受(Fröhlich, Alexandrovsky, Stabbert, Döring, & Malaka, 2018)，並且可重複學習、能激發創意構想、鼓勵採用創意、容易重複嘗試不同的設計(Yang, Lin, Cheng, Yang, Ren, & Huang, 2019; Gonçalves & Campos, 2018)，實證研究也指出，虛擬實境應用使想像力和創造力表現更好(Fröhlich, Alexandrovsky, Stabbert, Döring, & Malaka, 2018)。透過腦波研究，虛擬實境應用有助於沉浸和心流效果，因此有助於創造力培養與創造力表現(Yang, Lin, Cheng, Yang, Ren, & Huang, 2019)。再根據腦科學與認知的進一步研究，虛擬實境有助於認知反思(cognitive reflection) (Yang, Lin, Cheng, Yang, Ren, & Huang, 2019)；當使用者接收到虛擬實境中的幻覺、錯覺(Illusion, Plausibility Illusion)，更能有助於學習者的發現歷程以及掌握實體，並發揮創意(Gonçalves & Campos, 2018)。

## 貳、研究目的

本研究「虛擬實境應用對 STEAM 工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響」旨在針對高中的 STEAM 課程，將虛擬實境應用到創造性體驗學習中，以瞭解其對創意歷程、創意表現、創造性經驗學習歷程的影響。主要的研究目的以及各分年的目標如下：

1. 發展虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的教學模組
2. 評估虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的教學模組之創意表現效果
3. 發展虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的進階模組
4. 評估虛擬實境對創造性經驗學習歷程與學習結果的影響
5. 推廣虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的教學模組
6. 建立虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的教學模組的商品化模式

### <第一年>

1. 發展虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的教學模組，並進行必要的修正
2. 發展創意作品量表、創意歷程量表、STEAM 態度量表評測工具
3. 進行教學實驗，分析虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習對工程設計創意歷程與創意表現的影響

### <第二年>

1. 發展虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的進階教學模組
2. 發展創造性經驗學習歷程與學習結果的評測工具
3. 分析虛擬實境對創造性經驗學習結果的影響
4. 分析虛擬實境對創造性經驗學習歷程的影響

<第三年>

1. 結合臺師大教師進修體系(系所、科技領域教學研究中心、學會)(研習、工作坊、競賽)，訓練種子教師，建立示範學校
2. 組織試辦學校，推廣應用
3. 發展虛擬實境融入高中 STEAM 創意學習的模組的教學包，進行商品化設計

## 參、研究實施與結果

1. Yi-Ching Chen, Yu-Shan Chang\*, Meng-Jung Chuang. (2021). Virtual reality application influences cognitive load-mediated creativity components and creative performance in engineering design. *Journal of Computer Assisted Learning*, . 2021;1–13. DOI: 10.1111/jcal.12588 (通訊作者)(SSCI, IF:3.862 JCR Ranking:83.14, Q1). (corresponding author)
2. Yu-Shan Chang\*. (2021). Effects of virtual reality application on skill learning for optical-fibre fusion splicing. *British Journal of Educational Technology*, 2021; 52:2209–2226. DOI: 10.1111/bjet.13118. (第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:4.929 JCR Ranking: 92.99, Q1) (corresponding author)
3. Yu-Shan Chang \*, Jing-Yueh Kao, Yen-Yin Wang, Shu-Chun Huang. (2021). Effects of cloud-based learning on student's engineering design creativity with different creative self-efficacy. *Thinking Skills and Creativity*, 40. 100813.https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100813(第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:3.106 JCR Ranking: 72.54, Q2) (corresponding author)
4. Chang, Y. S.\*, Chou, C. H., Chuang, M. J., Li, W. H., & Tsai, I. F. (2020). Effects of virtual reality on creative design performance and creative experiential learning. *Interactive Learning Environments*. DOI:10.1080/10494820.2020.1821717 (第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:3.928 JCR Ranking: 83.9, Q1)
5. Chang, Y. S. (2020). Influence of Virtual Reality on Engineering Design Creativity. *Educational Studies*. (第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:0.814 JCR Ranking: 219/263, Q4) https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1754767
6. Lin, H. C., Chang, Y. S.\*, & Li, W. H. (2020). Effects of a virtual reality teaching application on engineering design creativity of boys and girls. *Thinking Skills and Creativity*, 37(September), 100705. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100705 (通訊作者) (SSCI, IF:3.106 JCR Ranking: 72.54, Q2) (corresponding author)
7. Huang, N. T., Chang, Y. S.\*, & Chou, C. H. (2020). Effects of creative thinking, psychomotor skills, and creative self-efficacy on engineering design creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 37, Article 100695. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100695. (通訊作者) (SSCI, IF:3.106 JCR Ranking: 72.54, Q2) (corresponding author)

## Part I. Virtual reality application influences cognitive load-mediated creativity components and creative performance in engineering design.

### Abstract

This study recruited eighth-grade students as participants and employed a non-equivalent-groups quasi-experimental design to examine how virtual reality (VR) application influences creativity components and creative performance. The study also investigated the ability of VR application to predict creativity components and creative performance, using cognitive load as the mediator. The conclusions are as follows:

1. VR application had marked effects on professional cognition and creative motivation but no effect on creative thinking skills.

2. VR application had marked effects on the novelty and usefulness aspects of creative performance, particularly with respect to usefulness.
3. VR application had marked effects on extraneous and germane cognitive load, but no influence on intrinsic cognitive load.
4. Both VR application and cognitive load were able to predict creativity components and creative performance. Their abilities to predict creative performance approached an acceptable level.

## Part II. Effects of virtual reality application on skill learning for optical-fiber fusion splicing.

### **Abstract**

This study explored the effects of virtual reality (VR) application on the process and outcome of skill learning. The participants consisted of 60 new employees in the customer network cable service division of a telecommunications company, and the study focused on the learning of optical-fiber fusion splicing skills. The skill-learning test results revealed the following: 1) the skill-learning effect associated with VR application was greater than that of conventional lecturing and demonstration approaches; 2) VR application had a considerable negative effect on the perception level of skill learning but a moderately positive effect on adaptation and origination levels; and 3) in the VR operation stage of learning, the behavioral transition from the cognitive phase to the associative phase was the most prominent.



109年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：張玉山		計畫編號：109-2511-H-003-039-			
計畫名稱：虛擬實境應用對STEAM工程設計創意歷程與經驗學習歷程的影響					
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	
		研討會論文	0		
		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	3	篇	
		研討會論文	0		
		專書	0		本
		專書論文	0		章
<p>1. Yi-Ching Chen, Yu-Shan Chang*, Meng-Jung Chuang. (2021). Virtual reality application influences cognitive load-mediated creativity components and creative performance in engineering design. Journal of Computer Assisted Learning, . 2021;1 - 13. DOI: 10.1111/jcal.12588 (通訊作者)(SSCI, IF:3.862 JCR Ranking:83.14, Q1). (corresponding author)</p> <p>2. Yu-Shan Chang*. (2021). Effects of virtual reality application on skill learning for optical-fibre fusion splicing. British Journal of Educational Technology, 2021; 52:2209 - 2226. DOI: 10.1111/bjet.13118. (第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:4.929 JCR Ranking: 92.99, Q1) (corresponding author)</p> <p>3. Yu-Shan Chang , Jing-Yueh Kao, Yen-Yin Wang, Shu-Chun Huang. (2021). Effects of cloud-based learning on student' s engineering design creativity with different creative self-efficacy. Thinking Skills and Creativity, 40. 100813.https://doi.org/10.1016/j.ts c.2021.100813(第一作者，通訊作者) (SSCI, IF:3.106 JCR Ranking: 72.54, Q2) (corresponding author)</p>					

		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
	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		
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。)					