

【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 (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PMN1080152

學門專案分類/Division：醫護類

執行期間/Funding Period：108.08.01～109.07.31

擴增三維全像投影技術對護理學生學習成績之成效研究—

以身體評估暨實驗課為例

計畫主持人(Principal Investigator)：陳貞蓉

共同主持人(Co-Principal Investigator)：王智弘

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：馬偕醫學院/護理學系

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)：109.08.04

擴增三維全像投影技術對護理學生學習成績之成效研究— 以身體評估暨實驗課為例

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

當前許多國家不斷地挹注大量經費逐鹿「人才戰場」，從過去的「人力建國」走向「人才立國」，更朝向「人才強國」升級；更因為在全球化浪潮席捲下，人才競爭早已跨越國界(張源泉, 2017)。然而，培養具競爭力人才的關鍵在於提升教育競爭力，提升教育競爭力則必須思考如何能有效地提升學生對於課程之吸收力與應用力，不僅僅是定量式教學評量，更是要激發學生質化能力之表現，方能使學生未來轉化知能為創造力(DeLozier & Rhodes, 2017)，一方面使社會個體得以生存發展並厚植國計民生軟實力，另一方面社會群體亦因此凝聚豐富多樣性而愈見完善進步。近來拜科技快速發展之賜，教育先驅者紛紛思考如何能運用這股科技力轉為教育奠基，藉由善用科技創新教學方法，強化學生對課程吸收力，以達成知能提升，最終達成提升教育競爭力之目標(Lee, 2017)。

雖然新科技在各種工作場所發展迅速，對製造業、電子業、運輸業、軍事防禦、通信、醫療保健和食品行業均產生重大的影響(Educational Testing Service, 2009)。然而，儘管新科技以前所未有的速度發展，但新科技的實施通常不是現有高等教育系統中的既定流程和實踐 (Leonard & Fitzgerald, 2018)，在遵循慣例會更容易的情況下，讓身處教育系統中的許多人常趨向於抵制變革，進而發生變革阻力(Johnson et al., 2012)。高等教育的過程和實踐的政策制定往往建立在抵制變革的固定模式之上，使得本應努力滿足當前時代需求的高等教育機構，對新科技的導入也常面臨同樣的阻力(Kelly & Hess, 2013)。高等教育機構的主政者與立法者一起制定常規(routines)，這些常規在某種程度上有助於建立教育機構流程和實踐的慣例模式，但也往往會妨礙高等教育系統內的真正改革(Kelly & Hess, 2013)。教學界的標準化常規已行之多年，且已形成既定的常規。因此，改變有其難度(Kelly & Hess, 2013)。另一個可能原因，是有關於推廣或審查權屬的問題，因為不管是創新科技的嘗試、應用或採購通常是由非教育專業人員所專責(Johnson et al., 2012)。對於高等教育機構的主政者來說，要落實為學生的成功做好準備的使命，則需要持續的關注資訊通信技術和先進技術不斷增長和更新的狀況(Educational Testing Service, 2009)。

隨著科技的發展，教學和學習方法也必需進化(evolve) (Leonard & Fitzgerald, 2018)。在教育機構中實施新的創新科技(如擴增 3D 全像投影)有可能增進學生的學習效果(zSpace, Inc. 2016)。目前有關在高等教育中使用擴增 3D 全像投影技術以及對學生學習成果分數的影響的研究還不足，有關全像投影用於教育目的的研究也很少。其原因可能是教育工作者認為全像投影不是一種有效的學習工具或在教育中使用全像投影不會對學生的學習成果產生有益的影響(Ghuloum, 2010)。Ghuloum (2010)對英國 400 名教師進行了一項名為“學習環境中的 3D 全像投影技術(3D Hologram Technology in Learning Environment)”的研究。該研究

由來自不同年級的教師組成，包括高等教育教師，並側重於他們對使用全像投影作為一種學習工具，是否會改變教育的面貌。該研究的結果顯示，許多參與者並不認為全像投影會改變教育的面貌(Ghuloum, 2010)。

擴增 3D 全像技術是一項新興技術，許多人預測這將對教育領域產生重大影響(Oran, 2016)。將擴增 3D 全像投影用於教育目的將為學生提供更具參與性的學習體驗，為他們提供互動的機會，以及類似實境世界體驗的新學習環境(Oran, 2016)。新的學習環境將更容易的將學生聚集在一起、使學生對學習更加振奮、鼓勵更多的學生參與人際互動、鼓勵終身學習、促進更完整的經驗分享、讓學生對學習態度更趨開闊(Oran, 2016)。

在教育學習過程中，各項技術彼此交織(intertwined)，而科技正在以非常快的速度持續發展；因此，高等教育機構的主政者必須隨時掌握並實施新科技。高等教育主政者必須意識到使用擴增 3D 全像投影對學生的學習過程、學習經歷和學習成果的重要性(Golden, 2017)。本研究是必要的，因為擴增的 3D 全像投影正越來越多地運用於教育系統、商業環境和社區。高等教育機構的主政者需要即時了解新科技，研究擴增 3D 全像投影對學生學習過程的影響，並研究擴增 3D 全像投影對學生學習成果的影響。此外，教育人員可以探索擴增 3D 全像對其他領域的學習的可能性，並加速幫助學生接近新的科技做更好更多的準備。

2. 文獻探討(Literature Review)

以教育為目的的使用擴增 3D 全像投影為教育者提供了一種互動的教學工具，並聚焦於以問題為基礎的實境世界的學習(zSpace, Inc., 2016)。學生可以將一個物體顯像並移動它、改變它並將其拆開(zSpace, Inc., 2016)。本研究以問題為基礎，透過使用擴增的 3D 全像投影，學生可以藉由與學習環境的互動來學習新的概念(zSpace, Inc., 2016)。

■ 3D 全像投影介紹

全像投影記錄原理是兩束雷射激光束到達記錄介質(medium)上，它們的光波相交(intersect)並相互干涉(interfere)。這些干涉印在記錄介質上，可以認為是場景的加密版本(an encrypted version of the scene)(圖 1)。為了查看其內容，需要與用於記錄全像投影的原始光源相同的雷射激光束。當這種雷射激光在膠片(film)上曝光時，衍射(diffraction)照射並被全像投影的表面圖案(surface pattern)。這種現象產生於最初產生的光場相同的光場(light field)將場景(scene)散射(scattered)到全像投影上。該效果在人的視網膜中產生的圖像被稱為虛擬影像(virtual image)。而當一個半透明投影出現在背景前面時，會出現“Pepper's Ghost”，它涉及從放置在場景前面的分束器反射圖像。“Pepper's Ghost”只提供一次反射。它不允許多個透明投影平面。此外，它不能產生在平行於觀察者的光路的方向上彼此穿過的圖像。直到 2016 年，3D 全像投影用於商業和教育目的已經成為一種夢想，許多人認為這是一種在當前環境中無法實現的未來生活方式。然而，隨著 Hewlett Packard HPZ 全像 3D 虛擬實境監視器(Hewlett Packard HPZ Holographic 3D Virtual Reality® monitor)和 zSpace®系統(zSpace® system)的發佈，將全像投影用於商業和教育的目的，成為個人日常生活中的一部分的願景達到成熟時機(Golden, 2017)。Hewlett Packard HPZ 全像 3D 虛擬實境監視器類似於 Microsoft®全像軟

體，因為它可以投影 3D 全像影像。影像從監視器投射，並可使用手寫筆進行操作(HP Development Company, L.P., 2016)。使用 3D 眼鏡，將影像投射到戴 3D 眼鏡的人(HP Development Company, L.P., 2016)。為了教育和培訓目的，影像也可以放大投放(broadcast)到更大的屏幕上(HP Development Company, L.P., 2016)。該顯示器使用全動態視差傳感器(full motion parallax sensors)，可追蹤使用者佩戴的 3D 眼鏡並隨之移動，從而使使用者可以看到正在投影的影像(HP Development Company, L.P., 2016)。觸控筆(stylus pen)允許使用者旋轉、操控、導航和縮放(rotate, manipulate, navigate, and zoom)影像(HP Development Company, L.P., 2016)。例如，觸控筆可用於移動人體骨骼的 3D 影像，從而可以查看、聚焦和研究骨骼的所有角度(HP Development Company, L.P., 2016)。觸控筆還可讓使用者透過筆，感受到人的心臟跳動(zSpace, Inc., 2016)。

zSpace 公司是一家專注於互動式(interactive)硬體和軟體平台的技術提供商(zSpace, Inc., 2016)。zSpace 的產品用於讓學生與擴增實境和全像投影進行互動，是本研究中實施的介入措施。zSpace 系統使用不可或缺的一部分，Hewlett Packard HPZ 全像 3D 虛擬實境監視器(zSpace, Inc., 2016)。

Jamali、Shiratuddin、Wong 和 Oskam(2015)進行了一項“利用移動擴增實境學習人體解剖學”的研究。研究者為研究人體骨骼的學生創建了”移動擴增實境人體解剖學(The researchers created a learning tool called Human Anatomy in Mobile Augmented Reality; HuMAR)”的學習工具(Jamali et al., 2015)。對 30 名學生進行先驅(pilot)測試，發現學生對新學習工具的可用性(usability)和特徵(features)感到滿意(Jamali et al., 2015)。新的學習工具使用了多模式擴增實境界面(multimodal augmented reality interface)，即是以語言和行為的形式合併真實對象和系統，如語音(speech)、觸碰(touch)、自然手勢(natural hand gestures)或凝視(gaze)，且在學習中便於學生與應用程式間互動(Jamali et al., 2015)。移動擴增實境(mobile augmented reality; mAR)應用程式作為學習工具的主要優勢在於應用多媒體元素增強學生互動，及學生可以隨時隨地使用行動電話學習(Jamali et al., 2015)。

■使用全像投影於高等教育場域中

在高等教育環境中使用擴增 3D 全像投影存在許多益處，因為擴增 3D 全像技術是一項創新科技，未來有望能進階優化其功能。一些學校已經使用擴增 3D 全像技術，似乎還有更多人將在不久的將來使用它(Golden, 2017)。

大學生需要掌握認知技能，以便識別和解決工作場所所遭遇的問題和解決方案(Educational Testing Service, 2009)。由於擴增的 3D 全像投影允許學生可視化、分析和改變 3D 全像影像，因此全像投影可用於滿足學生提高認知技能的需要(zSpace, 2016)。在高等教育環境中實施新科技的另一個重要原因是，現代大學生是一種不同類型的學習者，通常被稱為網絡世代學習者(Net Generation learner)(Casares, Dickson, Hannigan, Hinton, & Phelps, 2012)。網絡世代學習者透過親手實作的經驗和社交互動來學習，並期望學習過程中能包括社交互動(Casares et al., 2012)。

高等教育醫學的 3D 技術是 2012 年發展出的進步的技術，此技術由醫學動畫實驗室所創建(Lee, 2013)。然而，將 3D 動畫投射在二維(2D)平面屏幕上，則限制了動畫在觀看或與它們互動時的優點，因為它們看起來不那麼逼真(Lee, 2013)。當紐約大學醫學院引入名為 Bio Digital Human 的線上 3D 互動高等教育醫學可視化

計劃時，3D 技術又取得了進步(Lee, 2013)。該計劃實施於三年級上解剖課程的學生，他們戴著 3D 眼鏡觀看和探索投影到 2D 投影儀屏幕上的真人大小的 3D 虛擬人體解剖構造(Lee, 2013)。

Lee (2013)指出，雖然 3D 全像技術通常是在教育環境之外開發和使用的，但 3D 全像技術可以成為一種有效的教學和學習工具。Lee (2013)進一步指出，這種類型的技術促進了以學生為中心的學習環境，並且是學生可以與他們的學習環境互動並根據他們的學習經歷構建他們的知識環境的一種類型。另一所將全像投影用於課程的醫學院是 Touro College of Osteopathic Medicine，該學院於 2014 年開放，使用全像投影教學生(Sheva, 2015)。

University of Nebraska 的主政者正計劃實施模擬和虛擬實境培訓計劃，該計劃將與所有中心相連，並為學生提供模擬和虛擬的學習體驗(Loeks, 2015)。該中心包括使用虛擬實境描繪的人體解剖構造、數字學習牆、病人模擬機(simulators)、虛擬手術單位(virtual surgery units)和團隊模擬(simulations)(Loeks, 2015)，且允許與世界各地的醫生和臨床醫生進行合作(Loeks, 2015)。BBC 官方新聞(2000 年)指出，英國教育市場最大的互聯網連接供應商 Edex 在倫敦的 BETT 2000 教育技術會議上使用 3D 全像技術，將 3D 全像投影在課堂上，可以和所有的學生互動交談(Ghuloum, 2010, pp. 697)。

另一個使用全像投影教學的是首爾的 Alive Gallery，全像投影和 3D 技術讓學習者看到了西方藝術的傑作(Ghuloum, 2010)。例如，蒙娜麗莎作為 3D 全像投影出現並回答學生的問題，或者米開朗基羅作為 3D 全像投影出現，並解釋了他的繪畫技巧(Ghuloum, 2010)。

在本研究使用的 zSpace 系統具有全像使用者界面(interface)，並且當與 3D 眼鏡一起使用時，可在學生面前投射可視化擴增的 3D 全像投影(zSpace, Inc., 2016)。例如，參與研究的自願學生能夠觀看人體骨骼系統的擴增 3D 全像投影，使學生能夠更好地即視化骨骼的構造。zSpace 系統可以在學生面前從顯示器投射擴增的 3D 全像投影，然後通過用手寫筆(stylus pen)來操縱移動物件(zSpace, Inc., 2016)。擴增 3D 全像投影的使用也可以在醫學領域帶來新的突破。國家過敏和傳染病研究所的研究人員指出雌性瘧蚊(a female Anopheles mosquito)攜帶瘧疾寄生蟲並以吸人血為食(National Institute of Allergy and Infectious Diseases, 2016)。蚊子將寄生蟲以孢子的形式注入人體血液中，然後孢子進入肝臟並侵入人體肝細胞(National Institute of Allergy and Infectious Diseases, 2016)。Wilson、Carter 和 Reece(2013)在“美國國家科學院院刊(Proceedings of the National Academy of Sciences)”上發表了一篇關於瘧疾寄生蟲高速全像顯微鏡的文章。Wilson 等人(2013)描述了一種 3D 全像技術，可以創建瘧疾精子的移動數位 3D 全像投影。研究者表示，由於使用了全像技術，發現了生物體如何交配的新的見解。

透過適當使用擴增 3D 全像技術，高等教育機構可以為學生提供更先進的學習形式。然而，這種類型的學習不應僅限於醫學領域的學生，還應包括其他領域的學生，如藝術、工程和設計(Golden, 2017)。Johansson(2012)的研究指出，擴增的 3D 全像投影可能對學習外語等選修課程的學生非常有益，或者幫助有語言障礙的學生。Johansson(2012)進行了一項題目為“神經內科感覺刺激為的介入：中風復健的多重感覺刺激(Sensory stimulation as intervention in neurology: Multisensory stimulation in stroke rehabilitation)”的研究，該研究產生的結果表明能夠使語言可視化可以加速中風患者復健過程中的語言恢復過程。Johansson(2012)指出，視聽

理解(comprehension)會激活大腦的額顳、頂葉區域，因為這些區域主要負責語言和感知的產生。

3. 研究問題(Research Question)

本研究的目的是在身體評估暨實驗學的課程中，透過使用前測和後測進行準實驗確定用於教育目的擴增 3D 全像投影的使用是否會顯著提高護理學生在身體評估暨實驗學科中的學習成績得分。在控制前測值下，實驗組的後測評分的調整後平均值顯著更高於沒接受擴增 3D 全像投影技術介入的控制組。其目的在於了解學生使用擴增 3D 全像投影進行教學的體驗，以及學生對擴增 3D 全像投影用於教育目的的看法。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本研究的定量分析基於實證主義(Positivism)，實證主義本質上是定量的，是聚焦在可量化的結果(Mack, 2015)。實證主義者認為，個人對現實的不同看法產生出個人的世界和意義(Mack, 2015)。本研究的定量研究設計是一個前測和後測準實驗兩組(實驗組和對照組)設計，並使用學生的識別號碼和電腦隨機程序將學生自願者隨機分配到實驗和對照組。

實驗組的學習方法包括使用擴增 3D 全像投影、醫學書籍、骨盒、iPad、互聯網和其他學習方法。實驗組的學生可以隨時選擇任何學習方法，但被要求將擴增 3D 全像投影作為他們的學習方法之一。對照組的學習方法包括使用醫學書籍、骨盒、iPad、互聯網和其他學習方法。對照組未被分配使用擴增 3D 全像投影來完成課程學習。一旦研究結束，對照組就可以使用擴增 3D 全像投影的介入措施。

■課程規劃相關說明

在充分了解學校人力、物力和財力等基本狀況的基礎上，通過探索和創新來產生學校獨特的擴增 3D 全像投影技術融入身體評估暨實驗學的課程規劃。主要運作包括以下幾個基本步驟：組織構建、收集資料、確定目標、再收集資料、構建預方案、進行審核、修改方案、描述方案。課程規劃基本步驟說明如下：

1. 建立課程規劃團隊，即建立以校長、教導主任、骨幹教師和教育專家為主體的學校課程規劃團隊。
2. 收集資料，即廣泛收集課程開發所需要的各種資料，如課程政策、課程資料、學情資料、社區資料、教師資料等，並分類整理。
3. 確定目標，即確定學校的課程目標，構建校本化的課程標準。
4. 研製方案，即編制學校課程規劃的整體方案，如課程設置方案、課時安排方案、校本課程開發方案、課程實施方案、課程評價方案等。
5. 集體審議，即把課程方案移交全校教職員工進行審核，在廣泛聽取意見的基礎上修改後再次移交教師代表審核。
6. 描述方案，即送交教職員會議進行審議，根據審議結果提出修改意見，對方案進行修改，並用準確的語言予以描述以作為學校課程事務的行動指南。

■設立課程規劃團隊

在課程規劃制定與實施過程中，校長與身體評估暨實驗學課程負責教師在協商的基礎上，賦予了負責教師課程規劃的權利，並設立了擴增 3D 全像投影技術融入身體評估暨實驗學新的課程規劃團隊，安排了人員職務，分配任務，建立獎勵評定機制，確

定課程規劃保障機制。課程規劃團隊成員職責說明如下：

1. 制定具體的擴增 3D 全像投影技術融入身體評估暨實驗學新的教學計劃，排定課時。
2. 根據教師實施新發展的教學課程過程中的問題和需要，制定課程培訓計劃，並負責計劃的全面落實。
3. 對教研活動進行具體的落實和督促，審驗各班的擴增 3D 全像投影技術融入身體評估暨實驗學新的教學計劃，指導教師對學生進行全面新發展的教學模式，為課程的開發和應用提供各種保證。
4. 檢查各班新發展的教學課程實施情況，收集相關資料和數據，發現問題及時向課程委員會匯報並提出處理意見。
5. 堅持每月詢問各班新發展的教學課程實施的相關情況，並及時與教師交換意見。

■ 研究對象

本研究是在台灣的某醫學院進行的，依據 Heppner 和 Heppner(2004)的建議，招募學生須由大學的主任、校長和專家批准，且是自願參加。招募 79 名二年級學習身體評估暨實驗學護理學生參與本研究的定量分析，隨機分成兩組。實驗組在介入期間接受擴增 3D 全像投影，對照組在研究完成前未接受介入直到研究完成後才接受。兩組間的差異受到控制，研究者根據學生的學習領域(護理學生)、年級(二年級生)和學習主題(身體評估暨實驗學)進行匹配，所有學生都參加了前測。

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

(1) 教學過程與成果

在準備此次創新性課程準備中更加深個人於 e 化教學課程的應用，並能符合 e 世代學生的學習模式。以下就研究結果加以說明：

Flow of participants and sample characteristics

本研究遵循(followed)修改(modified)後非藥物治療隨機對照試驗(non-pharmacological treatment)的 CONSORT 流程圖(flow diagram)(Boutron et al., 2008)。共招募了 90 位大學二年級學生，將之隨機分配到處理組或對照組(每組 45 位)。實驗完成前，處理組的 5 名和對照組的 6 名參與者因為缺乏時間(lack of time)而中途退出了研究。79 位參與者(處理組 40 名，對照組 39 名)做為進行最終統計分析的樣本，回覆率(response rate)為 88 %。參加實驗研究的處理組參與者較對照組少退出研究的原因可能是，因為基於 Augmented 3D Holograms 的教學對他們來說是一種新穎的體驗。Figure 3 介紹了研究試驗的詳細流程(the flow)。人口學變項(demographic variables)的基線(Baseline)兩組間沒有觀察到統計顯著差異(statistically significant differences)，Gender ($X^2 = 1.176, p = .190$)、Academic performance ($X^2 = .187, p = .666$) 和 Age ($t = .558, p = .578$) (Table 1)。

Learning Effects within Groups

paired t-test 分析處理組的前後測的學科平均數各為 26.78 與 68.88，處理組前後測的分數相關高達.644。此一成對樣本檢定的 95% confidence interval 為-44.54 to -39.66， $t(39)$ 值為-34.90，顯著性為 $<.001$ ，考驗結果達顯著。表示學生們的參與課程前與完成課程後兩次成績有顯著的不同。從前後測平均數大小可以看出，學生的完成課程後成績較參與課程前為優，顯示學生的成績有所進步。對照組的前後測的學科平均數各為 27.74 與 62.85，對照組前後測的分數相關高達.711。此一成對樣本檢定的 95% confidence interval 為-37.78 to -32.42， $t(38)$ 值為-26.49，顯著性為 $<.001$ ，考驗結果達顯著(Table 2)。表示控制組學生們的參與課程前與完成課程後兩次成績有顯著的不同。從前後測平均數分析可以看出，處理組和控制組學生完成課程後成績較參與課程前有顯著的進步。

Learning Effects between Groups

One-way ANOVA 分析處理組和對照組後測的學科平均分數各為 68.88 與 62.85，變異數同質性的 Levene 檢定(Levene's Test of Equal Variances)未達顯著(Levene = 1.012, $p = .317 > .05$)，表示兩組間的離散情形無明顯差別。學科成績整體考驗結果發現，於不同組別的受測者，其後測學科成績存在顯著差異 ($F(1,77) = 6.82, p = .014$)，表示學生的學科成績的確會因課堂講授是否結合 3D 全像投影學習模式而有所差異。術科成績整體考驗結果發現，出於不同組別的受測者，其後測術科成績存在顯著差異 ($F(1,77) = 15.484, p < .001$)，表示學生的術科成績的確會因課堂講授是否結合 3D 全像投影學習模式而有所差異。3D 全像投影學習模式獨變項對於學科和術科成績依變項的解釋力，以 η^2 係數來看，分別達 7.7%和 16.7%，顯示獨變項與依變項的關聯性很高(Cohen, 2013)。統計檢定力能力也高達.704，表示研究的數據可參考價值高(Table 3)。

Learning Effects with Procedural Control

共變數分析兩個組別(處理組 vs.對照組)的學科平均數各為 68.88 vs. 62.85，調整 (adjustment)後的平均數各為 69.41 vs. 62.14。組內迴歸斜率同質性(homogeneity of the regression slopes)考驗的結果則顯示，獨變項與共變項的交互作用在學科成績上各為 $F(1,75) = 1.019, p = .316$ ，未達顯著水準。表示組別(處理組 vs.對照組)與時間在學科成績間無顯著的交互作用，即滿足組內的直線與回歸斜率同質性假設，這意味著可以進行 ANCOVA 共變項效果的檢驗。共變項效果的檢驗則發現，學科成績為 $F(1,75) = 64.238, p < .001$ ，達顯著水準。顯示加入學科前測成績變項來控制整個變異數分析，對於處理組與控制組的調整後的後測成績平均值的水平之間存在顯著差異。組間效果的考驗則達顯

著水準，學科成績各為 $F(1,75) = 11.625, p = .001$ 。 η^2 效果量為.134(Table 3)，表示 3D 全像投影教學技術的介入對兩組學科成績有造成 medium 影響(Cohen, 2013)。

(2) 教師教學反思

本研究旨在檢測將 3D 全像投影學習模式(learning module)與課堂講授相結合的學習效果，學與教活動不僅限於傳統的教室環境的一種新的教學模式。結果顯示，無論課堂講授是否結合 3D 全像投影學習模式，完成身體評估護理課程後的學生學科成績均較參與課程前有顯著的進步。而且，學生在參加課堂講授後可以在實驗室使用基於 3D 全像投影技術所建構的學習課程，對學習身體評估護理的知識和技能都具有顯著的積極作用。這一觀點得到了 Lee (2013)研究的支持，即 3D 全像技術促進了以學生為中心的學習環境，可以成為一種有效的教學和學習工具。可以鼓勵教師在傳統課堂環境之外，結合 3D 全像投影學習模式以提高教學效率。

(3) 學生學習回饋

在本研究中，從課程的開始到結束，處理組的學生平均觀看了 17.5 次 3D 全像技術教學內容，因為從未使用過可以 360 度觀看、操縱與團隊合作的基於 3D 全像投影學習工具，因此他們體驗更有意義的學習，也很樂於學習並與同儕分享新奇的學習體驗。從處理組學生對學習的積極反應，顯示出將基於的 3D 全像投影工具與傳統的課堂教學相結合，可以更有效地教授身體評估護理的知識並提高身體評估技能，讓學生獲得更多學習上的益處。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

雖然做了相當大的努力(considerable efforts)在研究的設計上，也發現了顯著的結果(significant outcomes)，但在教學實踐(practice)方面仍存在著局限性。首先，本研究所運用的 3D 全像投影功能並不完全，如果要實現學生學習成績分數的顯著增加，應該充分利用新的學習工具。需要添加更多的功能來讓學生在學習時使用，例如自我測驗、遊戲功能、便於檢視的隱藏標籤和註釋的切換按鈕、以及同時檢視多個物件以便能夠將物件

連接的能力。此外，其執行需要教師花費額外的時間、精力和金錢，並且需要良好的技術支持才能將教學內容數位化並將編輯的學習模式運用在課程中。

二. 參考文獻(References)

Ahmad, S. A. (2014). Holography in the Nigerian education system: readiness for a redress. Proceeding of the International Conference On Humanities Sciences and Education ICHE2014. 24-25 March 2014, Kuala Lumpur, Malaysia, 291-310.

Bishop, J. L. & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. American Society for Engineering Education.

Bruner, J. S. (2013). The challenge of psychology's future. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=A9wbV2bDGVo>

Casares, J., Dickson, D. A., Hannigan, T., Hinton, J., & Phelps, A. (2012). The future of teaching and learning in higher education. Rochester Institute of Technology. Retrieved from https://www.rit.edu/academicaffairs/sites/rit.edu/academicaffairs/files/docs/future_of_teaching_and_learning_reportv13.pdf

Cater, J. (2011). SKYPE—A cost-effective method for qualitative research. *Rehabilitation Counselors and Educators Journal*, 4(2), 3–4.

Chmiel, K. (2014). The constructivists approach to teaching tomorrow's general music professor. Illinois Music Education Conference. Retrieved from http://www.ilmea.org/site_media/filer_public/2014/01/10/chmiel_-_constructivist.pdf

Davis, D., Chen, G., Hauff, C., Houben, G. J. (2018). Activating learning at scale: A review of innovations in online learning strategies. *Computers & Education*, 125, 327–344. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.019>

DeLozier, S.J. and Rhodes, M.G. (2017) Flipped Classrooms: A Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. *Educational Psychology Review*, 29, 141-151. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9356-9>

Educational Testing Service (2009). Succeeding in the 21st century: What higher education must do to address the gap in information and communication technology proficiencies. Retrieved from https://www.ets.org/Media/Tests/Information_and_Communication_Technology_Literacy/ICTwhitepaperfinal.pdf

Elmorshidy, A. (2010). Holographic projection technology: The world is changing.

Journal of Telecommunications, 2(2), 104-113.

English, M. C., & Kitsantas, A. (2013). Supporting student self-regulated learning in problem and project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 129-150.

Ghuloum, H. (2010). 3D hologram technology in learning environment. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference* (pp. 694–704).

Golden, S. A. (2017). Augmented 3D holograms in higher education, increasing students' learning outcome scores: A mixed methods study (Doctoral dissertation, Keiser University, 2016). Fort Lauderdale, Florida, U.S. DOI: 10.13140/RG.2.2.22037.93929

Hackett, M. (2013). Higher education medical holography for basic anatomy training. *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*; pp. 1–10).

Heppner, P. P., & Heppner, M. J. (2004). *Writing and publishing your thesis dissertation and research. A guide for students in the helping professions*. Belmont, CA: Brooks/Cole, Cengage Learning.

HP Development Company, L. P. (2016). HP Zvr 23.6-inch virtual reality display. Overview. Retrieved from <http://www8.hp.com/us/en/products/monitors/productdetail.html?oid=7445887#!tab=features>

Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F., Wong, K. W., & Oskam, C. L. (2015). Utilising mobile augmented reality for learning human anatomy. doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.054

Johansson, B. (2012). Sensory stimulation as intervention in neurology: Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience* 6(60), 3-5. doi:10.3389/fnhum.2012.00060

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.

Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher* 33(7), 14–26. doi:10.3102/0013189X033007014

- Keiser Graduate School Doctoral Program. (2015). Mixed-Methods: The merging of quantitative and qualitative designs. Retrieved from https://keisergrad.blackboard.com/webapps/blackboard/execute/displayIndividualContent?mode=view&content_id=_3640255_1&course_id=_22831_1
- Kelly, A. P., & Hess, F. M. (2013). *Beyond retrofitting: Innovation in higher education*. Washington, DC: Hudson Institute.
- Khalid, A., & Azeem, M. (2012). Constructivist vs traditional: Effective instructional approach in teacher education. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(5), 170-177.
- Lee, H. (2013). 3D holographic technology and its educational potential. *Techtrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 57(4), 34–39. doi:10.1007/s11528-013-0675-8
- Lee, R. (2017). Building Foundation of Smart Education in New Era—The Directional Recommendations on Planning and the Practice. *Advances in Education*, 7(4), 186-196. Retrieved from <https://doi.org/10.12677/ae.2017.74029>
- Leonard, S. N., Fitzgerald, R. N. (2018). Holographic learning: A mixed reality trial of Microsoft HoloLens in an Australian secondary school. *Research in Learning Technology*, 26, 1-12. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2160>
- Loeks, M. (2015). UNMC'S chancellor touts iExcel center during Scottsbluff visit. Retrieved from m.starherald.com
- Mack, L. (2015). The philosophical underpinnings of educational research. Retrieved from http://www.apu.ac.jp/rcaps/uploads/fckeditor/publications/polyglossia/Polyglossia_V19_Lindsay.pdf
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research. A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research. A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- National Institute of Allergy and Infectious Diseases. (2016). Life cycle of the malaria parasite. Retrieved from <https://www.niaid.nih.gov/topics/Malaria/Pages/lifecycle.aspx>
- New Medium Consortium (2016). *Higher education edition. Augmented and Virtual*

Reality. Retrieved from

<https://library.educause.edu/~media/files/library/2016/2/hr2016.pdf>

Oran, N., P. (2016). Technology, healthcare, and holograms. U.S. News & World Report L.P.

Paul, R. (2004). The state of critical thinking today. Retrieved from

<http://www.criticalthinking.org/pages/the-state-of-critical-thinking-today/523>

Paul, R. (2015). The critical thinking community. Retrieved from

<http://www.criticalthinking.org/pages/dr-richard-paul/818>

Rizov, T., & Rizova, E. (2015). Augmented reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 3(1), 7-15.

Salvetti, F., & Bertagni, B. (2014). e-REAL: Enhanced reality lab. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 7(3), 41. doi:10.3991/ijac.v7i3.4033

Shabani, K., Khatib, M., & Ebadi, S. (2010). Vygotsky's zone of proximal development: Instructional implications and teachers' professional development. *Canadian Center of Science and Education*, 3(4), 237-248.

Sheva, A. (2015, March 15). Touro College's Dr. Alan Kadish looks back and forward. *Israel National News*. Retrieved from

<http://www.israelnationalnews.com/News/News.aspx/192638>

Tremblay, K., Lalancette, D., & Roseveare, D. (2012). Assessment of higher education learning outcomes feasibility study report (Vol. 1–Design and implementation). Washington, DC: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Wilson, L. G., Carter, L. M., & Reece, S. E. (2013). High-speed holographic microscopy of malaria parasites reveals ambidextrous flagellar waveforms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 18769–18774. doi:10.1073/pnas.1309934110

zSpace, Inc. (2016). Medical learning solutions. Retrieved from

<http://zspace.com/medical-learning>

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

