

由 3D 多維模擬訓練平臺淺論 國軍部隊基礎訓練之研究

作者／張琪閔中校、莊水平上校

提要

- 一、目前基層部隊已使用「T-91步槍射擊模擬器」、「綜合型戰車駕駛訓練模擬器」、「雷射接戰系統」及「戰場抗壓心理模擬訓練場」等模擬設施進行官兵基礎訓練，而國防部近年來推行募兵制政策，導致新訓中心及基層部隊的訓練人力日趨減少，研改一套既能執行任務亦能提昇訓練成效的機制，是國軍部隊面臨最重要課題。
- 二、3D多維模擬訓練平臺可規劃部隊訓練任務，並減少訓練費用和評估所需的資源；對內部參謀人員進行訓練，具有更接近現況的實境模擬；在系統的特定訓練環境下，訓練各層級指揮官和參謀，上級與下級間、我軍與友軍間交流過程與反應、反饋，並實施分析評估。
- 三、科技演進日新月異，國外已陸續將虛擬實境的技術，應用於軍事行動及航空領域，而國軍部隊可就現有的各式模擬器建構下，研改成為3D多維模擬訓練平臺的虛擬實境系統。

關鍵詞：作戰模擬、基礎訓練、虛擬實境、3D多維模擬訓練平臺。

前言

《孫子兵法》〈始計篇〉：「天者，陰陽、寒暑、時制也。地者，高下、遠近、險易、廣狹、死生也。將者，智、信、仁、勇、嚴也……」；「將孰有能？天地孰得？法令孰行？兵眾孰強？士卒孰練？…」。¹其中說明在戰場之中，作戰環境、幹部學能及指揮官的用兵藝術都是影響戰爭勝敗的關鍵因素。

墨子〈公輸篇〉：「墨子解帶為城，以牒為械，公輸盤九設攻城之機變，子墨子九距之。公輸盤之攻械盡，子墨子之守圉有餘。公輸盤詘，而曰：「吾知所以距子矣，吾不言。墨子亦曰：吾知子之所以距我，吾不言……」，²早在中國的春秋時代，已有作戰模擬概念，墨翟在楚國宮庭為了說服楚惠王不要攻打宋國，以腰帶作城牆及木片做攻城器具，跟楚國名匠公輸般做了一場攻防推演，結果公輸般用了九套攻城之法，仍未攻陷城池，反觀墨子仍有守城高招，使楚國巧妙地避免一場戰爭。

¹ 張華正，《圖解孫子兵法》(新北市：華威國際事業有限公司，民國 104 年 8 月)，頁 72。

² 李漁叔，《墨子今著今譯》(臺北市：商務書局，民國 63 年 5 月)，頁 394。

部隊訓練制度是建軍備戰工作重要環節，亦是鞏固國防之關鍵，惟有訓練精良之部隊，方可以少勝多，戰勝敵人。而訓練制度乃為精良部隊之基礎。國軍已運用戰場抗壓心理模擬訓練場模擬戰場景象，可提升官兵戰場抗壓及實戰能力，惟每日訓練時間及人次有限，而建構 3D 多維模擬訓練平臺，各部隊平日於原駐地即可施訓，能有效減少主官協調進訓及待訓時間，節約人員的交通及食宿經費，降低行車往返危安風險，增加部隊施訓時間，提升訓練成效。

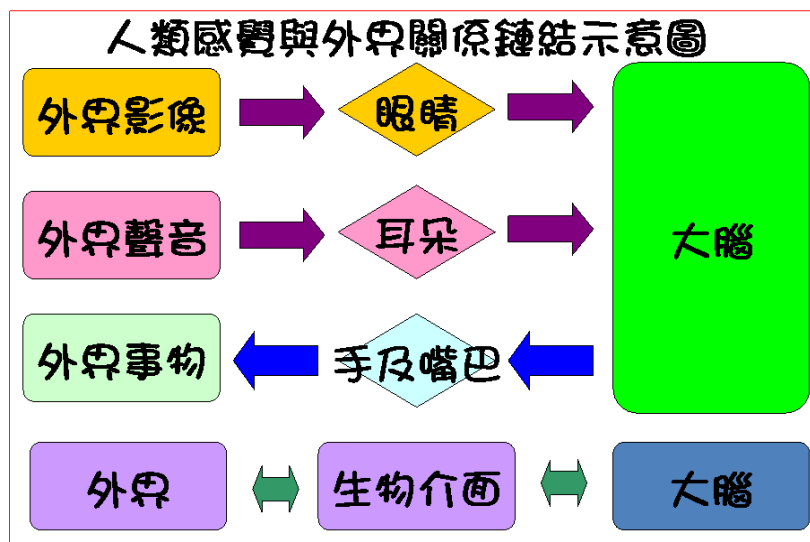
3D 多維模擬訓練平臺發展

一、虛擬技術

(一)定義

3D 多維模擬訓練平台是虛擬現實（Virtual Reality,VR）³的一種應用，VR 技術是由電腦內部虛構產生一個三度空間，又稱「虛擬實境」，通過電腦來構成的三維模型，並編寫到電腦中去生成一個以視覺感受為主，聽覺、觸覺為輔的利用電腦模擬產生一個三度空間的虛擬人工環境，在視覺上產生一種沉浸感，在這個虛擬人工環境中創建一種擬人化的 3D 多維空間平台(如圖一)。⁴

圖一 人類感覺與外界關係鏈結示意圖



資料來源：作者繪製。

(二)特徵

美國 BurdeaG 和 PhilippeCoiffet 兩位科學家在 1993 年世界電子年會中提出著名

³ 《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/虛擬實境技術>，2015 年 12 月 24 日，美國計算機學家杰倫·拉尼爾在 1980 年提出「虛擬實境技術」：是利用電腦模擬產生一個三度空間的虛擬世界，提供用戶關於視覺、聽覺、觸覺等感官的模擬。該技術集合計算機圖形、計算機模擬、人工智能、感應、顯示及網絡並行處理等最新技術，是一種由計算機技術輔助生成的高技術系統。

⁴ 《智庫百科》，<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/虛擬實境技術>，2015 年 12 月 24 日。

的 3I 理論，即 VR 技術具有 3 個突出特徵：沈浸性(Immersion)、相互性(Interactivity) 及想像性(Imagination)，⁵分敘如下。

1.沈浸性：是VR技術的核心

在作戰模擬中，透過環境、武器、裝備、人員編裝等各類型的資料庫，創造出一個3D多維的立體戰場環境，在人工虛構的模擬環境中讓使用者能感受到「身歷其境」的真實程度。⁶

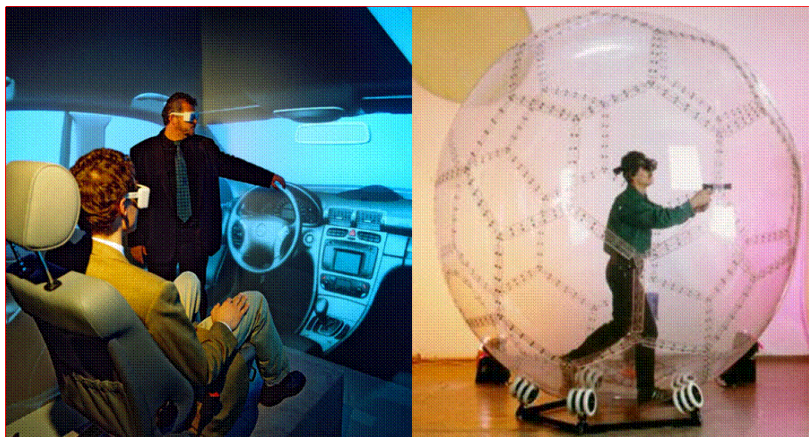
2.相互性：參與者對虛擬環境內物體的可操控程度

藉由連結各種感覺設備所接收至操作人員的自然程度（包括即時性）。採用現代科技，人員在虛擬環境中可以感受到趨近於現實與臨場感的即時雙向的互動、影像和聲音的回饋。VR系統最大的特點在於它與操作人員的直接交互性(如圖二)。⁷

3.想像性：是VR系統的目的

虛擬環境是由人類所想像出來的，同時可以沈浸在這個環境中能夠獲取新的知識，從而產生新的想法，用來實現目的。在軍事作戰模擬訓練中，操作者透過對虛擬環境及虛擬裝備的親身體驗與實際操作的過程中，提升對戰場環境及武器裝備的感性認識和理性認識，進而精進實戰專業技能。⁸

圖二 人類對虛擬環境的可操控程度



資料來源：《台灣百科》，<http://www.twwiki.com/wiki/>，2015 年 12 月 24 日。

二、硬體簡介

(一)視覺設備

眼睛是人類接受外界訊號最主要的感覺器官之一，視覺的輸出為虛擬實境中最

⁵Q.Ch. Yu and D.Sh Quan, "Virtual Reality Technology in Sports Teaching," *Anhui SportsScience*, 2005,pp.38-42.

⁶林宜炫，〈沉浸特徵之整合性衡量與驗證-以電腦遊戲為例〉，國立勤益技術學院企業管理研究所碩士班論文，2006 年，頁 6。

⁷Guangtian Qian, Exploration of the Application of Virtual Reality Technology on Sports Simulation Training, http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=258415, 2015.

⁸安興、李剛、徐林傳、師穎，〈虛擬現實技術在美軍模擬訓練中的應用現狀及發展〉《電光與控制(Electronics optics & Control)期刊》，第 18 卷 10 期，2011 年 10 日，頁 2。

重要的設備，由雙眼所看到的不同角度影像，立體效果隨即在腦中呈現出來，因此，頭戴顯示器就是利用這個原理所製作，在視覺上進而達到「仿真」的境界(如圖三)。

9

圖三 視覺的虛擬實境的頭帶顯示器

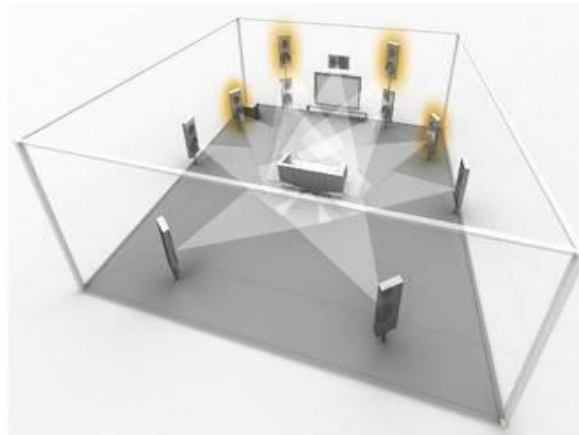


資料來源：《聯合新聞網》，<http://udn.com/news/story/7087/974322>，2015 年 12 月 24 日。

(二)聽覺的虛擬實境

虛擬實境中聽覺的輸出，聽覺部分要達到真實的效果，必須要做到使聽者能夠明確地辨別聲音來源的方向，甚至要做到辨明移動中的音源是趨近或遠離聽者。在電腦音樂及音效上，傳統的音效僅僅只能做到兩聲道的「立體聲」，在虛擬實境中是不夠真實的。進而發展出環繞音效設備(如圖四)。¹⁰

圖四 聽覺的虛擬實境的 3D sound 設備



資料來源：<http://www.technobuffalo.com/2011/02/03/dts-neox-bringing-3d-sound>, 2015/12/24.

(三)觸覺設備

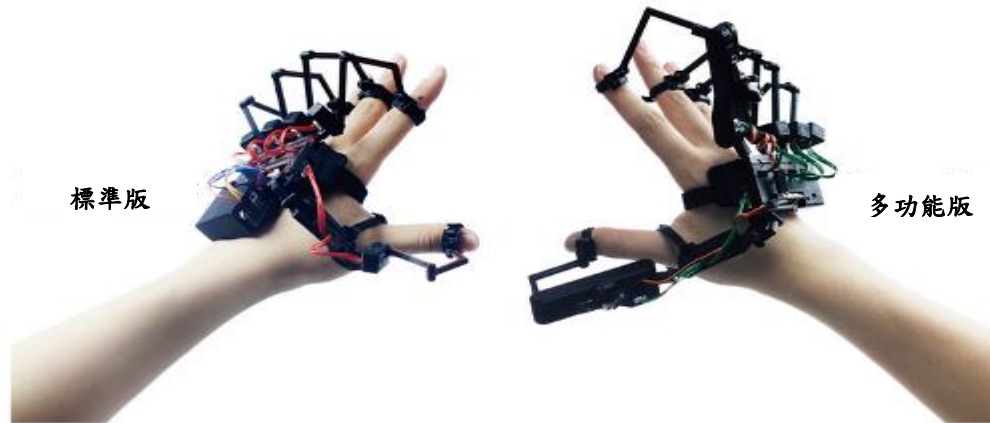
在虛擬實境中的另一個輸入方式主要是藉由一個可以感受到手部動作的觸覺

⁹林育賢，〈虛擬實境硬體介紹〉《台灣船舶網》，<http://www.ship.org.tw/vr/index.asp?vrsel=5>，2015 年 12 月 24 日。

¹⁰同註 9。

設備，以手來操控做拿取物品或碰觸物品的動作；而輸出部分主要是模擬人在虛擬實境中做拿取物品或碰觸物品時，依據實際上手部或身體其他部位所感受到的狀況，所做的回饋裝置(如圖五)。¹¹

圖五 聽覺的虛擬實境的 3D sound 技術



資料來源：<http://www.appshooting.com.tw/>, 2015/12/24.

三、現況發展

(一)Sony發表虛擬眼鏡

在104年的東京電玩展中，Sony發表了全新的頭戴式顯示器：PS4 適用的VR頭盔，並且命名為PlayStation VR，這款頭戴式顯示器未來不僅只是PS4主機的配件而已，將會以更親民的價格，讓消費者享受遊戲樂趣(如圖六)。¹²

圖六 Sony 發表虛擬眼鏡 PlayStation VR



資料來源：〈3C 科技新聞〉《自由時報》，<http://3c.ltn.com.tw/news/20576>，2015 年 9 月 20 日。

(二)三星發表虛擬眼鏡

2015年9月23-25日在加州舉辦的Oculus Connect 2開發者大會上，三星與Oculus虛擬實境技術開發商，共同發表了新的頭戴式顯示器Gear VR，只要將三星今年發表

¹¹同註 9。

¹² 〈3C 科技新聞〉《自由時報》，<http://3c.ltn.com.tw/news/20576>，2015 年 9 月 20 日。

的手機放入顯示器後就能瀏覽虛擬實境影像，新一代的Gear VR採取和Google Cardboard 相仿的策略，內容方面則由影音串流服務和遊戲串流直播服務Twitch提供(如圖七)。¹³

圖七 三星發表虛擬眼鏡 Gear VR



資料來源：<http://www.ifastime.com/oculus-rift-vs-samsung-gear-vr.html>，2015 年 9 月 26 日。

(三) NOITOM發表觸覺手套

2015年12月18日在北京首屆HTC VIVE開發者活動中，NOITOM¹⁴共同創辦人暨技術長戴若黎實際展示觸覺手套，透過連接方式讓控制器可傳遞手套操作指令，在虛擬實境中體現使用者細微手指彎曲動作，提供雙手所處位置、姿態，並且能進一步與虛擬實境物件互動(如圖八)。¹⁵

圖八 NOITOM 觸覺手套



資料來源：<https://mash-digi.com/2015/12/18/%E8%99%9B%E6%>，2015 年 12 月 18 日。

(四) Manus發表觸覺手套

2016年3月13-19日在舊金山莫斯科尼中心舉辦的遊戲開發者大會，Manus¹⁶研發

¹³ 〈T 客邦〉《3C 科技新聞網》，<http://www.techbang.com/posts/26378-samsung-vr>，2015 年 9 月 26 日。

¹⁴ 〈諾亦騰發表最新商用VR解決方案《VR 幼幼班》〉<https://yoyovrar.tw/2016/01/18/noitom-reveals-project-alice/>，2016 年 1 月 18 日。

¹⁵ 〈雙手操作之後；虛擬「觸覺」將成新發展〉《聯合新聞網》，<http://udn.com/news/story/7087/1387292>，2015 年 12 月 18 日。

¹⁶ 〈互動感激升！Vive VR 手套「動手」玩 VR《法雅客》〉<http://www.fayaque.com.tw/news/info/id/35353334cea366617961717565>，2016 年 5 月 23 日。荷蘭一間新創公司，研發出 VR 專用的虛擬手套。

團隊發表的觸覺手套可進一步整合HTC VIVE控制手把，也具備虛擬實境互動的震動機能，整體電力約可維持8小時連續操作(如圖九)。¹⁷

圖九 Manus 觸覺手套



資料來源：<http://www.fayaque.com.tw/news/info/id/35353334cea3666179617175> 65，2016年5月23日。

模擬訓練發展

一、美軍模擬訓練發展

(一)美軍模擬訓練

美軍的模擬訓練開始於70年代初期，其中共經歷了人工模擬、半自動模擬及目前仍在使用的計算機模擬三個階段，在計算機模擬階段而言，從陸軍的旅級部隊攻防對抗推演、營級部隊戰術演練及連級部隊戰技訓練等多種訓練課目中，海軍艦隊的航行操演、魚雷射擊訓練，空軍夜間飛行、敵後突擊訓練，皆運用全自動計算機模擬系統，目前先進的訓練模擬器如下所述。¹⁸

1.榴彈砲射擊指揮訓練模擬器

俗稱「帕拉丁」M109A6，此砲塔上裝載了一套全球定位導航系統及全自動瞄準射控系統。讓傳統機械武器與現代資訊科技在該系統上產生了嶄新的組合，使得美軍野戰砲兵與敵接戰的反應速度及作戰自主能力獲得大幅提升。它可在部隊機動中於1分鐘內接收任務、獨立完成發射陣地占領與自動解脫砲身行軍固定器等戰術行動，亦能24小時不間斷地接收戰場資訊，系統自動定位後精準射擊目標(如圖十)。¹⁹

¹⁷〈Manus 虛擬手套讓 HTC VIVE 增加手勢操作〉《MASH-DIGI》，<https://mash-digi.com/2016/03/11/manus>，2016年3月11日。

¹⁸王大同，〈美軍模擬訓練情況〉《百度文庫》，<http://wenku.baidu.com/view/ba02db0503d8ce2f00662397.html>，2015年9月29日。

¹⁹樊醒民，〈專家：美軍已大規模部署 M777 超輕型牽引榴彈炮〉《搜狐軍事頻道》，<http://mil.sohu.com/20080528/n257127890.shtml>，2008年5月28日。

圖十 M109A6 榴彈砲射擊指揮訓練模擬器

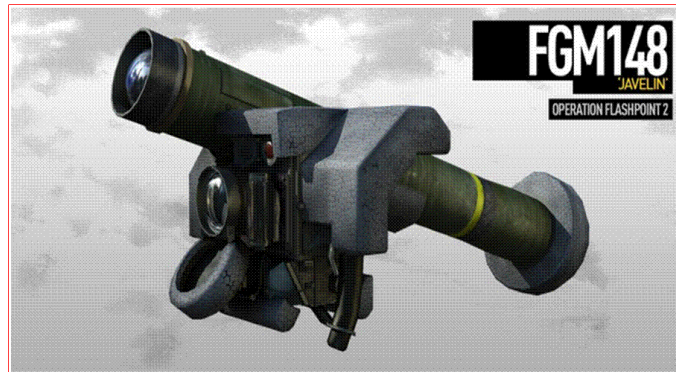


資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/M109%B2>, 2015/11/20.

2. 反坦克飛彈單兵訓練模擬器

俗稱「標槍」FGM-148。此飛彈需要由射手及裝彈手兩人小組實施操作，為一個單兵型且輕量化的反坦克武器。它擁有多樣化的發射模式，可由單兵攜帶機動於近距離使用，可由車輛機動於中距離發射；亦可從飛機上傘降空投於遠距離發射。按照部隊的不同訓練需求，模擬器模式可區分兩種：基礎技能訓練器（Basic Skill Train）及戰場戰術訓練器（Field Tactic Ttrain）（如圖十一）。²⁰

圖十一 FGM-148 反坦克飛彈單兵訓練模擬器



資料來源：<https://www.google.com.tw/search?q=FGM>, 2015/11/20.

(二) 國軍現行模擬訓練簡介

以現今陸軍部隊為例，計有「T-91步槍射擊模擬器」、「組合型戰車訓練模擬器」、「直升機作戰訓練模擬器」、「雷射接戰系統」及「戰場抗壓心理模擬訓練場」，其相關模擬訓練內容介紹如下。

1. T-91步槍射擊模擬器

T-91射擊訓練模擬器，以現役T-91戰鬥步槍為基礎構型，將原槍型各總成及電源模組等套件等比例體積縮小，整合設計成便於攜帶的擬真訓練步槍。模擬器上的雷射發射器具多維方向調整歸零定位功能；模擬槍機拉柄上膛功能有安全、單發、三發

²⁰ 《維基百科》，<http://www.wikiwand.com/zh-tw/FGM-148>，2016年6月13日。

及全自動射擊模式，配合射擊瞄準要領，有效提升訓練成效，並進一步提供城鎮戰鬥技能演練(如圖十二)。²¹

圖十二 T-91步槍射擊模擬器



資料來源：<http://www.techbang.com/posts/13814-site-hit-visiting-military>, 2015/12/24.

2.組合型戰車訓練模擬器

裝訓部於民國93年11月已成立資訊模訓中心，目前計有CM11甲車及M60A3戰車射擊暨駕駛32套基礎型模擬器、152套簡易型模擬器。一次最多可有二個排，八輛戰車同時進行對抗，其中特殊動感平台可使學員實際感受到車輛的加速、減速與地形起伏的感覺，並藉由各種演練課目訓練學員的緊急應變能力，將學科訓練、模擬訓練及術科訓練，結合成一個完整訓練模式。惟現行操作仍由人員誘導下達狀況，且作戰環境是圖像式動畫而非實景。未來可建立操演資料庫，並由虛擬訓練平台鏈結網路實景地圖，使訓員平時就可累積實戰經驗(如圖十三)。²²

圖十三 組合型戰車訓練模擬器



資料來源：[http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=32 &catalog=25](http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=32&catalog=25), 2015/12/24.

²¹馮邱國，〈步兵類模擬訓練系統運用與我未來精進方向-以步兵學校為例〉《陸軍雙月刊》，第44卷第498期，2008年4月，頁91。

²²〈戰車模擬器訓練費年省20多億〉《大紀元新聞網》，<http://www.epochtimes.com/b5/6/4/19/n1291843.htm>，2006年4月19日。

3. 直升機作戰訓練模擬器

以AH-1W直升機為例，現建制2組於航特部歸仁飛訓部，其區分為內(操作區)及外(教官台)，以擬真方式投影出270度之立體影像，使操作學員能親身體驗，而教官台可依訓練需求，設置天候及敵軍等相關參數，其中特殊動感平台使學員實際感受到飛機的加速、減速與風速震盪的感覺，並以無線電誘導學員實施操作，更可依戰術編隊任務，2組模擬機可做實時連線，同時執行單一任務，磨練無線電通話及飛行默契。此外，根據飛行中可能發生之不預期緊急狀況，系統內也有建置，並可由教官台設定，其目的使學員嫻熟各項緊急狀況對應及處置程序，增加機組人員存活率(如圖十四)。²³

圖十四 直升機作戰訓練模擬器TH-67



資料來源：<http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx>, 2016/5/16.

4. 雷射接戰系統

雷射接戰系統主要利用雷射光束替代真實武器的實彈射擊，模擬射擊後敵我雙方人員及武器的狀態，被美軍廣泛的運用在班到旅級的實兵對抗演習中，國軍於民國95年已將系統建置完畢，提供連級以下部隊實施戰鬥技能訓練，為實兵模擬範疇。未來可朝向以雷射接戰系統為基礎，新增虛擬技術為架構，虛擬一個雷射接戰訓練場，平時就可以提供旅級以下部隊的自行施訓，讓身體的感覺增加親臨戰場的戰鬥經驗，年度基地演訓時再到真實的場地驗證平日駐地訓練的成效。²⁴

5. 戰場抗壓心理模擬訓練場

戰場抗壓館是國軍為提高官兵心理抗壓能力而籌建的戰場心理體驗系統，在北

²³ 〈直昇機動態模式軟體心得報告〉，<http://report.nat.gov.tw/ReportFront/report>，2016年5月16日。

²⁴ 陸軍司令部，《作戰模擬學》(桃園：陸軍司令部，民國91年9月)，頁3-3。

測中心與南測中心各興建一座，於2010年分別投入部隊訓練。館內透過電腦視覺圖像技術，模擬景象投影在牆上，四周配有3D立體環繞音響、震動平臺，並搭配雷射光束、硝煙氣味、屍臭味等視覺、嗅覺感官傳導，營造戰場槍林彈雨的景象，學員在參訓全程需穿戴識別背心及生理腰帶，用以掌握個人動態位置，並隨時觀察生理狀況；另學員中彈後，生理腰帶會放出微量電流，有刺痛感，像是被針刺到一樣，告知已中彈，使其產生壓力，進而克服壓力，提高戰場心理抗壓素質。²⁵

3D 多維模擬訓練之特性、限制、能力、效益

作戰演訓是精進部隊專業能力與熟練三軍聯合作戰的有效途徑，旨在驗證防衛作戰計畫之可行性，有效提升國軍整體戰力。而目前國軍現有之訓練場，除體能戰技訓練場可勉強滿足部隊需求外，其餘各型訓練場地明顯不足，影響部隊訓練及戰力甚鉅。期能達成國軍「無聯不戰、無訓不聯」的觀念，針對虛擬訓練之特性、限制、能力，提供國軍基礎訓練轉型建議。²⁶

一、特性

由陸軍司令部《作戰模擬學》一書中，美國陸軍指揮模擬訓練系統可以減少相當可觀的訓練費用和所需資源，模擬器訓練具有重複性、擴充性、相容性及共通性，²⁷而虛擬訓練除了具備模擬器訓練特性外，在軍事訓練範圍的條件歸納幾點專屬特性，如下所述。

(一) 在軍事模擬虛擬實現

模擬器研發，由早期攝影、照相機及電視監控方法的實景延伸，是使用多台顯示器來模擬整個戰場實境，這種方法仍然是在使用於輸出模擬器，其場景僅水平大約180度和60度垂直範圍。而現今模擬器，場景提升至360度整體環繞範圍。模擬器已經證明是非常有效的訓練器材，不僅可以用於訓練，而且可開發和測試新的作戰戰略和戰術。

(二) 軍事任務模擬預置

將軍事作戰任務，各行動要項，輸入模擬場景，透過人員實境模擬作戰行動中，則可減少人員暴露於危險和增加隱、掩蔽安全性；作戰行動許多方面是非常危險，透過模擬實境，是為改善人員暴露在敵方火力戰鬥時，作戰行動中變得更加安全，增加作戰中人員存活率。

²⁵ 〈戰場抗壓訓練 陸軍首座模擬館啟用〉，自由時報，<http://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/388368>，2010年4月6日。

²⁶ 〈部隊訓練〉，中華民國國防部，<https://www.mnd.gov.tw/Publish.aspx?cnid=3527>，2016年6月23日。

²⁷ 同註24，頁1-9。

(三) 軍事任務信息增強

在一個瞬息萬變的戰場環境，當務之急是盡可能提供後方指揮官的重要情資需求，並且儘速回饋給第一線作戰指揮官或人員，同時能掌握當面敵情，可透過抬頭顯示器（Head Up Display, HUD）清楚了解當面敵情及目標。抬頭顯示器結合了光學關鍵信息，藉由雷達和其它傳感器顯示導頻，並由頭盔眼前玻璃，先期瞭解當前敵情一覽無遺。

二、限制

根據美軍六大模擬實驗室的訓練經驗指出，虛擬訓練是以虛擬技術為架構，模擬多種可提供實兵操演訓練環境，通過設定各種對抗模式，培訓和提高官兵實戰能力的訓練活動，仍有許多因素無法克服，相關限制條件如下。²⁸

(一) 無法鍛鍊基本體質

根據美軍六大模擬實驗室的訓練經驗指出，虛擬訓練是以虛擬技術為架構，模擬多種可提供實兵操演訓練環境，通過設定各種對抗模式，培訓和提高官兵實戰能力的訓練活動，但經由模擬訓練的過程並不能夠幫助部隊實質上鍛鍊出體能卓越的戰士，國軍官兵還是平時必須自我要求，實施基本體能訓練，方能提升單兵個人戰鬥與戰技的專業技能。²⁹

(二) 產生生理排斥反應

在模擬訓練系統中，多為飛行、旋轉、穿越起伏的作戰場景，大腦及雙眼必須快速轉換每一個立體的影像，長時間實施模擬訓練後，訓員可能在不知不覺中就會產生視力下降、頭暈、視線模糊，眼睛或肌肉等出現不自主的抽動、噁心、抽搐、痙攣、方向障礙等症狀，嚴重的話可能會發生血壓升高等疾病。³⁰

(三) 無法取代傳統訓練

長期實施模擬訓練與慣用新型裝備的幹部必須定期實施額外的傳統戰場生存技能訓練，如指北針的方向判定、紙本地圖的路線選定等，如果忽略這些傳統技能，若敵使用電磁武器癱瘓我軍資訊及通信裝備，當這些新式裝備無法使用時，若幹部不會使用指北針及地圖，將無法如同平時訓練時靈活運用戰術，領導部隊按時進入戰術位置備戰，延誤戰爭取勝的先機。³¹

三、能力

²⁸ 同註 21，頁 90。

²⁹ 〈體力勞動不能代替體育鍛鍊〉《廣州日報》，http://www.360doc.com/content/13/1014/14/6929130_321363211.shtml，2013 年 10 月 14 日。

³⁰ 盧嘉文，〈腎臟移植後排斥反應的處置〉《義大醫訊移植專刊》，第 1 期，2015 年 1 月，頁 6-8。

³¹ 〈無人機無法取代傳統戰機緣由何在〉《無人機之家》，<http://www.wrjzj.com/wrjxw/gwdt/626.html>，2016 年 3 月 24 日。

(一)提昇訓練效率

虛擬訓練儘管不能替代實戰訓練，虛擬實境平臺能讓多個操作者同時進行同一科目或同一任務的訓練，並且彼此之間互相不受影響。以現代科技設備提供能反覆、持續不斷的訓練，大幅提升官兵的訓練頻率和效率。³²

(二)減少訓練經費

國軍實兵演習對抗訓練時，需耗費大量的經費來支應演習任務順利。一是從演習前預置兵力的前置整備到演習後部隊的撤收工作，一切食宿及生活起居的必要用品供應。二是在演習對抗的過程中，參演車輛油料、彈藥及裝備料件的耗用。三是異地部隊參加演訓時，人員及戰甲車輛委商運輸的交通費用。³³

(三)不受場地限制

美軍在實兵的野戰訓練演習中，指揮官必須避免戰甲車輛輾壓公路，火炮及其他武器射程距離產生誤擊、砲彈爆炸碎片誤傷民眾等意外事故。在虛擬訓練平台內，指揮官將不必再擔心軍事武器一切可能產生的破壞性後果，幹部可以依據行動方案實際讓戰、甲車實施各項戰術行動，亦能依戰術需要指揮火協中心在射程內攻擊目標。

34

(四)熟悉戰場環境

美軍在模擬訓練平臺中可建立環境資料庫，以對應不同訓練課目想定，受訓的部隊無需離開駐地就可以根據設計好的演習想定，在世界上各種不同的地形上進行模擬訓練。另外，環境可隨著演習進程的課題變換，快速更換作戰場景，利用反覆不斷的訓練，使得訓員的身體能夠記憶且更熟悉作戰環境。³⁵

(五)降低訓練傷亡

部隊安全是各級指揮官最關注的問題，不管是參演部隊機動，還是在演習對抗中，潛在的行車安全及訓練傷害的危險因子的威脅，永遠都是不可避免存在著，而在模擬訓練中，演習雙方即使進行了數十次或數百次的對抗演練，也不會肇生任何傷亡事件。

36

四、效益

雖然國軍已於2010年在二個測考訓練中心各興建一座戰場抗壓館，可提升官兵戰

³² 〈軍事遊戲與 VR 技術結合可提升解放軍訓練效率〉《環球網-軍事》，<https://read01.com/0KaBDR.html>，2016 年 6 月 19 日。

³³ 蘇家慶，〈漢光演習難度升；聯戰實兵對抗〉《青年日報》，<http://news.gpwb.gov.tw/news.aspx>，2016 年 3 月 9 日。

³⁴ 胡曉峰，〈美軍訓練模擬〉（北京：國防大學出版社，2011 年 3 月），頁 45。

³⁵ 朱偉，〈虛擬戰場對軍事訓練的推動作用〉《學習時報》，http://big5.china.com.cn/xxsb/txt/2006-09/19/content_7174360.htm，2004 年 3 月 25 日。

³⁶ 劉毅、董博，〈VR 魅力：武器超前「參戰」未來戰爭提前「預演」〉《中國新聞網》，http://big5.china.com.cn/xxsb/txt/2006-09/19/content_7174360.htm，2016 年 06 月 30 日。

場抗壓及實戰能力的訓練。而館內規劃進訓時間為每日0900時至1800時，人員訓量為9個班約80~90人次，施訓時間為70分鐘(其中包含著裝、任務下達及裝備繳回)。而實際訓練的時間僅有40~50分鐘，與國軍基層部隊操課時間相比，每梯次戰場抗壓訓練的時間僅為平日訓練量的六分之一，對於提升訓練效益的幫助著實有限。

國軍若能結合現有的模擬訓練技術，建構適合各部隊的3D模擬訓練平臺，並在部隊日常的駐地訓練時機，各級指揮官便可根據多種型態的作戰資料庫及指揮官的戰術素養，結合作戰型態，提供不同軍種及各類型的任務訓練，強化官兵訓練密度。並在年度基地測考時機分配各部隊按照駐地位置申請就近的測考中心實施操演，驗證駐地時官兵勤訓苦練下的成果。

本文研究以陸軍、連級單位為例，針對戰場抗壓心理訓練館及3D多維訓練虛擬平臺二種訓練方式實施綜合分析與比較，在訓練要項以課前準備、訓練場地、訓練成本、危安因素、場地維護及學習效率等六個面向為主，再針對人力節約、時間節約、場地節約、經費節約、危險程度、學習效益、建置經費等進行比較。經綜合歸納可知，3D多維訓練虛擬平臺可提供部隊更多元訓練選擇、更長訓練時間、更靈活的敵軍戰術變化、更接近戰爭景況的地形，訓練效益較佳(如表一)。

表一 訓練效益分析表

訓練方式 項目	戰場抗壓心理訓練館	3D多維訓練虛擬平臺
訓練整備 (課前準備)	1.課前須實施3~5分鐘著裝，實施15分鐘任務提示、課後實施5分鐘檢討、裝備收繳10分鐘	1.每日課前(後)的系統檢查及開關機，僅教官1人即可，使用時間5分鐘。
(課後檢整)	2.需助教2-3人配合。	2.每日可節約30分鐘整備時間
時間節約比較	較差	較優
人力節約比較	較差	較優
訓練場地	1.部隊駐地位於台中以北地區須至北測考中心施訓。 2.部隊駐地位於台中以南地區須至南測考中心施訓。	1.於部隊原駐地即可施訓。 2.僅需一般教室空間即可施訓
場地節約比較	較差	較優
場地維護	1.因使用BB彈射擊，定期須實施場地維護，諸如窗戶、門板檢整等。 2.因使用BB彈射擊，定期實施館內場地清潔。	1.虛擬頭盔裝備外觀僅需一般清潔擦拭。 2.教室環境僅需一般打掃整理
維護時間比較	較長	較短
危安因素	1.場地進行幾波訓練後，地面累積的BB彈，可能導致學員滑倒或摔	1.長時間訓練後，會產生視力下降、頭暈、視線模糊等症狀。

	傷。 2.生理腰帶的微量電流。	2.嚴重時產生噁心、抽搐、痙攣、方向障礙及意識喪失等症狀。
危險程度比較	概等	概等
訓練成本	1.交通費及用餐經費(每周派遣一個班，單次花費2000元，年度經費約10萬元)。 2.場地設施及裝備維護費。	1.裝備維護費(建置20套虛擬頭盔，先以班級幹部為主，所需經費約10萬元)。 2.電費。
經費節約比較	較差	較優
學習興趣	1.固定的場地設施，幾次訓練後學員感覺單調，枯燥乏味。 2.每人僅能擔任步槍兵，使用T-91步槍實施射擊。 3.敵軍火力由教官擔任，僅有幾處固定攻擊位置，無變化。 4.每次訓練時間僅為50分鐘，僅可進訓乙個班的兵力，無法進行對抗演練。	1.藉由數值地圖及環境資料庫，可模擬海灘、森林、丘陵等地形；亦能模擬雷雨、暴風等惡劣天氣。 2.藉由武器裝備諸元資料庫可模擬國軍建制內各型武器、火炮、車輛及戰(甲)車，提供學員操作與訓練使用。 3.藉由共軍編裝及戰術戰法資料庫可模擬共軍建制內各類型部隊，鍛鍊學員如何用兵。 4.訓練時間可由主官彈性調整，可進行班、排對抗演練。
學習效益比較	一般	較優
系統建置經費	國防部建置兩個戰場抗壓心理訓練館的訓場，建置經費約2億元。	1.系統建置費用：與具有VR技術民間廠商洽談，預估1至3年的時間以技術轉移的方式，國軍納入各軍種(兵科)研究團隊，建置各類型資料庫，完整建構系統平臺
		，所需經費約 8千萬至1億元。 2.裝備建置費用：以機步旅為例，所需經費100至150萬元。
經費比較	一般	較優

資料來源：綜整自 <http://www.military.kyu.edu.tw/board/>, 2016/5/16.

未來發展與建議

一、未來發展

(一)軍事科技整合，發揚統合戰力

同步化和相互支援為現代戰場最顯著現象，利用通信與電腦整合軍事資源使各階層指揮組織明確掌握戰場狀況，藉通信資訊網路快速傳遞情報資料，同時掌握情報分析與火力支援單位可用資源，做出最迅速與最佳決策之分配與應變，使部隊掌握與

軍事資源運用達到同步化與相互支援，發揚統合戰力於極致。

(二)整合 C⁴ISR，部隊訓用一體

未來作戰 C⁴ISR 必然整合作戰模擬之分析預測，指揮、管制、通信、情報與作戰連貫一脈，構成自動化情報作戰系統，透過電腦兵棋產生逼真之戰場環境、模擬敵軍部隊攻擊，訓練各階層指參人員並提供各種決策支援與分析。

(三)發展規範標準，落實軟體品保

配合現今國軍自動化系統發展，制訂軟、硬體發展規範標準，以期緊密控管研發進度、明確型態管理、掌握系統技術轉移、落實軟體品保、整合經驗與數理量化方法。

(四)實兵演習對抗，虛擬模擬實戰

訓練乃戰力之泉源，務必要求實求精，從嚴從難，尤其針對敵軍，更是要採取兩軍對抗的方式模擬實戰，勤訓苦練。³⁷根據中西方各種經典重大戰役及美軍波灣戰爭經驗，與經過實際參戰國軍先輩們的口述戰爭，轉換成各項虛擬戰場的設定參數，藉由數值地圖設置全台各地多種不同的作戰場景，作戰態勢，置重點在虛擬場景中，實際戰場現況重現，使未參加過實際戰役的將領及官兵增加實戰經驗。不再僅僅推演敵較大可能行動-敵對我傷害較大行動。

(五)創新作戰程序，效果決定行動

在效基作戰理論中，不是行動產生效果，而是效果決定行動；也就是先確定期望的效果，再尋求較佳的行動方案。它與一般傳統的靶基作戰(Target-Based Operation)程序不同。傳統的靶基作戰常把行動跟結果視為直接的線性關係；效基作戰則強調兩者的非線性關連，也就是一項行動可造成不同的效果，不同的效果進而決定不同的結果。兩者進程序序的比較可由下列式子表達。³⁸

1.靶基作戰：攻擊對象(Targets)>效果(Effects)>結果(Outcomes)。

2.效基作戰：結果(Outcomes)>效果(Effects)>攻擊對象(Targets)。

二、建議

(一)整合資訊系統，建構聯戰環境

資訊技術發展著眼於整合環境與資源共享，國軍如能建立模擬環境，則可避免投資浪費、縮短研發期程、彈性拓展系統能力，形成多目標、多功能之系統；根據作戰訓練實際需要，可以設計成分析性系統，探討兵力結構、作戰準則、資源分配等分析項目，或可設計成推演式系統，運用到兵力結構調整評估、準則發展與修訂、評估作戰計畫策定之良窳、訓練各級指揮官與幕僚之指參作為、指管通情之整合、建立聯

³⁷ 郝柏村，《國軍的傳承與發揚》(桃園：國防大學，民國 102 年 11 月)，頁 77。

³⁸ 青丰，〈有限資源的最大邊際效益－效基作戰演變〉《全球防衛雜誌》，第 261 期，2006 年 5 月，頁 52。

合作戰模擬演訓之可行環境等項目，未來國軍應整合軍種電腦兵棋系統，賡續引進或開發「軍種聯合」、「兵種協同」、「戰術組(綜)合」訓練模擬器。

(二) 運用模擬訓練，強化聯戰演訓

現代戰爭理念整合模擬科技，可進行各種聯合戰術、戰鬥前置訓練，猶如美軍在「沙漠風暴」中之搜索、攻擊作業情節：「運用偵監雷達系統進行目標搜索，獲得資料即自動傳遞目標影像和位置予執行任務之攻擊直升機，與火力支援系統形成自動化目標交付；同時這些資訊亦傳輸至戰區與戰術節點，使各階層指揮組織明確掌握戰場狀況，利於後續戰況變化之處置」，均已運用模擬技術在訓練階段反覆施訓，故戰時能發揮聯合作戰之最大效益；如國軍所實施之作戰演練，能利用衛星遠距即時連線，可與島嶼內及離外島實兵部隊、指揮所及幕僚同時實施演訓，在模擬訓練中心方面，可依模擬場景加入實施戰術、戰鬥演訓，透過模擬科技將隸屬不同地方的部隊、裝備、人員、環境以及電腦建構之虛擬部隊、虛擬戰場等，同步納入演訓，而參演者並不會察覺其空間、人員及環境的差異，以達到聯合作戰演訓之目的。

(三) 因應人力減縮，精進部隊訓練

藉由現代資訊科技模擬，針對敵軍可能行動方案，評估其特弱點、裝備性能，進而研擬我軍行動方案。同時也能讓官士兵均能夠藉由執行任務的過程中實際參演各種作戰行動研擬與預演，熟悉作戰地區及城鎮相關位置。在虛擬實境技術的架構下，分別建置各類的模擬資料庫如「敵我雙方戰術戰法、裝備能力、作戰環境因子、兵科準則、歷年各類演習中指揮官的決心與處置與行動方案檢討建議及作戰時期的各階段想定等」，依據各部隊演訓需求，連結主系統後，掛載所需資料庫，可模擬各種可能接戰方式。

(四) 虛擬戰場景況，體會決策精要

年度的「漢光系列」演習，藉由電腦兵棋推演，提升各級部隊指揮官作戰指導；使參演幹部「瞭解作戰進程、作戰時序」、「磨練戰術素養」、「精進指參作業」、「預知戰損狀況」，提升部隊訓練效益。在教學單位廣泛運用網路、多媒體及虛擬戰場景況等各種輔助系統實施教學，提升教學效能；在部隊層級運用於操演訓練，找出關鍵克敵戰術戰法，藉由量化之鑑測標準，具體評估國軍聯合作戰效能，逐步建立「從單一兵種到多兵種、從戰略、戰術到戰鬥」的整體化訓練標準作業程序模式，以提升國軍聯戰戰備能力。

(五) 因應未來作戰，構建合成戰場

鑑於未來作戰指揮、管制、通訊、情報之數位化與自動化，故合成戰場環境為共軍作戰模擬發展主軸，多戰區聯合作戰之同步與整體相互支援為其必然趨勢，以達支援聯合作戰、教育訓練等目的。合成戰場環境特點如下所示。

- 1.開放式系統：可整合其他模擬系統與模式，擴充模擬能力與範圍。
- 2.分散互動模擬：可與不同區域之模擬訓練同步進行。
- 3.物件導向設計：可依照實際需求設計對抗式模擬系統或為封閉式分析性模擬系統，提高軟體再用性、增加系統運用功能與生命週期。
- 4.功能強大之資料庫系統與運用：對各種軍事需求之模擬，適時提供完整資訊。
- 5.地理資訊系統：提供戰場環境正確分析或作戰環境真實模擬之基礎平台。
- 6.模式庫系統：整合各種模擬系統使用之模式，提供不同模擬需求，以方便進行演算或分析。
- 7.即時性：分散式對抗模擬系統之電腦平台擴充時，必須具備高度精確時序技術，方能使模擬效果逼真與正確。
- 8.真實性：戰場場景之視覺效果必須達到一定程度，方能結合戰場實況與模擬訓練教育。
- 9.衛星定位系統或通信連絡之結合。

結論

《孫子兵法》〈九變篇〉：「故用兵之法，無恃其不來，恃吾有以待也；無恃其不攻，恃吾有所不可攻也」。³⁹用兵原則在於兩軍對壘，不要指望敵軍不會來犯，而要靠自己做好充分準備，嚴陣以待；不要指望敵軍不會進攻，而要依靠我軍具有使敵軍無法攻破的力量。

「人力精簡」是任何組織再造必然之趨勢，國軍為能符合未來作戰型態的需要，兵力結構的調整，將兵力規模減縮及挹注，軍隊的異地及駐地訓練更增艱鉅。而 3D 模擬訓練模式建構，對未來國軍訓練能量的延續與維持，將是另一項革新及創新訓練模式；透過模擬訓練與機制「資源整合」、「能量互補」、「目標一致」、「異地訓練」的疊層關係，並藉由系統整合模式達到最適合國軍的訓練模式。

腳踏實地的訓練是一項既費心又費力的工作，而訓練的目的就是為了打勝仗，為了戰勝敵人，確保自己生命安全，需要一步一腳印且吃苦耐勞去做，這是一種真槍實彈，絕對不能投機取巧的真本領。⁴⁰在精兵政策下，國軍部隊的作戰能力與訓練能量該如何延續與維持水準，唯有經由「訓練模擬機制」，因應專業人才流失與行政及後勤人力不足的狀況下，能更臻達到適切的訓練方式，並朝向更專精化與專業化的國軍精銳努力。

³⁹ 同註 1，頁 165。

⁴⁰ 同註 38，頁 75。

參考文獻

- 一、陸軍司令部，《作戰模擬學》(桃園，陸軍司令部，民國 91 年 9 月)。
- 二、郝柏村，《國軍的傳承與發揚》(桃園，國防大學，民國 102 年 11 月)。
- 三、胡曉峰，《美軍訓練模擬》(北京：國防大學出版社，2011 年 3 月)。
- 四、青丰，〈有限資源的最大邊際效益—效基作戰演變〉《全球防衛雜誌》，第 261 期，2006 年 5 月。
- 五、安興、李剛、徐林傳、師穎，〈虛擬現實技術在美軍模擬訓練中的應用現狀及發展〉《電光與控制(Electronics optics & Control)期刊》，第 18 卷 10 期，2011 年 10 月。
- 六、馮秋國，〈步兵類模擬訓練系統運用與我未來精進方向-以步兵學校為例〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，國防部陸軍司令部，第 44 卷第 498 期，2008 年 4 月。
- 七、林宜炫，《沉浸特徵之整合性衡量與驗證-以電腦遊戲為例》(臺中市：國立勤益技術學院企業管理研究所碩士班論文，2006 年)，頁 6。
- 八、盧嘉文，〈腎臟移植後排斥反應的處置〉《義大醫訊移植專刊》，第 1 期，2015 年 1 月。
- 九、《智庫百科》，<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/虛擬實境技術>，2015 年 12 月 24 日。
- 十、林育賢，〈虛擬實境硬體介紹〉《台灣船舶網》，<http://www.ship.org.tw/vr/index.asp?vrsel=5>，2015 年 12 月 24 日。
- 十一、〈3C 科技新聞〉《自由時報》，<http://3c.ltn.com.tw/news/20576>，2015 年 9 月 20 日。
- 十二、Casey Chao，〈美國陸軍改變基本戰鬥訓練(新訓)的啟示〉《痞客邦》，2015 年 11 月 10 日，<http://chaoyisun.pixnet.net/blog/post/62004817-casey-chao-%EF%BC%9A%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E9%99%B8%E>，2016 年 6 月 30 日。
- 十三、Q.Ch. Yu and D.Sh Quan, “Virtual Reality Technology in Sports Teaching,” Anhui SportsScience, 2005.
- 十四、Guangtian Qian, 2015. Exploration of the Application of Virtual Reality Technology on Sports Simulation Training, http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=258415.

作者簡介

張琪閔中校，陸軍官校專 86 年班、陸院 98 年班國立彰化師範大學企業管理所、彰化師範大學光電所博士候選人，曾任連長、後參官、作戰官、營長、科長，現任國防大學教務處副處長。

莊水平上校，陸軍官校正 81 年班、戰院 98 年班，輔仁大學物理研究所碩士，曾任連長、參謀主任、營長、聯參官、戰略教官、戰院隊長，現任國防大學教務處處長。