

合成化戰場雛形建置運用之研究

作者/李文伯

提要

- 一、隨著現代武器裝備系統不斷提升，軍隊組織及指揮體系也產生部分變革，在軍隊訓練及戰術戰法改變思潮下，採取訓練模擬器、電腦兵棋取代部分實兵實彈演訓，跳脫時空限制因素，降低訓練風險，已成為各國軍隊訓練模式及發展方向之一。
- 二、合成化戰場訓練環境的建構，就是以先進之模式模擬技術，整合實兵訓練裝備(Live)、虛擬模擬系統(Virtual)、建構式模擬系統(Constructive)及訓練遊戲軟體(Game)，透過網路數位訊號傳輸方式，在共通標準規範下，實施跨系統或跨軍種之組合式訓練。
- 三、「合成化戰場」訓練環境的建構模式，就是將不同性質之各種單一性能模擬器，完成評估後實施系統規劃與整合，並融入可能形成之作戰環境及共同的作戰指裁單位，完成系統的鏈結，使原來單一系統的模擬器，提升至有組織、有系統、有完整背景資料，使部隊能夠依照層級分別實施模擬訓練，其成效可以透過「裁判系統」瞭解全般狀況以明優劣。
- 四、為建構「國軍合成化戰場環境」，陸軍已於 103 年整合裝訓部現有 JCATS 電腦兵棋(C)、組合型戰車模擬器(V)及雷射接戰系統(L)等 3 個訓練平台，運用高階連網架構(High Level Architecture)及參數轉換技術，建構「合成化戰場」雛型，但與美軍現有「合成化戰場」訓練環境比較，仍有許多精進空間，因此，擬藉 104、105 年試行驗證期程，除運用班隊教育與部隊訓測蒐整參數，同步蒐整相關參數資料，藉以修正及精進現有系統外，另須加強系統整合功能及硬體擴建，使各部隊能運用本系統仿真之訓練環境，模擬戰場景象及實施訓測，並透過訓後分析檢討，逐次精進訓練方式，達成合成化戰場環境之訓練目標。

關鍵詞：合成化戰場、模式、模擬、模擬器、高階模擬

壹、前言

隨著現代武器裝備系統不斷提升，軍隊組織及指揮體系也產生部分變革，在軍隊訓練及戰術戰法改變思潮下，採取訓練模擬器、電腦兵棋取代部分實兵實彈演訓，跳脫時空限制因素，降低訓練風險，已成為各國軍隊訓練模式及發展方向之一，其中「合成化戰場」訓練環境的建構，就是以先進之模式模擬技術，整合實兵訓練裝備(Live)、虛擬模擬系統(Virtual)、建構式模擬系統(Constructive)及訓練遊戲軟體(Game)，透過網路數位訊號傳輸方式，在共通標準規範下，實施跨系統或跨軍種之組合式訓練，依此訓練思維，為建構國軍「合

成化戰場」訓練環境，陸軍已於 103 年初步整合裝訓部現有雷射接戰系統(L)、組合型戰車模擬器(V)及 JCATS 電腦兵棋系統(C)等 3 個訓練平台，運用高階連網架構(High Level Architecture)及參數轉換技術，建構本軍「成化戰場」雛型，而如何運用此一訓練環境整合現有部隊演訓模式，並透過部訓班隊及部隊訓測加以推廣運用，進而蒐整、評估、檢討及修正系統參數，作為爾後精進部隊訓練之模式，為本研究之主要動機。

本文擬參酌各國模式模擬整合技術及「成化戰場」訓練環境建構經驗，並以美軍模式模擬技術發展為範本，針對本軍所建構「成化戰場」雛型，進行訓練(運用)方式分析，藉以評估系統未來可能發展方向與演訓整合方式，作為爾後國軍發展聯合作戰訓練環境之參考依據。

本研究範圍係以模式模擬系統發展現況為「經」，各國(美國、中共、新加坡)建置「成化戰場」訓練環境經驗為「緯」，並輔以本國所建構之「成化戰場」雛型試行架構，依雷射接戰系統、組合型戰車模擬器及 JCATS 電腦兵棋之運用層級及訓練對象、用途，探討部訓班隊及部隊訓測結合運用方式與旅營級(含)以下部隊實施模擬訓練可行性。

貳、「成化戰場」訓練環境建構模式

運用計算機從事繁複或高難度科學計算是人類逐步發展資訊科技的起始，隨著電腦科技及數位傳送(有線/無線)技術不斷提升，模式模擬技術的運用已逐步擴大。而模式(Modeling)即是指實際物件(包含模擬器、原型機及相關裝備)、系統(包括相關軟、硬體)或過程，以包含物理、數學或其他合乎邏輯方法，對於軍事戰略、建軍備戰、作戰訓練及研究發展等國防相關事務之部分屬性做抽象的表示或模仿，而非對該事務做全部屬性之複製；¹而模擬(Simulation)係指在標準化、精確化、結構化環境設計中，對於軍事戰略、建軍備戰、作戰訓練及研究發展等國防相關事務之部分屬性，利用模式運作，對真實性或假設性物件、系統或過程進行研究或預測。²

而模式模擬(Modeling and Simulation)就是運用「模式」透過靜態或動態之「模擬」，獲得軍事戰略、建軍備戰、作戰訓練及研究發展等國防相關事務之管理或技術層面之決策基礎，³也就是說，「模擬」是構思如何解決問題，而「模式」則是他的組成成分，被拿來組合使用，以解決問題，通常一個模擬需要使用一種以上的模式。

就國防事務運用角度言，區分為戰略、戰術、戰鬥、戰技等 4 層級，並依其用途區分為「分析」、「武器獲得及測試評估」、「訓練」等 3 部分，其中就訓

¹國防部，〈國軍模式模擬與電腦兵棋要綱〉，民國 97 年 12 月 31 日，頁 8-3。

²同註 1。

³同註 1。

練部分，運用於軍隊區分為實兵訓練裝備(Live Simulations)、虛擬模擬(Virtual Simulation)系統、建構式模式模擬(Constructive Models and Simulations)系統及訓練遊戲軟體(Game)⁴ 個主要系統(如圖 1)：

一、實兵訓練(Live Simulations)裝備

實兵 (Live) 係以實兵部隊和真實裝備進行空中、地面、水面和水下作戰演訓。實兵模擬就是提供一個測試場地來產生作戰環境中真實軟、硬體表現的數據諸元，這些數據亦用於驗證使用在武器獲得計畫的模式模擬，且能提供人機一體相關的壓力和決心下達，如雷射接戰系統(MILES)即是此類型代表。⁴

二、虛擬模擬(Virtual Simulation)系統

虛擬 (Virtual) 係以係由實體或由電腦加以模擬的系統，亦即真實人員操作模擬器，各項指管及武器系統均以模擬器達成人員操作訓練之目的。真人在合成戰場環境中作戰 (訓練)，各兵彼此互動，進而和模擬系統產生關聯。諸如駕駛訓練模擬系統、射擊訓練模擬系統等。

三、建構式模擬(Constructive Models and Simulations)系統

建構性模擬係以虛擬人員操作模擬系統，同時模擬武器載台與武器操作人員，並以軟體模擬武器操作人員之行為準則，而非以真實人員來操作操作武器系統，其主要偏重在對作戰人員之武器系統操作訓練與戰技決策訓練。⁵如漢光演習使用之「戰區聯合作戰電腦兵棋系統」，即為由電腦模擬輔助的陸、海、空多面向作戰環境之建構性模式模擬兵棋推演系統，主要是幫助指揮與參謀人員習得戰爭各階段之狀況處置作為。⁶

四、訓練遊戲軟體(Game)

目前最先進的訓練遊戲軟體(Game)即是聯合戰鬥模擬系統(VBS, Virtual Battle Space)，它是一款多功能的簡易型模擬器系統，能模擬虛擬戰場中所需的各式載具與操作人員，包含定翼機飛機、旋翼機、車輛、船艦和士兵等，且具備與現有模擬系統裝備快速整合的能力，藉以解決聯合作戰對於武器裝備在數量和多樣性上的需求難題。目前已有美國、英國、加拿大和澳洲等超過 20 幾個國家使用聯合戰鬥模擬系統進行任務訓練，部分國家已利用本系統執行跨兵種協同作戰訓練。其可完整執行戰前準備、陣地佈署、接敵戰鬥、後勤補給和醫療後送等演習科目，模擬作戰中所需的各式演練需求，完成連續型的聯合作戰演習訓練。

⁴國防部陸軍總部準則會，《作戰模擬學》(桃園：國防部陸軍總司令部，民國 91 年 9 月 1 日)，頁 1-17~1-20。

⁵安振伍，〈建構式模擬於合成化戰演訓系統之運用〉《新新季刊》，民國 102 年 4 月，頁 58、59。

⁶崔光耀，〈如何建構裝甲部隊兵科基地「合成化戰場」訓練環境之研究〉，裝訓部 102 年戰術戰法研討會，102 年 11 月 1 日，頁 3。

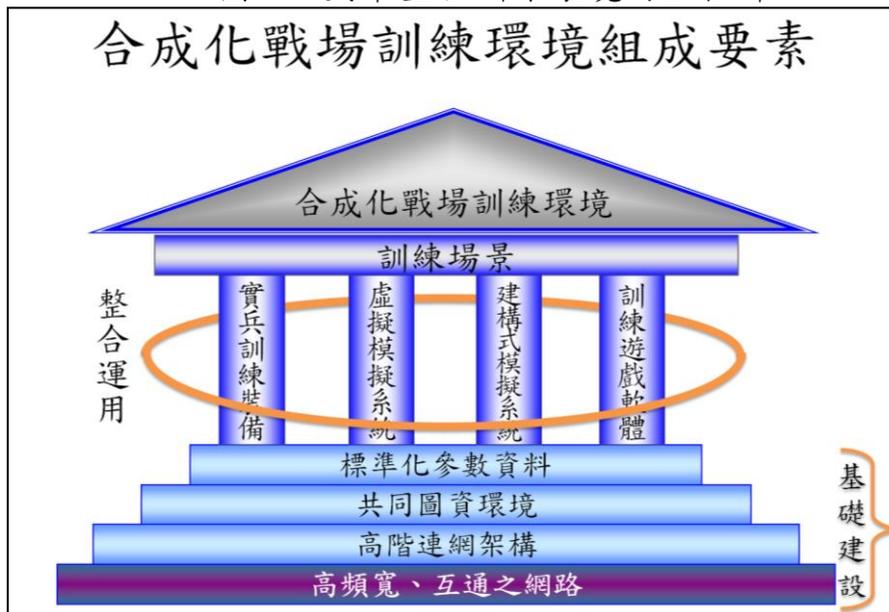
圖 1 訓練模擬 L.V.C.G.系統



資料來源：作者自行整理

因此，「合成化戰場」訓練環境的建構模式，就是將不同性質之各種單一性能模擬器，完成評估後實施系統規劃與整合，並融入可能形成之作戰環境及共同的作戰指裁單位，完成系統的鏈結，使原來單一系統的模擬器，提升至有組織、有系統、有完整背景資料，使部隊能夠依照層級分別實施模擬訓練，其成效可以透過「裁判系統」瞭解全般狀況以明優劣。並藉由電腦模擬科技與仿真技術重現戰場環境景況，磨練營級指揮官及參謀指參作業能力，提出建置具體之作法，供部隊未來實施模擬訓練之重要參考。⁷

圖 2 美軍整合訓練環境的里程碑



資料來源：作者自行整理

⁷陳品全，〈建置「機步特遣隊合成化模訓戰場」之研析〉《步兵學術季刊》，第 253 期，民國 103 年 9 月，頁 2。

參、各國「合成化戰場」訓練環境建置概況

各國因應國家戰略環境及軍事戰略發展目標，其合成化訓練環境發展進程各有不同，但都以發展聯合作戰訓練環境為最終目標。以實兵演訓觀之，每年所消耗的人力、財力及物力資源相當龐大，為降低訓練風險，透過數位化訓練管理工具，將各類型模擬器加以有效整合，以節省預算並擴大訓練效果，進而修正訓練方式，逐漸成為各國軍事訓練發展方向之一。

歐美等先進國家在 1980 年代便開始嘗試將電腦模擬系統利用網路串接，以執行所需之聯合作戰訓練，而美國在聯合作戰模擬領域上一直是屬於先驅的主導性地位，其歷經 10 餘年研改方逐漸確定其合成化戰場的建置與發展方向，⁸以下分別敘述美軍、共軍及新加坡武裝部隊「合成化戰場」訓練環境建置歷程，藉由各國建置訓練環境時之優、缺點與限制因素，並分析比較，以期求得國軍於發展「合成化戰場」訓練環境之參考依據：

一、美軍建置概況

美國因應全球軍力部署，為建構大範圍跨區域網路以滿足各部對聯戰訓練需求，自 1978 年以來已陸續投入龐大研究經費建立模擬網路(SIMNET)以連結不同模擬器，1990 年代以來，美軍考量部隊訓練環境(Training Enviroment,TE)趕不上作戰環境(Operational Enviroment,OE)的變化，為節省龐大演訓經費需求與資源消耗，在網路技術高度發展下，發展出的分散式互動模擬技術(DIS)，此技術可達到跨區域、相互交談、實兵或電腦產生的虛擬部隊同時參演的能量。後續更進一步由美國國防部模式模擬辦公室(Defense Modeling and Simulation Office,DMOS)於 1995 年 10 月依據所訂定之模式模擬(Modeling and Simulation)主導性計畫，提出高階模擬架構(High Level Architecture,HLA)，此分散式模擬的高層架構，可用以整合或連結模式模擬的六大層面(戰區戰役、小部隊戰術任務、載台、武器偵測裝備、細部工程、環境資料庫)。⁹

美軍期許藉由整合訓練環境(Integrated Training Environment,ITE)建置，使分佈於各地的部隊(基地)，能異地同時實施任務排練，降低整體訓練經費，並使訓練環境(TE)能趨近於作戰環境(OE)，本文現以運用合成化訓練環境實施任務訓練為主之夏威夷任務訓練中心(MTC-Hawaii)所建構之合成化戰場訓練環境及其發展運用經驗，敘述如后：

(一)任務

夏威夷任務訓練中心(Mission Training Complex-Hawaii)係負責美陸軍太平洋地區實兵、虛擬及兵推之部隊部署前訓練及駐地訓練，且為全美所有任務訓練中心唯一整合實兵訓練(Live)、虛擬模擬系統(Virtual)、

⁸黃俊堯、董明智，《合成化模擬戰場環境基礎建設之規劃分析》，國防部，民國 94 年，頁 6。

⁹羅乃強，〈合成化模擬戰場環境參數資料庫架構之分析、規劃與建置報告〉，國防部，民國 94 年 12 月，頁 4。

建構式電腦兵棋系統 (Constructive)及訓練遊戲軟體(Gaming)之單位。¹⁰

(二)組織架構

主要來自民間文職退役人員、聘雇及合約商所組成。

(三)運作模式與環境

1.訓練流程

(1)提列聯戰任務行動要項

由演習指揮官於 6 個月前提列訓練清單，由任務訓練中心協助與支援，訓練流程均依據「聯戰訓練系統(JTS)」之計畫、準備、執行及評估四階段實施演訓前準備，所有演習訓練由演習指揮官負責，重點置於訓練過程。

(2)完成想定設計

通常由演習指揮官與想定設計人員依美軍想定設計 14 步驟共同訂定，並以實際作戰需求為想定基礎，同時需考量單位在完成演習任務後可有效遂行爾後作戰行動為目標，美軍在想定設計上講求全般考量作戰全程所有可能發生的狀況，如後勤設施、通信、人道救援、難民安置、非政府組織(NGO)協調等，以協助並訓練指揮官相關處置要領及幕僚參謀作業，在規劃想定與執行上應結合訓場，使部隊可同時遂行連、排(含單兵)的戰鬥與射擊訓練，在發展想定時除完成想定主事件表及推演時序表外，須由 MTC 確認須使用之模擬器及操演室，並協助製作演習場景及完成相關地形資料庫規劃，並確認指管系統及演習區域及提供系統設定及網路解決等技術支援。

(3)實施任務訓練

依訓練單位提出訓練目標、日期、時間、地點完成演習想定後，分於室內及室外演習區域，依程序實施推演。

(4)訓後回顧

美軍要求訓後回顧場地必須備有白板(或黑板)、地圖、沙盤或兵棋台、指管系統、演訓進程紀錄(story board)及其他所需器材(如擴音設備等)，除利用原始的紙本資料及張貼佈告欄(wall walk)的方式外，更結合模式模擬與影音科技，將演訓過程完整記錄，於 AAR 過程中播放，提供最真實的檢討內容，MTC 下轄觀察官及分析員，均具有軍事素養之退役中、上校資深軍官擔任，並派遣連絡官至師級以上單位，負責蒐整戰爭經驗與訓後報告，並將分析結論通報各單位，以達資訊分享及提醒各單位避免再犯相同疏失，可確實精進訓練成效之目的。

2.系統環境

¹⁰Facebook，〈Mission Training Complex-Hawaii〉。

(1)實兵模擬系統(Live Simulation)方面

單兵模擬訓練系統(Initial-Home Station Instrumentation Training System,I-HITS)。

(2)虛擬模擬系統(Virtual Simulation)方面

近戰術訓練模擬器(Close Combat Tactical Trainer,CCTT)-係以重裝甲車輛、戰鬥飛行器及空騎隊(包含 OH-58D、AH-1W、CH-47、UH-60 及 AH-64 等直升機)等聯合武力戰場狀況之模擬訓練，系統可提供高逼真度之 3D 仿真性並具備機動之能力，可依部隊需求移動至駐地提供訓練。

(3)建構式模擬系統 (Constructive Simulation)方面

- A.JCATS 電腦兵棋系統
- B.後勤整備管理系統 (LRT)
- C.戰術報告系統 (TIGR)
- D.防空模擬系統 (AMDWS)
- E.UAV 模擬系統 (VRSG UAS)
- F.模擬新聞(V-NEWS)

(4)訓練遊戲軟體 (Game)方面

- A.虛擬戰場 2&3 (VBS2&3)，其中 VBS3(Virtual Battle Space 3)是美國陸軍最新使用的旗艦級訓練遊戲軟體，涵蓋戰術訓練、任務演練、3D 第一人稱的軍事訓練模擬程式，由美國陸軍訓練準則指揮部所屬之聯合兵種中心所推動。
- B.VBS3 提供彈性的想定、地形多樣化、視覺效果擬真度高的遊戲式軍事訓練環境，可遂行由單兵戰鬥到連級演訓多達 102 項聯合兵種任務。
- C.美軍 VBS3 軟體已授權陸軍所有單位使用，可直接使用符合系統操作需求的電腦至網頁下載取得。

(5)指揮與管制 (C2)方面：

- A.未來指揮所共同圖像整合系統(Command Post of the Future,CPOF)
- B.美陸軍旅暨旅以下指管系統 (Force XXI Battle Command,Brigade and Below,FBCB2)

綜上所述，美軍戰略構想因屬能力導向，為了要能迅速解決全球區域衝突，運用「合成化戰場」模訓環境，使任務指揮官、參謀及戰鬥部隊很快速地瞭解任務地區作戰環境，已成為不可或缺的訓練模式。

二、共軍建置概況

中共為因應軍事事務革新，在模式模擬系統發展上，於各戰區陸、海、空、二砲部隊均建置單一武器模擬系統並運用於軍事訓練，且積極投入系統聯網、異地同時及軍事地理圖資建立，希提高軍隊信息化、合成化(兵種協同、軍種聯合)比例，建置系統概況初步評估如后：

(一)單兵模擬訓練系統(Live)

單兵訓練模擬系統（Solider Combat Training System，SoCTS）是一款可穿戴的、提供沉浸式訓練的系統，能夠穿戴於操演單兵，可即時感知操作者的戰術姿態和武器操作行為並反應在虛擬場景中，同時可將虛擬作戰場景展現在操演實兵眼前，並提供耳機播放戰場音效，提供麥克風支援操演者之間的戰場語音通訊，使操演實兵以視覺、聽覺及作戰行動上全面沉浸在虛擬作戰場景中，實現分布式實兵分隊虛擬作戰推演訓練。¹¹

表 1 共軍單兵模擬訓練系統

系統特性	系統組成	系統功能
可穿戴式設備 沉浸式模擬訓練 聽覺、視覺、作戰 行動全方位感知	背負式主控計算機 綜合式頭盔 戰術姿態跟踪單元 模擬武器和其他配件(電源、戰術背心和線纜配件等)	戰術姿態跟踪 行動和行為控制 武器操控感知 虛擬現實沉浸

資料來源：參考網路資料自行製表

圖 3 共軍單兵模擬訓練系統示意圖



資料來源：華如科技股份有限公司網站圖片

¹¹ 華如科技股份有限公司，〈單兵訓練模擬系統〉，<http://www.huaru.cc/product/system-soldier.html#toplink>(檢索日期：2015年6月14日)

(二) 聯合作戰模擬系統 (Constructive、C2)

聯合作戰模擬系統 (Joint Warfare Simulation, JwSim) 是針對陸、海、空、天、電五位一體聯合作戰模擬的戰役級模擬系統，系統以 C4ISR 建構模式為核心，對陸、海、空、天、電作戰平台和武器，以及聯合作戰指揮控制和戰術行為等進行全方位的建模描述，能夠對信息化條件下的各種聯合作戰行動進行仿真，系統可支持兵力評估、戰役計劃評估、裝備體系效能評估、作戰概念與條令的開發與評估，也可以支撐指揮參謀人員教學及推演分析。¹²

表 2 共軍聯合作戰模擬系統應用領域與系統功能

應用領域	系統功能
兵力效能評估、作戰計劃輔助制定、武器裝備效能評估、作戰概念研究開發等 4 種應用領域	具有陸戰、海戰、空戰、後勤、C4ISR、彈道導彈攻防對抗、生化作戰、特種作戰、環境仿真等 9 種主要系統功能

資料來源：參考網路資料自行整理製表

本系統係中共總參謀部於 2001 年初，為深化科技練兵需求，加強聯合作戰訓練，並面對 21 世紀聯合作戰而建立的訓練模擬系統，提供各戰區高級司令員及其部屬，及其他聯合組織，為聯合作戰訓練演習實施提供一局使用的、可操作的在合成環境中為高級司令官訓練下屬作戰司令官，開發作戰條令，制定和評估作戰計畫，實施任務演練，確定作戰要求提供現實環境，以及建構過程提供作戰環境，JwSim 不僅為交互服務的可操作性提供改進能力，亦提供現實的聯合作戰訓練來支持作戰部隊的訓練與教育，並為聯合作戰司令官增強聯合作戰參謀訓練能力，現階段中共作戰模擬訓練，主要有虛擬實境及分布交互模擬系統，以中共電子工程學院所研製之「對抗作戰指揮模擬系統」及「分布交互式作戰指揮訓練模擬系統」，即可採多種方式對任何聯合作戰行動進行模擬演練，亦可對所規定之戰役地幅(地域、戰區)的戰爭進行推演，可達到諸軍兵種聯合作戰訓練和對抗訓練。¹³

¹² 華如科技股份有限公司，〈聯合作戰仿真系統〉，<http://www.huaru.cc/product/system-fight.html#toplink> (檢索日期：2015 年 6 月 14 日)

¹³ 許衍華，〈精兵合成高效：中共高技術局部戰爭能力的虛實〉，台灣，2005 年 4 月 14 日。

圖 4 共軍聯合作戰模擬系統運用示意圖



資料來源：華如科技股份有限公司網站圖片

(三) 聯合訓練模擬系統 (Constructive)

聯合訓練模擬系統 (Joint Training Simulation, JtSim) 是一個面向戰術層、人在迴路的實體級模擬訓練系統。系統能夠對美、英、德、俄、伊朗等國家的陸、海、空等不同軍種作戰實體進行建模，覆蓋從實體、排、連、營、分隊、中隊等不同作戰單位的建模需求，能同時模擬上百萬個仿真實體，可用於支持團以下指揮軍官模擬訓練。¹⁴

表 3 共軍聯合訓練模擬系統應用領域與系統功能

應用領域	系統功能
指揮模擬訓練、網上研討演習、參謀人員教學等 3 個領域	即時動態的戰場環境仿真、設置靈活的訓練席位及權限控制、基於作戰規則的兵力模擬、高效的訓練仿真運行及管理控制等 4 種主要系統功能

資料來源：參考網路資料自行整理製表

(四) 聯合防空模擬系統 (Constructive)

聯合防空模擬系統 (Joint Air Defense Simulation, JadSim) 是針對空間和空中發生的各種作戰行動模擬的任務級模擬系統。系統以信息系統建模為核心，對陸、海 (水面)、空、天各類作戰平台和武器系統進行建構，支持較大規模空中進攻和防空反導作戰背景下的體系對抗模擬，能夠為空中進攻和防空反導研究、裝備論證以及指控模擬訓練提供重要支持。¹⁵

¹⁴ 華如科技股份有限公司，〈聯合訓練仿真系統〉，<http://www.huaru.cc/product/system-fight.html#toplink> (檢索日期：2015 年 6 月 14 日)

¹⁵ 華如科技股份有限公司，〈聯合防空仿真系統〉，<http://www.huaru.cc/product/system-defense.html#toplink> (檢索日期：2015 年 6 月 14 日)

表 4 共軍聯合防空模擬系統應用領域與系統功能

應用領域	系統功能
空中進攻與防空反導作戰研究、空中進攻與防空反導模擬訓練、空中進攻與防空反導裝備論證等 3 個領域	具防空行動、攻擊行動、空中進攻行動、電子戰、支援行動等 5 種系統功能

資料來源：參考網路資料自行整理製表

(五)訓練遊戲軟體(Game)

1.光榮使命(Passion Leads Army)

中共參考西方國家軍事訓練遊戲(Game)在軍隊教育訓練應用發展經驗，於 2011 年 6 月 26 日由南京軍區與無錫網路科技共同提出以現代戰爭為背景及班、排戰鬥為主之「光榮使命」第一人稱單兵戰鬥遊戲軟體(First Person Shooter,FPS)，遊戲內容計區分基礎訓練、單兵任務及班組對抗 3 大模組，目前軍用版已提供各軍區運用，作為解放軍部隊官兵訓練使用，¹⁶也是共軍自主研發軍事電腦遊戲之先河。

2.鐵甲突擊

2012 年再由裝甲兵工程學院模擬訓練中心執行戰車訓練遊戲課題組研究，發展出「鐵甲突擊」戰車模擬仿真訓練平台(MKZ)，其系統以各軍區戰術訓練場三維地形數值軍圖為基礎，利用戰場環境仿真技術，分別運用山地、丘陵、台地、濱海、沙漠等 5 種地形，建置了 16 個不同場景之三維虛擬戰場，以提高模擬、仿真效度，就系統發展上，中共運用了廣域網模中 Agent 虛擬兵力自動生成技術，以事件、時間、空間觸發遊戲中機動、偵察、射擊、通訊等模組，實施各種狀況下之戰術推演。¹⁷

表 5 中共合成化戰場環境建置概況

中共合成化戰場環境建置概況				
Live	Virtual	Constructive	Game	C2
單兵訓練模擬系統(SoCTS)	各軍區於陸、海、空、二砲部隊均建置單一武器模擬系統	1.聯合訓練模擬系統(JtSim) 2.聯合防空模擬系統(JadSim)	1.光榮使命(PLA) 2.鐵甲突擊	聯合作戰模擬系統(JwSim)中 C4ISR 系統功能
運用分散式交互模擬技術(DIS)及高階模擬架構(HLA)架構				

資料來源：作者自行製表

¹⁶ 維基百科，〈光榮使命〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E8%8D%A3%E4%BD%BF%E5%91%BD> (檢索日期：2015 年 6 月 14 日)

¹⁷ 中新網，〈解放軍首款戰車訓練電腦遊戲出爐戰場氛圍逼真〉，科技日報，2015 年 2 月 3 日，<http://www.chinanews.com/mil/2015/02-03/7028696.shtml>(檢索日期：2015 年 6 月 14 日)。

三、新加坡武裝部隊(SAF)建置概況

新加坡因地狹人稠，無大型訓練場地，對於合成化戰場訓練環境建構，概可區分為 3 個發展階段，1980 年代以單機模擬系統為主，並以 1989 年通用電器公司(現為 Lockheed Martin)提出之裝甲戰術訓練模擬器(ATT)為代表，具三維圖資環境；1990 年代至 2000 年間發展出分散式互動模擬系統，以新加坡武裝部隊模擬系統 2000(VSS2000)及陸上作戰仿真建構式作戰系統(SIMLAB)為代表，具初步運用於聯合作戰層面；2000 年迄今，由新加坡武裝部隊軍事實驗中心(SCME)透過分散式互動模擬技術(DIS)及高階架構協定(HLA)，進一步發展出 VSS21 系統後，現已具備「合成化戰場」的訓練環境，分述如后：

(一)1980 年代至 1990 年代中期

因圖形和圖像生成器(IG)技術的演進而發展出單機訓練模擬系統，其運用三維圖形生成器及模擬仿真技術，於本時期分於 1983 及 1989 年發展出砲兵射擊控制訓練系統(AFCTS)及裝甲戰術訓練系統(ATT)，其中砲兵射擊控制訓練系統(AFCTS)包含一套由 11 個幻燈機所組成的發射系統，前進觀測官及陣地可以模擬和顯示發射和砲擊的影響效果；另裝甲戰術訓練模擬器(ATT)係用於訓練裝甲指揮官及 AMX13 砲手及乘員間針對各種戰鬥狀況之協調能力。

(二)1990 年代中期至 2000 年

開始運用分散式交互模擬技術(DIS)及高階模擬架構(HLA)，於 1995 年推出新加坡武裝部隊模擬系統 2000(VSS2000)，使分布於各駐地(訓練中心)的模擬器(Vitual)，透過系統聯網，實施異地同時演練，其系統運用計有 3 個層面，分別為作戰、訓練、試驗與評估；在此時期，新加坡另發展出建構式電腦兵棋系統(Constructive)--陸上作戰仿真建構式作戰系統(SIMLAB)，它可運用對於不同層級(部門)之指揮官、參謀訓練；在同一時期，新加坡也發展出機動式的模擬器載台--AGT，AGT 系統可以迅速地重新被配置，具隨插即用的概念，可支援多達 4 種不同的訓練平台(例如戰車和直升機訓練平台)，在指揮管制(C2)部分，新加坡空軍亦發展出 RSAF，系統內含指管次系統，可運用於空軍總部、作戰指揮中心到空中基地，可見其已初步具備「合成化戰場」訓練基本環境架構。

(三)2000 年迄今

新加坡於 2003 年 11 月成立新加坡武裝部隊軍事實驗中心(SCME)，專責擔任模擬仿真技術研改、指導新作戰概念及創新技術能力，SCME 除研改 VSS2000 外，並整合空中任務訓練模擬器(AMT)及步兵航砲戰術模擬器，進而推出 VSS21 系統，作為軍隊模擬訓練之主要系統；同時，新加坡亦將模擬系統與單兵訓練遊戲軟體(COTS)結合，運用於「合成化戰場」訓練環境。¹⁸

¹⁸新加坡國防部，〈新加坡武裝部隊與模擬仿真訓練〉，http://www.mindef.gov.sg/imindef/publications/pointer/journals/2006/v32n4/Evolution_of_Modelling_and_Simulation_in_the_Singapore_Armed_Forces.html(檢索日期：2015 年 6 月 14 日)

圖 5 VSS2000 運用層面



資料來源：VSS 網路圖片

圖 6 SIMLAB 電腦兵棋系統



資料來源：SIMLAB 網路圖片

表 6 新加坡武裝部隊合成化戰場環境建置概況

新加坡武裝部隊合成化戰場環境建置概況				
Live	Virtual	Constructive	Game	C2
雷射接戰系統	1. 砲兵射擊控制訓練系統 (AFCTS) 2. 裝甲戰術訓練模擬器(ATT) 3. 機動式的模擬器載台(AGT) 4. 空中任務訓練模擬器(AMT) 5. 步兵航砲戰術模擬器	陸上作戰仿真建構式作戰系統 (SIMLAB)	1. 單兵訓練遊戲軟體(COTS) 2. 全局指揮 3. 全局領導	RSAF
VSS21 運用分散式交互模擬技術及高階模擬架構架構鏈結上述系統				

資料來源：作者自行製表

圖 7 新加坡武裝部隊合成化戰場概念



資料來源：作者自行整理

美國、中共、新加坡等國在合成化戰場訓練環境發展歷程上雖有不同，但均由單一武器系統模擬器、電腦兵棋系統朝向建置戰場指管系統發展為目標，並運用高階聯網架構協定，朝向機動式載台發展，期建構 LVCG 之聯模訓練環境，若就現今各國發展情形與訓練環境觀之，新加坡與我國類似，皆屬地狹人稠、訓練環境受限，應可供我發展合成化戰場訓練環境參考。

參、國軍「合成化戰場」雛形運用方式研析與發展方向

我國「合成化戰場」雛形建置，已於 103 年結合北測中心雷射接戰系統(L)、裝訓部組合型戰車模擬器(V)及 JCATS 電腦兵棋系統(C) 等 3 個訓練平台，運用高階連網架構(HLA)及參數轉換技術實施系統雛形整合，此「模擬訓練環境」初步規劃提供營級(含)以下部隊使用，裝訓部亦依此雛型環境，於 103 年 10 月 25 日實施試行架構整合演練，期間計編成 2 個戰車特遣隊，採異地、同時、局部實兵實裝實施模擬對抗操演，其中戰車模擬器及雷射接戰系統則各編成 2 個實兵實裝戰車戰鬥隊(2 戰車排 1 機步排)，餘採 JCATS 系統模擬。¹⁹但若與美軍及國外現有「合成化戰場」訓練環境比較，仍有精進空間，因此，裝訓部另於 104 年再次與中科院合作辦理「組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案」分次系統整合與硬體擴建，本文擬以 104 年底完成之環境架構，研議班隊教育及部隊訓測運用之可能方式，並透過系統驗證，同步蒐整參數，期提供我未來「合成化戰場」訓練環境發展之參據，並使各部隊能有效運用系統仿真的訓練環境，模擬戰場景象實施訓測，並透過訓後分析系統檢討，逐次精進訓練方式，達成「合成化戰場」訓練環境運用之目標。

表 7 美國、中共、新加坡與我國合成化戰場訓練環境建置之比較

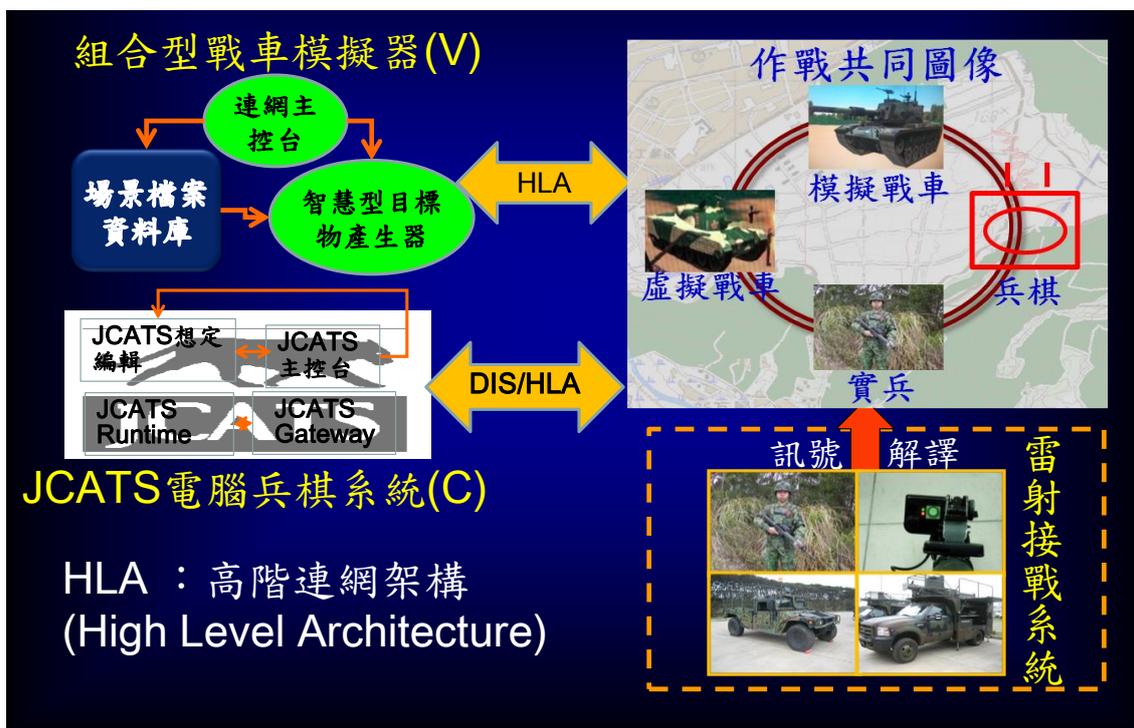
美國、中共、新加坡與我國合成化戰場訓練環境建置之比較					
國家	Live	Virtual	Constructive	Game	C2
美國	單兵模擬訓練系統 (I-HITS)	近戰術訓練模擬器 (CCTT) 一屬任務式整合性的訓練模擬系統，具機動載台	JCATS 電腦兵棋系統及後勤管理、戰術報告、防空模擬、UAV 模擬、模擬新聞等次系統	VBS2&3	未來指揮所共同圖像整合系統 (CPOF) 美陸軍旅暨旅以下指管系統 (FBCB2)
中共	單兵訓練模擬系統 (SoCTS)	各戰區於陸、海、空、二砲部隊建置單一武器模擬系統	聯合作戰模擬系統(戰役級)、聯合訓練模擬系統(戰術級)、聯合防空模擬系統(戰術級)	光榮使命 鐵甲突擊	聯合作戰模擬系統中 C4ISR 系統功能

¹⁹ 裝訓部，〈陸軍裝訓部「合成化戰場雛型」建置整備規劃簡報〉，103 年 9 月 29 日，頁 3。

新加坡	雷射接戰系統 (MILES)	砲兵射擊控制訓練器、裝甲戰術訓練模擬器、空中任務訓練模擬器、步兵航砲戰術模擬器，具機動式訓練載台	陸上作戰仿真建構式作戰系統 (SIMLAB)	COTS 全局指揮 全局領導	RSAF
我國 (103年 建置情形)	雷射接戰系統 (MILES)	組合型戰車模擬器	JCATS電腦兵棋系統 3D戰場顯示系統	無	既有通資設施

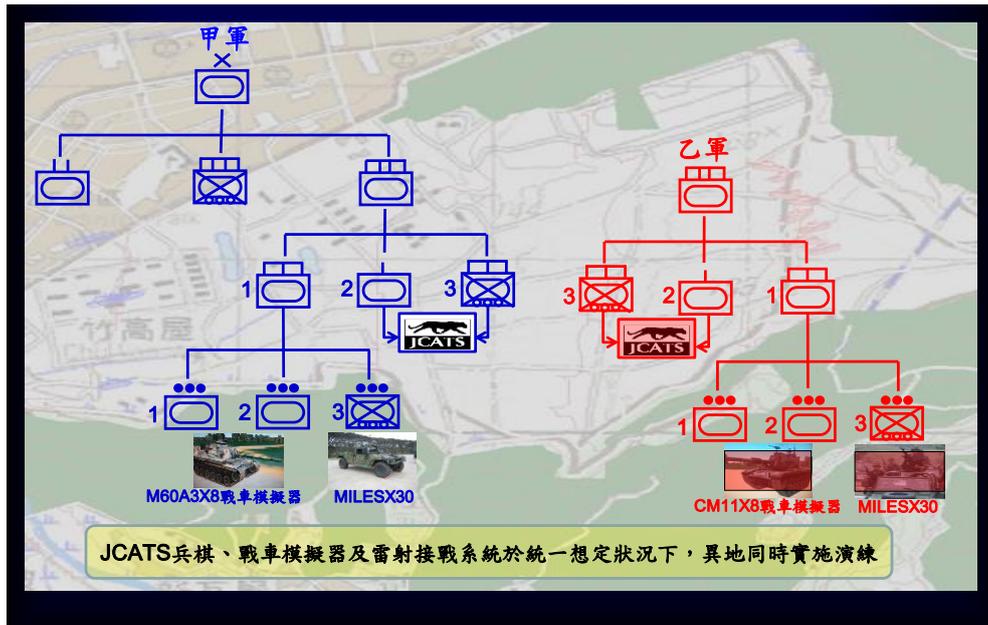
資料來源：作者自行整理

圖 8 合成化戰場雛形架構示意圖



資料來源：恭迎整評司參訪「合成化戰場雛形」建置運用簡報

圖 9 合成化戰場雛形演練編組架構圖



資料來源：陸軍「合成化戰場雛形」建置簡報

一、分次系統整合堆疊環境架構

裝訓部為建立獨立之戰場管理平台，於 104 年新增建置戰場資訊圖台，其目的就是要使 JCATS 電腦兵棋系統回歸部隊對抗兵棋推演及指參作業，另在圖台上建置可顯示之操演部隊兵力、兵力位置及交戰狀態外，同時透過參數轉換技術，將雷射接戰系統(MILES)、組合型戰車模擬器、JCATS 電腦兵棋系統之數位訊號共同顯示於戰場資訊圖台上，同時規劃砲兵觀測訓練模擬系統(貓儀)、無人機偵蒐模擬系統(UAS)納入系統連網整合架構，²⁰一併顯示於戰場資訊圖台上，建立共同圖像，使系統環境更符合部隊現況及訓練使用，現將系統整合及硬體擴建情形分述如后：

(一)系統整合方面

1.新增戰場資訊圖台系統：(C2)

透過光纖網路及高階連網技術(HLA)整合 MILES(L)、戰車、砲兵觀測訓練模擬器及 UAS(座標及方向角)之空間資訊(V)、JCATS(C)及兵力資訊(敵我識別、兵力結構、種類、數量、戰損)於戰場資訊圖台系統上顯示，並取代原 JCATS 電腦兵棋，提供合成化戰場共同圖像，相關功能規劃如下：

- (1)提供連網演訓時戰場資訊彙整與顯示功能，並提供圖形操作介面，可透過滑鼠操作圖台放大、縮小及平移等功能。
- (2)可載入演訓所需底圖，以聯合作戰兵棋符號顯示部隊位置，並以樹狀圖呈現各部隊兵力結構、種類、數量及戰損等資訊。²¹

²⁰吳宏昇，〈組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案〉，中科院航空所模擬組，104 年 4 月 29 日。

²¹段泰康、謝清桂、劉新生，〈合成化戰場之指管系統與模擬器整合技術〉《新新季刊》，民國 101 年 7 月，頁 229。

圖 10 新增戰場資訊圖台示意圖



資料來源：組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案簡報

2. 組合型戰車模擬器三維目標物模型擴增：(Constructive)

擴增戰車模擬系統內三維目標物模型以滿足演訓所需，目標物模型清單詳如下表。²²

表 8 戰車模擬系統三維目標物模型清單

A H - 6 4 E 攻擊直升機	武 直 1 0 攻擊直升機	0 7 1 型 船塢登陸艦	0 7 2 I I I 型 坦克登陸艦
0 7 3 I I I 型 中型登陸艦	0 7 4 A 型 通用登陸艦	裝 甲 突 擊 運 載 平 台	Z T D - 0 5 型 兩 棲 戰 車
Z B D - 0 5 型 兩 棲 甲 車	7 2 4 型 氣 墊 船	7 2 6 型 氣 墊 船	野 牛 級 氣 墊 船
硬 殼 橡 皮 艇	突 擊 快 艇	中 型 民 用 漁 船	中 型 民 用 舢 舨

資料來源：組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案簡報

3. 雷射接戰系統 (MILES)：(Virtual)

因原始碼無法獲得，且微波傳輸距離過短，操演圖資及區域僅限於湖口台地，僅能實施機步連以下小部隊戰鬥演練，系統整合實質效益有限，104 年仍以原有系統納入訓練環境架構，爾後隨未來新式裝備導入後持續研改整合。

4. 砲兵觀測訓練模擬系統(貓儀)：(Virtual)

砲兵觀測訓練模擬器(Comator Advanced Training System-ESIM)，取其英文縮寫，簡稱貓儀(CATS)，主要用於砲兵間接射擊觀測模擬訓練，能

²²同註 21。

夠訓練整個射擊程序：前進觀測官-射擊指揮所-砲陣地-目標，系統藉由運用高階連網技術(HLA)整合裝訓部模訓 2 館砲兵觀測訓練模擬器，系統藉由連網將砲兵射擊結果，顯示於指管中心戰場資訊圖台(COP)及組合型戰車模擬器，以提供前進觀測官（第一線部隊）觀測、砲兵射擊（火力要求）程序訓練。²³

圖 11 砲兵觀測訓練模擬器



資料來源：CATS_ESIM 砲兵觀測模擬器教學手冊

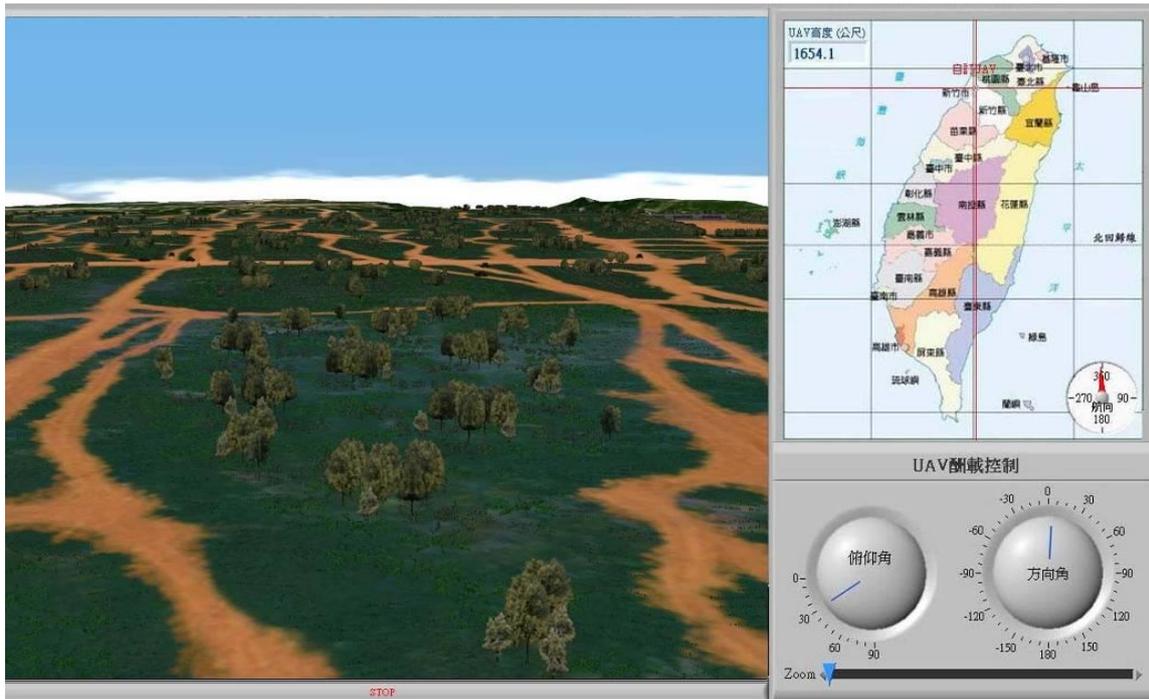
5. 無人機偵蒐模擬系統(UAS) (Virtual)

系統可模擬 UAS 飛行，並實施戰場監控及遠程偵蒐，在運用上可由操控人員(導控官)運用系統內 2D/3D 影像，將第一線敵情狀況標示，透過 GPS 定位將經緯度座標由系統轉換成 UTM 座標回傳演習指揮所，供情報席位(影像判讀官)判讀後，交由指揮所實施兵、火力分配，系統除可提供空偵情報外，亦可做為戰鬥部隊研判敵情訓練，本系統規劃於模訓 1 館營指揮所(乙軍)新增無人機偵蒐模擬系統電腦乙台，系統設置飛行操控席及酬載操控席，操演人員可透過手持搖桿進行無人機飛行操控及透過滑鼠進行酬載監視角度控制，並建置全台 2.5 米衛星影像所製三維視效資料庫。²⁴

²³同註 21。

²⁴同註 21。

圖 12 無人機偵蒐模擬示意圖



資料來源：組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案簡報

6. 研改 3D 戰場顯示系統

- (1) 將原有 3D 戰場顯示系統功能提升，加入子母畫面功能。母畫面提供俯視角度全景監看，子畫面提供目標跟隨模式近距離監看及子母畫面切換等功能。
- (2) 3D 戰場顯示系統結合高階連網技術(HLA)，提供連網演訓時 3D 戰場即時監看功能，並提供圖形操作介面，透過滑鼠操作控制視眼點、視角、目標跟隨等視效控制功能。高階連網技術(HLA)介面控制則提供演訓選擇功能，使用者可任意切換及加入(join)進行中之連網演訓，進行戰場即時監看功能。²⁵

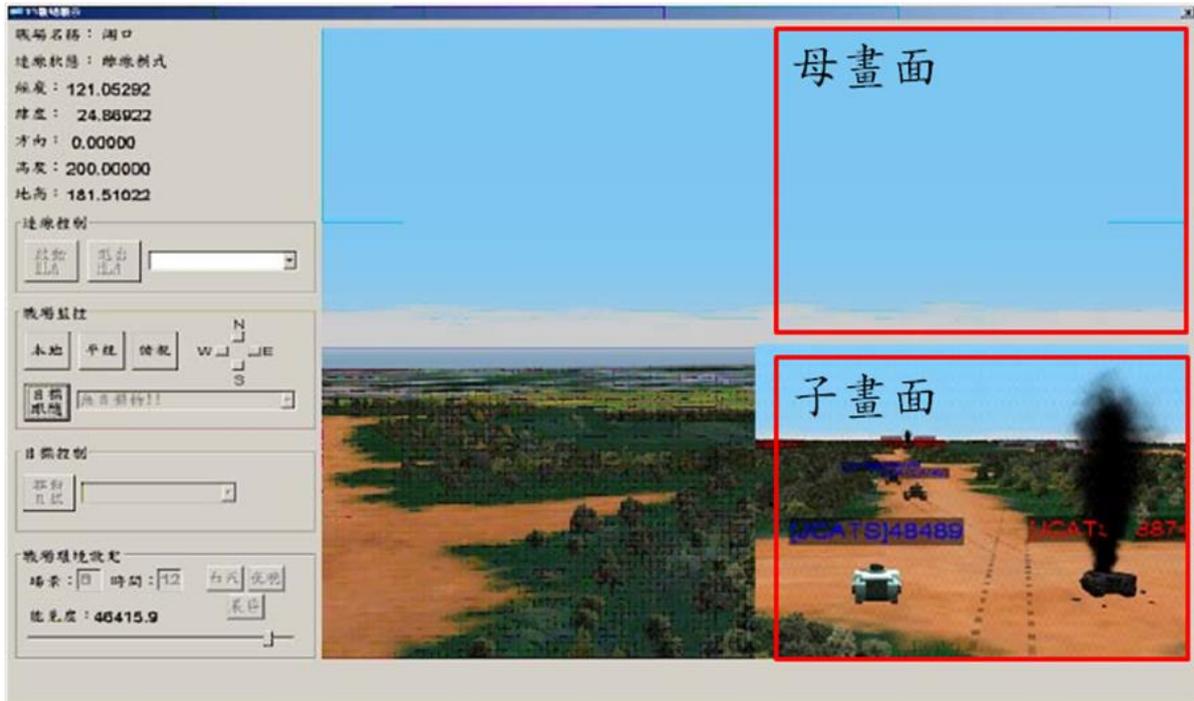
7. 新增訓後回顧系統

- (1) 側錄在連網架構下各個訓練系統戰場資訊，並得以在戰場資訊圖台系統及 3D 戰場顯示系統執行回放顯示功能。訓後回顧系統包含戰車模擬器、砲兵觀測訓練模擬器、UAS、JCATS 與 MILES 等回放功能。
- (2) 提供圖形操作介面，透過滑鼠操作錄製/停止、撥放/暫停及時間拖曳等控制功能。²⁶

²⁵同註 21。

²⁶同註 21。

圖 13 3D 戰場顯示系統研改示意圖



資料來源：組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案簡報

經由以上系統整合，104 年底預計可建構獨立之戰場資訊圖台雛型，使雷射接戰系統(L)、組合型戰車模擬器、砲兵觀測訓練模器、無人機偵蒐模擬器(V)及 JCATS(C)相關兵力資訊(敵我識別、兵力結構、種類、數量、戰損)顯示於戰場資訊圖台系統上，並使建構式模擬系統(JCATS)單純運用於電腦兵棋對抗操演，另使第一線部隊可運用砲兵觀測訓練模擬系統實施砲兵火力要求及射彈觀測與修正及地空聯合偵搜，使部隊實施演訓時更能符合戰場景況。

(二)硬體擴建方面

- 1.各操演室新增網路電話話機以提供演訓時與其他操演室間通聯之用。建置位置包含模訓一館指管中心、紅/藍軍營指揮所、紅/藍軍連長指揮室、砲兵觀測射擊訓練操演室、無人機偵蒐操演室、北測戰控中心及北測紅/藍軍營指揮所。
- 2.模訓一館CM11射擊中控台建置網路電話伺服器主機，負責話機撥號轉送、話機響鈴、多方會談等功能。
- 3.模訓一館指管中心及北測戰控中心設置網路電話用戶端電腦內建圖形操作通話軟體，提供使用者通話狀態監看、通話會談監聽以及加入通話會談等功能。²⁷

²⁷同註 21。

圖 14 合成化戰場系統擴建示意圖



資料來源：恭迎整評司參訪「合成化戰場」雛形建置運用簡報

二、部訓班隊教育及部隊演訓測考規劃

(一) 班隊教育

考量 104 年底整合後系統架構之施訓對象與訓量，擬依 105 年課程基準，採先分教再合練之訓練模式，規劃由在訓班隊運用「合成化戰場」雛形環境實施訓練，並依不同訓練對象(正規、士高、官分、專軍、儲備士官、志願役士兵班隊)，區分進修、基礎、專長教育等層級，分對不同系統納入課程基準及班隊教育時數施以分項系統訓練，並於上、下半年度，整合正規班、官分班、專軍班、士高班等訓期較長之班隊，並納編模訓排，藉統一之戰術想定，於裝訓部模訓 1、2 館實施合成化戰場對抗操演，使連、排、班級幹部藉全系統所展示之功能，奠定合成化訓練之概念；另有關雷射接戰系統教育與訓練部分，因其系統係運用於連級以下單兵戰鬥模擬訓練為主，多用於基訓測考，且裝訓部亦無建置此裝備，擬納入下段(部隊訓測)規劃討論。

表 9 合成化戰場雛形施訓對象規劃表

區分		進修教育 (正規、士高班)	基礎教育 (百分班、專軍班、士二專、 儲備戰車士)	專長班 (志願役士兵-戰駕)
104 年度	分教	C+V ₃	V ₁ 、V ₂ 、V ₃	V ₂
	合練	下半年配合連網案，納編部訓班隊、基訓部隊實施整合訓練驗證全系統功能 (L+V ₃ +V ₄ +V ₅ +C)		
105 年度	分教	C+V ₃	V ₁ 、V ₂ 、V ₃	V ₂
	合練	上、下半年度，整合訓期正規班等較長班隊，藉統一想定， 實施特遣隊對抗操演(L+V ₃ +V ₄ +V ₅ +C)		

L：雷射接戰系統
 V₁：戰車射擊訓練模擬器
 V₂：戰車駕駛訓練模擬器
 V₃：組合型戰車模擬器
 V₄：砲兵觀測訓練模擬器(瞄儀)
 V₅：無人機操作模擬系統(UAS)
 C：JCATS系統

資料來源：作者自行整理

(二)部隊訓測

考量現行基地營(直屬連)級訓期，在不影響進訓單位訓練及測考期程下，擬規劃由兩個營級部隊於基地期末戰術測驗前一週電腦兵棋推演期間(進訓第 10 週)，運用「合成化戰場」離型訓練環境，結合戰術測考想定，幹部分於裝訓部及北測中心實施 JCATS 電腦兵棋推演及指參作業訓練，部隊則分別運用北測中心 MILES(機步連)及裝訓部組合型戰車模擬器(戰車連)、砲兵觀測訓練模擬器(砲兵連)、UAS(高司)，採異地、同時、遠距實施特遣隊模擬對抗測考，並運用訓後分析系統(AAR)，檢討當週演訓缺失，降低次週實兵演習訓練風險。

表 10 合成化戰場離形部隊訓測規劃區分表

編組區分	營指揮所	戰車連			機步連	砲兵連
編組成員	營長、幕僚 JCATS操作手	排長 車長	射擊士	駕駛	官士兵	戰砲排長 前進觀測官
運用系統	JCATS 指管系統	組合型 戰車模擬器			雷射接 戰系統	貓儀 組合型 戰車模擬器
演練地點	裝訓部模訓館 北測中心	裝訓部模訓館			湖口台地	裝訓部 模訓館

資料來源：作者自行整理

三、我合成化訓練環境後續發展方向

(一)實兵模擬系統方面

雷射接戰系統功能建議研改，本系統因具備即時無線傳輸裝置，若實施研改，可將訊號雙向收發至外部系統，屆時可運用電腦兵棋或模擬器實施輔助對抗演練，若未來結合穿戴式科技(wearable technology)及行動應用程式(Mobile APP and Services)，將使單兵在虛擬的環境下，更能瞭解敵、我雙方戰況，使演訓人員更能符合戰場景象。

(二)虛擬模擬系統方面

合成化戰場訓練的目的，就是要透過高階連網架構(HLA)及參數轉換技術，運用指管系統鏈結分散於各地的武器載台，使各載台能在共同標準規範下，實施異地、同時演練，若要建立聯合作戰模擬訓練環境，必先從兵種協同作戰建置起，因此，未來應結合步兵類模擬系統(甲車模擬

器、拖式飛彈模擬器、50 機槍、40 榴彈槍、81 迫砲模擬器等多人操作武器)、砲兵戰技術射擊指揮儀及陸航直升機飛行訓練模擬器(OH-58D、AH-1W、CH-47、AH-64 等戰鬥飛行器模擬系統)，納入合成化戰場模擬訓練，使部隊演訓更能符合真實戰場景況。

(三)訓練遊戲軟體方面

針對連級以下小部隊作戰任務，應比照美軍發展類似 VBS3(Virtual Battle Space 3)或共軍之光榮使命、鐵甲突擊等訓練遊戲軟體，使國軍在有限訓練場地及資源下，除運用各類組合型模擬器實施戰鬥、戰技訓練外，亦能運用訓練遊戲軟體，超越時、空因素，實施連以下戰術及戰鬥訓練。

(四)指管系統方面

應強化戰場資訊圖台系統功能，依據裝訓部 104 年「組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合」委製協議書，戰場資訊圖台就系統功能上，僅能顯示各系統整合的共同作戰圖像(COP)，若與美軍未來指揮所(Command Post of the Future, CPOF)比較仍有落差，CPOF 係以任務為出發點，區分為通訊、資料管理及測繪三個主要項目，各分項系統均緊密鏈結，並依據訓練需求提供各式圖資，透過 Mail、廣播及 VOIP 等方式實施整合通聯傳遞訊息，各參指參作業成果亦可顯示於 CPOF 上，提供指揮官決心下達與狀況處置，²⁸因此，CPOF 應可作為我發展戰場指管系統方向之一。

表 1、我合成化訓練環境現況及後續發展方向

我 合 成 化 訓 練 環 境 現 況 及 後 續 發 展 方 向					
年度	Live	Virtual	Constructive	Game	C2
103	MILE	組合型戰車模擬器	JCATS 3D戰場顯示系統	X	以JCATS 代替
104	MILE	增加CATS、UAS	強化3D戰場顯示 系統功能	X	新建戰場 資訊圖台
後續 發展	穿戴式科技 行動應用程式	增加甲車模擬器、拖飛 模擬器、多人操作武器 模擬器、砲兵戰技術射 擊指揮儀、陸航直升機 飛行訓練模擬器	X	VBS3	戰場資訊 圖台強化 計畫及通 訊的整合 能力
		建立光纖網路環境及衛星即時通訊			

資料來源：作者自行整理

²⁸同註 13。

肆、結論與建議

合成化戰場訓練環境係美軍作為 21 世紀部隊訓練、指參作業、準則發展、戰術戰法研析、裝備籌獲及編裝評估驗證的主要系統與工具，²⁹而美軍在建構合成化戰場環境等系統，在武獲各階段均有不同重點。在概念發展與構想設計階段，以建構式模擬系統(Constructive)為主要運用範疇；在系統發展與展示確認階段，以虛擬模擬系統(Virtual)為主要開發與驗證工具；在部署成軍階段，則以實兵演訓(Live)為主³⁰，另在建構合成化戰場整合技術面上是相當多元的，其所需要整合的技術需求包括：網路互動協定制定、克服異質性兵棋系統間差異、模擬時機協調及分散式同步機制的研究等，除此之外，各軍種模擬系統之間參數資料的交換與整合及網路基礎都是建構合成化模擬戰場所必須加以探討的課題³¹，因此，國軍在建構一個完善的網狀化「合成化戰場」訓練環境時，是必須挹注大量人、物力及經費支援的，故在有限之國防經費下，應考量外在作戰環境與內部訓練需求，確認及發展合理的主從目標，以下為筆者針對建構完善「合成化戰場」之幾點建議：

一、確立主導機關，建立發展模式

美國(NSC)、中共(總參謀部)、新加坡(國防科技局 Defence Science and Technology Agency, DSTA)在「合成化戰場」訓練環境建置上，均由國家層級之模式模擬辦公室(中心)主導，而本軍在「合成化戰場」環境架構之建置，係由戰術軍官兼任技術人員角色完成開發，而此一訓練環境係屬高技術模式模擬系統整合，若由戰術軍官擔任系統開發人員，較不適宜，建議應由專責機關擔任龍頭，主導及協助國軍合成化戰場建置及未來發展規劃。

二、機動訓練系統，有效支援訓測

美軍為建構大範圍跨區域網絡以滿足各部對聯戰訓練需求，已完成機動式模擬系統建構，使其於兵力投射時，能運用系統內不同環境設定(圖資)，透過衛星鏈結各指管機構、作戰部隊，完成臨戰訓練；新加坡於 2003 年 11 月運用高階連網架構(HLA)所建置之 VSS21，可即插即用，亦屬機動式模擬系統；而國軍現有模擬系統均屬固定式，若採機動式載台發展，可依需求進駐部隊實施移地及回流訓練，以擴大部隊訓練運用成效。

三、開發地理圖資，擴大演訓範圍

共同地理圖資平台為實現合成化戰場訓練環境必要元件，必須透過一致且正確的共同圖資，方能在演訓時讓各系統能擁有相同環境地理資料，並得到正確演訓結果，為整合各系統間之圖資原始資料庫之差異，必須透過共同圖資產生工具及程序，製作各系統間所需之圖資，以 TerraSim 公司

²⁹同註 21。

³⁰安振伍，〈建構式模擬於合成化戰演訓系統之運用〉，《新新季刊》，民國 102 年 4 月，頁 58。

³¹黃俊堯、董明智，〈合成化模擬戰場環境基礎建設之規劃分析〉，國防部，民國 94 年，頁 9。

的 TerraTool 為例，它可載入處理多種資料格式，並輸出不同系統所需的圖資資料，其涵括了各類軍事模擬應用所需之資料格式，如 Openflight 格式等，甚至包括了對 SEDRIS 標準與 VBS2 軍事訓練遊戲軟體圖資的支援，以適應不同層級軍事訓練之需求。³²

四、委請專業廠商，建立維修能量

美軍發展合成化訓練環境，不論在美陸軍國家模擬中心(NSC)及夏威夷任務訓練中心(MTC-HI)均有學有專精之聘僱人員及合約商，維護系統妥善及操作正確性，反觀國軍要建立合成化戰場訓練環境，應審慎思考委外聘請熟稔系統之專業合約商，建立裝備維修能量。

五、建立光纖網路，擴大傳輸能量

要建構一個完整的合成化訓練環境，必須要有強大通資基礎建設支援，才能同步實施異地、連網、遠距操演，不論是採機動式或固定式之載台，甚至未來結合海、空軍各訓練模擬系統，成為一個環島的合成化訓練環境，均需要完成的通資基礎建設，應可我發展時應注意之方向。

六、接戰系統研改，擴大演訓運用

如前所述，雷射接戰系統若能實施系統研改，結合穿戴式裝置，並將訊號雙向收發至外部系統，及擴大中繼車通信距離限制，除平時運用於基地演訓外，亦可納入於長字系列操演演訓運用，同步於統裁部顯示各部隊位置，以擴大演訓運用層面及效果。

七、指管系統整合，建立指揮機制

戰場資訊圖台建立的目的，就是要將 LCV 各系統訊號整合，建立共同作戰圖像，若參考美軍夏威夷任務訓練中心指管中心，未來除以裝訓部所建構之戰場資訊圖台為基礎(MILES、組合戰車模擬器之 3D 顯示系統、貓儀、UAS、JCATS)外，後續應可再增加後勤整備管理系統，以增加指管能量。

³²黃文毅、王忍忠、范允杰，〈運用共同圖資建置模擬器合成化戰場之研究-以 JCATS 系統為例〉《新新季刊》，民國 102 年 4 月，頁 76-77。

參考文獻

- 1.國防部，〈國軍模式模擬與電腦兵棋要綱〉，民國 97 年 12 月 31 日。
- 2.陸軍總部準則會，〈作戰模擬學〉國防部陸軍總司令部，民國 91 年 9 月。
- 3.許衍華，〈精兵合成高效：中共高技術局部戰爭能力的虛實〉。
- 4.安振伍，〈建構式模擬於合成化戰演訓系統之運用〉，《新新季刊》，民國 102 年 4 月。
- 5.黃俊堯，〈合成化模擬戰場環境基礎建設之規劃分析〉，國防部，民國 94 年。
- 6.羅乃強，〈合成化模擬戰場環境參數資料庫架構之分析、規劃與建置：期末報告〉，國防部，民國 94 年 12 月。
- 7.段泰康、謝清桂、劉新生，〈合成化戰場之指管系統與模擬器整合技術〉，《新新季刊》，民國 101 年 7 月。
- 8.黃文毅、王忍忠、范允杰，〈運用共同圖資建置模擬器合成化戰場之研究-以 JCATS 系統為例〉，《新新季刊》，民國 102 年 4 月。
- 9.陳品全，〈建置「機步特遣隊合成化模訓戰場」之研析〉《步兵學術季刊》，第 253 期，民國 103 年 9 月。
- 10.崔光耀，〈如何建構裝甲部隊兵科基地「合成化戰場」訓練環境之研究〉，裝訓部 102 年戰術戰法研討會，102 年 11 月 1 日。
- 11.裝訓部，〈陸軍裝訓部「合成化戰場雛型」建置整備規劃簡報〉，103 年 9 月。
- 12.吳宏昇，〈組合型戰車模擬器暨雷射接戰系統連網整合案〉，中科院航空所模擬組，民國 104 年 4 月 29 日。
- 13.陳慶權等，〈陸軍 103 年赴美國家訓練中心隨隊觀摩返國摘報〉，陸軍司令部，民國 103 年 10 月 3 日。
- 14.華如科技股份有限公司，〈聯合作戰仿真系統〉
- 15.中新網，〈解放軍首款戰車訓練電腦遊戲出爐戰場氛圍逼真〉，科技日報，2015 年 2 月。
- 16.搜狐軍事頻道，〈新加坡武裝部隊與模擬仿真訓練〉，2008 年 3 月 3 日。

作者簡介



姓名：李文伯

級職：中校主任教官

學歷：預官 85 年班、裝校正規班 110 期、陸軍學院 96 年班、國防大學戰略研究所 97 年班

經歷：排長、連長、人事參謀官、作戰參謀官、副營長、裁判組長、營長、現任裝訓部指參組主任教官