

出國報告(出國類別：其他(訪問))

輕兵器射擊訓練器專案出國報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院第一研究所

姓名職稱：聘用技正 潘國英，中校技正 陳戊鎰

派赴國家：美國

出國時間：100年11月27日至100年12月05日

報告日期：100年12月30日

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	輕兵器射擊訓練器專案出國報告		
出國單位	一所模擬組	出國人員級職/姓名	聘用技正/潘國英 中校技正/陳戊鎡
公差地點	美國 佛州奧蘭多	出/返國日期	<u>100.11.27</u> / <u>100.12.05</u>
建議事項	<p>經由考察 I/ITSEC 2011 國際模擬器產業大展後，對本組後續訓模技術之發展建議為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.瞭解掌握 LVCG 技術與趨勢。 2.持續研析瞭解 PEO STRI 各 PM 發展現況以掌握美陸軍訓模技術趨勢，同時亦可參考 PEO STRI 運作模式，加強對軍種各項訓模器需求之規劃及技術開發與服務支援。 3.研析提昇沉浸式(Immersive)模擬相關技術。 4.考量運用遊戲技術於訓模器研製(GFT)。 5.考量訓模產品層次由單兵/程序模擬訓練提昇至聯合作戰/指揮層級之戰術模擬訓練。 <p>目前正值本院組織轉型之際，持續加強瞭解國際訓模市場發展趨勢進而提昇本院於模擬產業之技術能量實有其必要性，建議上級單位能持續支持本組參與國際訓模產業相關展覽(如美國 I/ITSEC 及歐洲 ITEC)及與相關技術領域廠商進行交流研討，俾掌握與蒐集訓練模擬器最新技術與發展趨勢，進而提昇本院訓模產品自製之廣度、深度與競爭力。</p> <p style="text-align: right;">(格式範圍，請自行延伸)</p>		
處理意見	<p>返國後已就本次赴美參訪與研討結果向組上長官回報，其中關於本組後續訓模技術之發展建議將納入本組後續相關技術發展規劃之參考並持續研析進行。另針對參與國際訓模產業相關展覽部份因赴國外差旅乃全院共通之規劃，且因應國防預算獲得不易，本院仍宜以最精簡額度完成相關出國規劃，若能於參訪前先行對出國人員施以必要訓練與經驗傳授，應可使參訪考察工作達到事半功倍之效。</p> <p style="text-align: right;">(格式範圍，請自行延伸)</p>		

國防部軍備局中山科學研究院
一 百 年 度 出 國 報 告 審 查 表

出國單位	第一研究所 模擬組	出國人員 級職姓名	聘用技正 潘國英 中校技正 陳戊鉉
單 位	審 查 意 見	簽 章	
一級單位			
計 品 會			
保 防 安 全 處			
企 劃 處			
批		示	

國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

此次國外公差係中科院第一研究所模擬組為執行陸軍「輕兵器射擊訓練模擬器」委製專案所屬工作分項，預計解繳「輕兵器射擊訓練模擬器」至陸軍於台灣本島與外島相關營區，其中亦包括各營區之廠房整建與備便以利系統之運作使用。

本所自 94 年完成陸軍 T-91 射擊訓練模擬器研製後，迄今已陸續完成後備司令部 T-91 射擊訓練模擬器、後備部隊模組化教學暨專長鑑測系統及陸軍輕兵器射擊訓練模擬器之研製工作，對於射擊訓練模擬相關技術亦具有一定之水準。惟考量射擊訓練模擬器通常須重覆且頻繁使用，故提昇系統整後支援之維護度及可靠度實有其必要性，若且能藉由參加國際訓模產業大展及拜訪相關廠商以觀摩並汲取業界相關先進技術及發展趨勢，對提昇設計能量與產品品質將有極大之助益。

本所同仁聘用技正潘國英、中校技正陳戊鎰二人已於 100 年 11 月 27 日至 12 月 5 日按核定之出國計畫完成各項交辦工作並準時歸建。二位同仁於返國後均將此行考察參訪之所見所聞詳實而完整地進行簡報。另針對美國陸軍 PEO STRI 及相關廠商之參訪考察，亦提供對美軍或國際訓模產業技術之發展與趨勢有更進一步之瞭解與掌握，對後續規劃 LVC 技術整合或國軍合成化戰場建置等亦提供極為寶貴之資訊。

此次美國公差之行收穫豐富，參與同仁均已戮力按出國工作計畫執行完成各項任務，不僅對於後續續完成陸軍委製專案及提昇系統之可靠度助益極大，同時藉由參訪研討過程中亦發掘許多潛在商源或創新技術，並可觀摩美國軍方與國際模擬產業的發展趨勢，對於國軍後續訓模產品之需求評估、技術開發及部置運用等將極具參考價值。

主官核章

出國報告審核表

出國報告名稱：輕兵器射擊訓練器專案出國報告			
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）		職稱	服務單位
陳戊鉉		中校技正	國防部軍備局中山科學研究院第一研究所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 訪問 _____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）		
出國期間：100年11月27日至100年12月05日		報告繳交日期：100年12月30日	
計畫 畫 主 辦 機 關 審 核 意 見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ 敬會：保防官 <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：		
	<div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; display: inline-block;">保防官核章</div>		
審核人	出國人員	初審（業管主管）	機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 資 料 頁			
1.報告編號： CSIPW-100F-G0001	2.出國類別： 其他(訪問)	3.完成日期： 100年12月30日	4.總頁數： 99
5.報告名稱： 輕兵器射擊訓練器專案出國報告			
6.核准 文號	人令文號	100年10月26日 國人管理字第1000014849號	
	部令文號	100年10月21日 國備獲管字第1000015162號	
7.經 費		新台幣：212,261元	
8.出(返)國日期		100年11月27日至100年12月05日	
9.公差地點		美國 佛州奧蘭多	
10.公差機構		1. National Training and Simulation Association. (2011 I/ITSEC) 2. L-3(Link Simulation & Training) 3. DME(Training Simulation & Support) 4. Lockheed Martin(Global Training & Logistics)	
11.附 記		本報告無涉及機密等級	

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：輕兵器射擊訓練器專案出國報告

頁數 99 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院第一研究所/陳戊鎰/(04)27023051 分機 503082

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

潘國英、陳戊鎰/國防部軍備局中山科學研究院第一研究所/模擬組/聘用技正、中校技正/(04)27023051 分機 503546、503082

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(訪問)

出國期間：

100 年 11 月 27 日至

100 年 12 月 05 日

報告日期：

100 年 12 月 30 日

分類號/目

出國地區：

美國

佛州奧蘭多

關鍵詞：射擊訓練模擬、實兵訓練、虛擬訓練、建構式模擬

內容摘要：(二百至三百字)

本次赴美公差主要係配合陸軍委製「輕兵器射擊訓練模擬器」專案，考察國外先進廠商有關直射武器系統模擬之關鍵技術，以考量針對射擊訓練模擬系統操作之逼真度及可靠度進行改良與提昇。公差行程除安排至美國佛州奧蘭多參加 I/ITSEC2 011 國際模擬產業技術大展考察射擊訓練模擬器相關廠商之產品與技術發展外，亦就近參訪 L-3、DME 及 Lockheed Martin 等訓模業界著名之廠商，研討瞭解其主要技術與產品等資訊。此外亦針對美國陸軍 PEO STRI 相關執行專案與技術發展現況進行考察瞭解，俾掌握美國軍事訓模技術之發展趨勢並作為我方後續規劃相關需求與技術發展之參考。

綜觀本次出國任務之具體效益包括觀摩與蒐集射擊訓練模擬器相關業界最新技術能量與發展趨勢、瞭解掌握國際模擬器系統發展現況與技術趨勢、瞭解蒐集美國軍方模擬訓練相關執行計畫與技術方向及觀摩發掘訓模產業相關創新構想與設計

應用等，對本單位後續規劃與發展相關訓模技術將有極大之助益。

目 次

壹、目的.....	(10)
貳、過程.....	(11)
參、心得.....	(40)
肆、建議事項.....	(43)
附件一、PEO STRI 展區及展品配置圖	(44)
附件二、I/ITSEC 2011 國際模擬產業大展導覽.....	(46)
附件三、I/ITSEC 2011 國際模擬產業大展日報.....	(53)

輕兵器射擊訓練器專案出國報告

壹、目的

本院執行陸軍委製「輕兵器射擊訓練模擬器」，自 98 年起依委協議書律定期程陸續完成各營區射擊訓練模擬器交運工作中，並滿足使用單位之操作訓練需求，惟部份機構設計在重覆且頻繁使用之情況下，偶有失效之異常現象出現；為提昇系統整後支援之維護度及可靠度，實有必要參考國外先進廠商有關直射武器系統模擬之無管線後座力系統、無線射擊資料傳輸及射擊分析軟體等模擬技術，以考量針對射擊訓練模擬系統操作之逼真度及可靠度進行改良與提昇。

模擬產業技術大展(I/ITSEC)係由美國國家訓練暨模擬協會(NTSA，National Training and Simulation Association)主辦，為全球最大之模訓產業展覽，致力於促進產官學界與軍方間之合作，提供訓練、模擬與教育等之技術交流研討平台。其中美國陸軍模訓儀測專案執行辦公室(PEO STRI, Project Executive Office, Simulation Training and Instrumentation)相關展區為 I/ITSEC 展場中規模大者，執行計畫涵蓋美軍之實兵(Live)訓練、虛擬(Virtual)訓練及建構式(Constructive)模擬等技術領域。藉由本次出國公差參加 I/ITSEC 2011 大展，除可配合上述有關直射武器系統模擬之無管線後座力系統、無線射擊資料傳輸、光學瞄準系統、智慧型動態目標靶等相關技術之蒐集與研討，以期提昇輕兵器射擊訓練模擬器整後支援之維護度及可靠度外，亦可藉此瞭解國際上模擬器之市場脈動與發展現況，蒐集模擬器核心技術於軟體開發、機電設計、電控整合等技術應用之市場現況及發展趨勢，觀摩現階段相關武器模擬之技術能量，並洽談技術運用及軟、硬體採購事宜。此外，透過現場對美國陸軍模訓儀測專案執行辦公室(PEO STRI)相關執行專案與技術發展現況之瞭解，亦可作為我方後續合成化戰場規劃建置之借鏡參考。

此次出國計畫除安排至美國佛州奧蘭多參加 I/ITSEC 2011 國際模擬產業技術大展考察射擊訓練模擬器相關廠商之產品與技術發展外，亦就近參訪 L-3 (Link Simulation & Training)、DME (Training Simulation & Support)及 Lockheed Martin(Global Training & Logistics)等訓模業界著名之廠商，研討瞭解其主要技術與產品等資訊。此外亦針對美國陸軍 PEO STRI 相關執行專案與技術發展現況進行考察瞭解，俾掌握美國軍事訓模技術之發展趨勢並作為我方後續規劃相關需求與技術發展之參考。

貳、過程

此次美國公差出國計畫之實際行程如表 1.所示，原訂出國公差天數為八天，自 100 年 11 月 27 日星期日晚上出發至 12 月 04 日星期日晚上返國，惟原回國班機因長榮航空調度原因取消，改搭乘次一班機回國，於 12 月 05 日星期一清晨返國，故實際出國行程總計為九天。其中參訪天數共計五天，全程均於佛州奧蘭多進行相關考察與參訪行程，因 I/ITSEC 展覽規模盛大，原訂拜訪之廠商均將主要人力配置於會場上，故部份參訪行程亦配合調整於會場中直接至廠商展區研討，相關參訪研討內容綜整於下述章節中。

表 1.赴美公差工作計畫表

日期	星期	公差地點	工作項目	備考
100.11.28	一	美國 佛州 奧蘭多	早上班機抵奧蘭多，完成住宿安置及參訪資料與研討議題整備；下午至 I/ITSEC 展場辦理報到、資料領取與展場預覽。	
100.11.29	二	美國 佛州 奧蘭多	至 I/ITSEC 展場與陸軍人員會合，瞭解 PEO STRI 相關執行計畫與參展項目及國際模擬器發展現況。	
100.11.30	三	美國 佛州 奧蘭多	至 I/ITSEC 展場觀摩射擊訓練模擬器相關業界最新技術能量與發展趨勢，並蒐集各型直射武器於自由狀態下之模擬技術資料及拜訪 DME 公司展區。本日主要參訪廠商展區亦包括 Intelligent Decisions、Quantum3D、Virtra Systems、Advanced Interactive Systems 等公司。	

日期	星期	公差地點	工作項目	備考
100.12.01	四	美國 佛州 奧蘭多	至 I/ITSEC 展場蒐集模擬器核心技術與訓模產業相關資料，並參加陸軍 PEO STRI 閉幕會議研討及拜訪 L3 公司展區。	
100.12.02	五	美國 佛州 奧蘭多	上午造訪射擊模擬器相關廠商 LM 公司瞭解其產品資訊、核心技術能量與技術運用事宜；下午進行參訪與蒐集資料之綜整建檔及回程整備。	

一、 射擊訓練模擬器相關廠商及技術現況

由於本次出國公差行程係以「輕兵器射擊訓練模擬器」相關技術之考察為主，故於行前即參考詹氏年鑑所列主要研製廠商為參訪重點，總計在 I/ITSEC 2011 展覽期間參訪考察之射擊訓練模擬器廠商包括 Intelligent Decisions、Quantum3D、Virtra Systems、Advanced Interactive Systems、Laser Shot、Meggitt Training Systems 等公司，茲針對各主要公司核心產品及相關技術參訪結果概述如后。

(一) Intelligent Decisions 公司

Intelligent Decisions 公司展區主要展示項目為「活動式士兵射擊訓練系統(DSTS，Dismounted Soldier Training System)」，顧名思義，該系統與傳統射擊訓練模擬器之差異主要在於其訓練時之機動性與沉浸性(immersive)。DSTS 案係美國陸軍模訓儀測專案執行辦公室(PEO STRI)所屬「組合式武器戰術訓練器專案(Project Manager Combined Arms Tactical Trainer，PM CATT)」之「近接作戰戰術訓練器次專案(Assistant Project Manager Close Combat Tactical Trainer，APM CCTT)」下之子計畫，由 Intelligent Decisions 公司主導承接，並與 Advanced Simulation Research、AVT Simulation、L-3 Link 及 RealTime Immersive 等專業公司共同研製，其研發經費約為五千七百萬美元，預計於 2012 年 1 月起開始交運部署，預估全球將部署 100 套以上系統。

每套 DSTS 系統所需空間設備包括「士兵模擬訓練區」、「課目控制工作站」、「多功能虛擬士兵工作站」、「半自動武力工作站」及「訓後回放檢討區」等五個部份，可提供一個步兵班 9 員士兵執行軍事行動演練(惟若搭配電腦產生之虛擬兵力，其演訓規模亦可達到排、連級以上)。其中每個士兵實際操作活動空間約為 10 呎*10 呎，並由電腦搭配 CryEngine 視效引擎軟體產生虛擬作戰環境，再利用顯示器頭盔、可攜式模擬槍枝、姿態(士兵、槍枝)攝影感應裝置、立體音效...等分系統，提供士兵沉浸於此人機互動之虛擬作戰環境中，俾訓練單兵、領導幹部及班隊於實際作戰前模擬各項戰術戰法並評估其成效。

系統設計可透過主計算機程式計算處理士兵姿態、槍口指向、開槍訊號...等資料，並於「多功能虛擬士兵工作站」中顯示處理虛擬作戰環境中之士兵電腦替身(AVATAR)之行爲，除依照士兵實際姿態、動作、情緒及相關作戰行爲模擬顯示外，亦可透過系統預估並測定受訓士兵於虛擬環境中之損傷程度，俾作為判定存活及戰力之依據。此外系統亦可依據演訓場景

設定產生各種動/靜態及敵/我軍等各式目標物，並於虛擬作戰環境中與受訓士兵進行互動，以訓練士兵熟練各種戰術反應作為。

訓練結束後，系統透過「訓後迴放系統」，士兵可立即得知包括戰術指令、無線電通聯、動作技術、武器使用、作戰位置、重大事件及與敵人接觸...等作戰過程紀錄，以利訓練後檢討與改進。

如前所述，由於 DSTS 系統中每個士兵實際操作活動空間僅約為 10 呎*10 呎，故其在虛擬作戰環境中之行進與後退係經由設計於模擬槍枝上之操縱桿操作模擬，此雖可節省訓練空間，惟在模擬逼真度方面則較為不足；此外對於某些特殊地形之運動(如登梯)或撞擊障礙物等狀況，亦較難以達到其逼真效果。惟就整體戰術訓練目的而言，DSTS 系統之表現已算可圈點，相信 2012 年起全面部署後，應可提昇美軍在單兵與班隊戰鬥模擬訓練之效果。

DSTS 系統之研發係與美國陸軍 PEO STRI 推動之「運用遊戲於訓練中(Games for Training, GFT)」計畫結合，將商用遊戲技術運用於軍事模擬訓練中，以節省開發成本及提高訓練之逼真效果。其中採用之虛擬環境平台即為著名之 VBS2(Virtual Battlespace 2)軟體，該軟體係由 Bohemia Interactive 公司配合美國陸軍 GFT 計畫發展，目前最新版本為 2.0，除可提供 3D 顯示及互動運作之虛擬戰場環境模擬平台外，亦包括相關發展套件或編輯工具，可產生任務所需之各種地形圖資及 3D 模型，並可執行各項任務場景編輯、即時修改及訓後迴放評估等。此外該公司亦配合特殊作戰模擬需求提供不同之應用軟體套件，如配合地面火力支援之 VBS2 Fires 及空中任務支援之 VBS2 Strike 等，以提昇其應用深度及模擬之逼真度。值得一提的是 VBS2 可透過 DIS/HLA 與其他實兵(Live)、虛擬(Virtual)及建構式(Constructive)模擬架構整合運用，以構建所謂的”LVCG”合成化遊戲演訓戰場環境。依 I/ITSEC 2011 展場相關展區統計，約有廿餘家以上之展品為 VBS2 相關，足見 LVCG 已逐漸成為當前模訓領域之發展趨勢。



圖 1.1-1 DSTS 士兵配備(左)及虛擬戰場環境顯示(右)

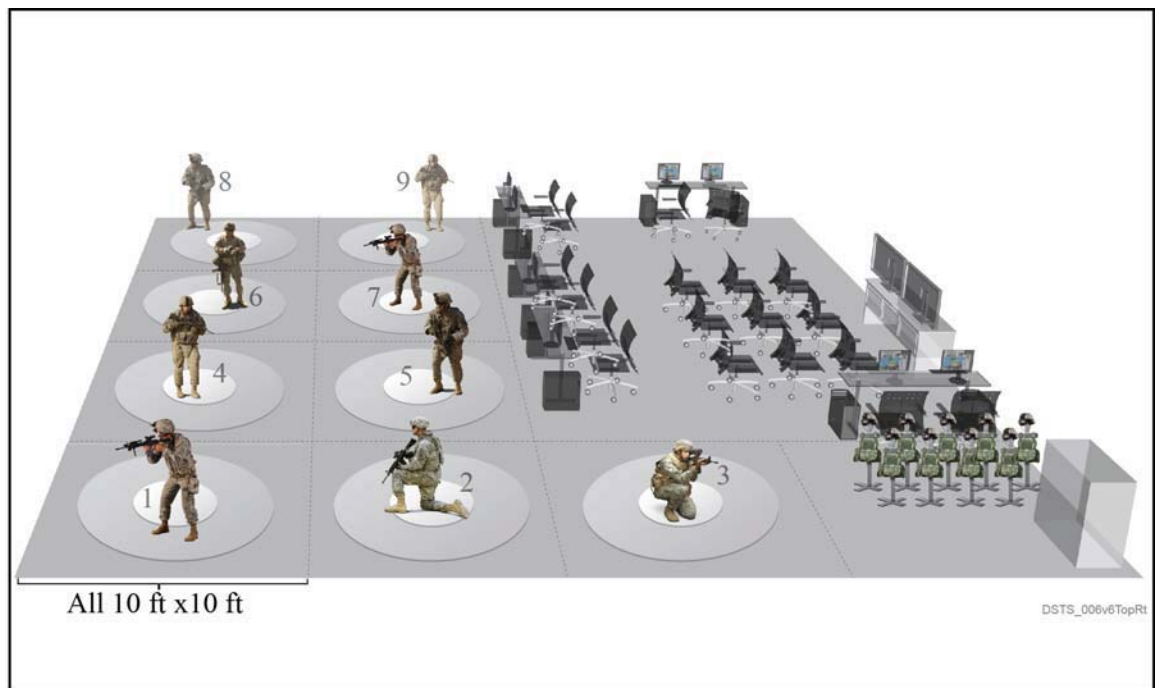


圖 1.1-2 DSTS 系統配置圖

(二) Quantum3D 公司

Quantum3D 公司展區主要展示項目為「ExpeditionDI 沉浸活動式步兵射擊訓練平台 (Immersive Dismounted Infantry Training Platform)」，從展區人員之介紹及實際操演情形觀察，該系統與前述之 DSTS 系統功能幾乎大同小異，且據悉目前亦已為美國陸軍採用作為步兵模擬訓練裝備。茲將 ExpeditionDI 系統中每個士兵之基本配備與功能再予整理說明俾供

比較參考：

1. 可穿戴式電腦包：將全系統控制模擬與視效顯示運算功能整合於一嵌入式電腦平台上，除外形重量設計便於穿戴訓練外，亦考量堅固耐摔與防震等安全防護設計。
2. 頭部運動追蹤器：可精確擷取士兵之頭部運動狀況，並即時反應頭盔顯示器所見場景之變化。
3. 頭戴式耳麥：提供逼真之環境音效及戰術通訊對話功能，另亦具備錄音功能可供訓後回放檢討使用。
4. 頭盔顯示器：提供解晰度達 1280*1028 像素之視覺影像場景，使士兵能透過此視覺效果完全沉浸於虛擬作戰環境中。
5. 負載背心：整合系統各項組件於穿戴式背心上，便於士兵訓練時穿戴使用，且亦提供相關感應產生裝置俾士兵能感受作戰過程中可能遭遇之效果(如中彈等)。
6. 武器次系統：提供外形與重量仿真之槍枝武器，且其操作過程亦與士兵之頭部及軀體動作結合，故可於虛擬戰場環境中模擬士兵之射擊結果。
7. 軀體姿態追蹤器：透過感測裝置可精確偵知士兵之姿態、站立、蹲伏及俯臥等動作並反應於虛擬戰場環境之士兵電腦替身中。
8. 班隊模擬套件：提供群組訓練時所需之功能模擬與任務演練。
9. 無線傳輸功能：使受訓士兵完全不受羈絆，感受更逼真之操演環境與狀況。
10. 開放式架構平台：可支援各種主流模擬軟體(如 VBS2 等)提供更逼真之模擬效果。

123。



圖 1.2-1 ExpeditionDI 系統操作展示

(三) Virtra Systems 公司

Virtra Systems 公司為美國射擊訓練模擬器主要研製廠商之一，其模擬產品包括各式軍/民用手槍、步槍及直射武器等，客戶涵蓋美國及全球軍方與警政司法單位。Virtra Systems 公司於會場展示之 VirTra 300 MIL 射擊訓練模擬器亦號稱提供士兵「沉浸式(Immersive)」射擊模擬環境，只是其作法與前述 Intelligent Decisions 公司之 DSTS 系統或 Quantum3D 公司之 ExpeditionDI 系統不同，士兵毋需配戴頭盔顯示器以感受虛擬之戰場環境，而是透過傳統投影幕之組合方式提供沉浸式射擊訓練之效果，其主要產品(軍用)依投影幕組合及提供之視角範圍區分為下列幾種：

1. VirTra 100 MIL：配置單投影幕(3.6 米寬)，可提供最多 4 名士兵在距離 5 米外執行靶位射擊，其產品亦可依客戶之空間與功能配置需求提供標準版/攜帶版/精簡版(節省空間)。



圖 1.3-1 VirTra 100 MIL 系統

2. VirTra 180 MIL：配置 3 套投影幕(每套約 3 米寬)並依某一組合角度組成視角約 180 度之沉浸式射擊模擬場景，其投影機配置可視空間大小提供前投影式(較省空間，佔地約 7.62 米*3.35 米)或背投影式(佔地約 7.92 米*4.57 米空間)。此外亦可將 3 套投影幕展開成約 9.3 米可提供最多 9 名士兵執行標準靶位射擊，其產品亦可依客戶之空間與功能配置需求提供標準版與精簡版。



圖 1.3-2 VirTra 180 MIL 系統

3. VirTra 300 MIL：配置 5 套投影幕(每套約 3 米寬)並依某一組合角度組成視角約 300 度、之沉浸式射擊模擬場景，其投影機配置可視空間大小提供前投影式(較省空間，佔地約 6.09 米見方空間)或背投影式(佔地約 9.14 米見方空間)。此外亦可將 5 套投影幕展開成約 15.24 米可提供最多 15 名士兵執行標準靶位射擊，其產品亦可依客戶之空間與功能配置需求提供標準版與精簡版。

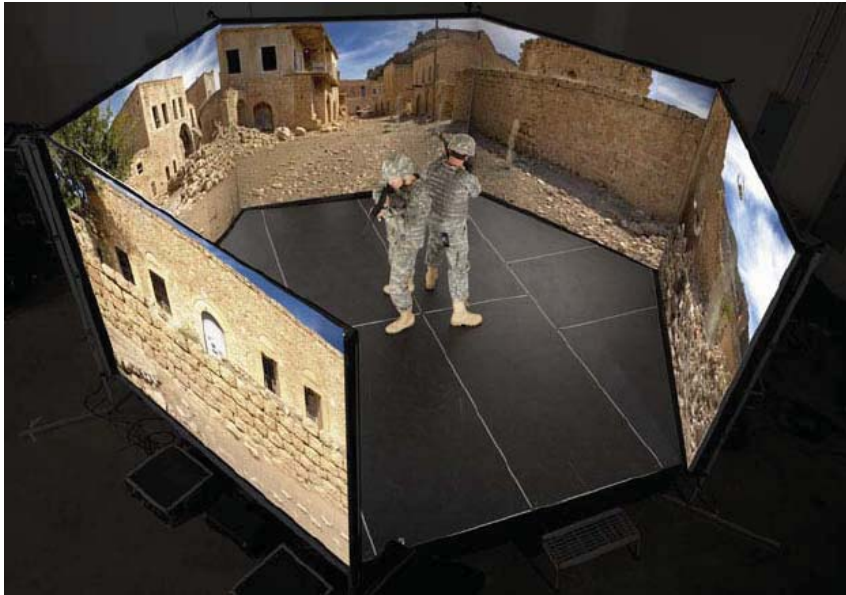


圖 1.3-3 VirTra 300 MIL 系統

4. VirTra Range MIL：採用彈性組合方式提供高解晰度之室內/室外射擊模擬場景，其中每一配置之射擊線(Lane)約需 1.3 米寬之投影幕及 3.8 米之射擊距離，除搭配投影機、追蹤攝影機及處理電腦外，另提供觸控式面板供射擊人員自行選擇操控射擊課目進行訓後檢討分析，客戶亦可依需要彈性增加所需之射擊線，或擴充建置為標準版，採用統一之教官操控面板取代個別射擊線之觸控式面板，最多可控制之射擊線為 32 條。



圖 1.3-4 VirTra Range MIL 系統

前述有關 Virtra Systems 公司之射擊訓練模擬器產品(主要為手槍及步槍等輕兵器)均採用無管線後座力設計，其後座力模擬所需之氣壓瓶(裝 CO₂)係設計置於槍枝之彈匣內，搭配該公司自行設計之充氣平台及充電座，可方便迅速完成彈匣內氣壓瓶及電力之補充。此外為模擬我方士兵中彈之效果，Virtra Systems 公司提供之作法係採用其自行設計

之” Threat-Fire™” 套件，讓士兵配掛於腰間，當模擬結果顯示士兵遭敵人擊中時，即會產生電擊或震動效果。此種設計與本組研製之「戰場抗壓系統」類似，可讓學員感受更逼真之射擊對戰效果，惟在設計上需考慮其反應時間之即時性。依現場展示之效果看來，該公司設計之” Threat-Fire™” 套件技術應頗為成熟。



圖 1.3-5 Threat-Fire™ 電擊型(左)及震動型(右)



圖 1.3-6 彈匣充氣平台(左)及充電座(右)

(四) Advanced Interactive Systems (AIS) 公司

AIS 公司亦為射擊訓練模擬系統主要研製廠商之一，其核心產品稱為” PRISim Suite” (Professional Range Instruction Simulator Suite)，並可搭配相關軟硬體模組或套件提供全方位之射擊模擬訓練。茲就展場所見及蒐集資料整理說明如后：

1. PRISim Suite：PRISim Suite 軟體可安裝於一般桌上型電腦及搭配雙螢幕顯示，可設定執行各種射擊訓練課目及訓後迴放分析。與本組目前產製之輕兵器射擊訓練模擬器或多武器射擊訓練模擬器比較，其主要差異與特色包括：

- 提供雷射套件或後座力模擬套件，可安裝於真實槍枝上配合射擊訓練課目模擬，毋需改造或重製模擬槍枝。
- 提供完全實景影像顯示功能，使射擊場景與真實影像一致；另亦提供角色融入之影像情節編導功能，可依訓練需求攝製各種真實狀況之訓練場景內容，提供更逼真之射擊

- 結合「判斷訓練模擬(Judgment Trainer)」，提供各種逼真互動之射擊狀況，以考驗學員之臨場判斷及決策反應，此功能類似於本組研製之「戰場心理抗壓系統」設計概念，惟其重點在於提昇學員在各種突發狀況下之正確判斷反應與射擊技能。
- 提供「回射槍(ShootBack Cannon)」模擬裝置，搭配安裝於投影幕上方之攝影機下，可填充並發射 0.68 吋口徑之尼龍製子彈，並與射擊場景整合以模擬敵方射擊之子彈效果。其射擊模式包括單發、三連發或自動射擊等，可於教官操控台上之操縱桿控制其射擊方向及模式。



圖 1.4-1 PRISim Suite 產品



圖 1.4-2 ShootBack Cannon(左)及 Judgment Trainer (右)

2. M-SATS：其全名為「模組式輕兵器射擊訓練系統 (Modular-Small Arms Training System)」，主要以機櫃組合方式，搭配前述 PRISim Suite 套件，提供模組化、可擴充性及組合式之實兵射擊訓練系統。其機櫃內裝完全仿照真實射擊環境建置，且在空調環境與射擊安全措施方面亦考量週詳。從其展場提供之影帶顯示，全系統之建置過程幾乎不必大動土木，僅靠一部拖吊車及幾名工作即可組裝完成(當然不包括機櫃內部之安裝製造過程)，其安裝所需時程據該公司表示約於下單後 3~7 個月可完成。以目前本組承製之訓模器均同時配合廠房之整修或新建，期間易受各種因素影響廠房建置時程，進而影響主系統之交運，若能考量此種將系統與其運作環境合一的組合式機櫃設計方式，應可降低因廠房建置造成之專案執行風險。



圖 1.4-3 M-SATS 外觀(左)及 M-SATS 內部配置(右)

3. Virtual Sniper Trainer：提供狙擊手射擊訓練模擬環境，由於狙擊手對射擊精準度之要求極高，故本項訓模器在設計上亦針對彈道運算及環境參數之影響有更嚴格之要求，除採用 AIS 設計之彈道運算引擎(Ballistic Engine)結合各型子彈資料庫模擬精確之彈道運動外，更考量射程、風力、溫度、氣壓及高度等環境因素對彈道之影響，另亦提供射擊瞄準軌跡及命中率計算評估等功能以利訓後檢討評估。此外本系統亦可如前述以學員使用之實槍搭配雷射套件或後座力模擬套件進行射擊模擬，俾減低因槍枝差異對射擊模擬訓練造成之影響(對狙擊手此種差異亦可能影響射擊之精準度)。

除前述射擊訓練模擬系統主要研製廠商外，其他如 Cubic Systems、Laser Shot 公司或 Meggitt Training Systems 公司等亦均為射擊訓練模擬相關產品研製廠商，惟其產品特性與前述廠商或本組研製之產品較為接近，故不另單獨說明。其中較值得一提的是，Cubic Systems 亦發展一套與前述 DSTS 及 ExpeditionDI 系統類似之「沉浸式圓頂 4D 訓模器(Immersive Dome

4D Training Simulator)」，提供士兵活動式且逼真之作戰訓練環境；另 Meggitt Training Systems 則展示其 FATS M100 系統，除提供傳統多武器射擊訓練模擬功能外，亦可提供 VBS2 虛擬環境訓練功能及其自行研發之先進虛擬實境訓練功能。綜觀前述相關射擊訓練模擬器產品之技術發展方向與趨勢，包括有沉浸式(Immersive)之訓練環境需求、活動式(Dismounted)之訓練模擬方式、敵方回擊之模擬、無線傳輸之設計、無管線後座力設計、實景訓練環境顯示、精準射擊之需求及可重構組合式設計等，均可作為本組後續相關射擊訓練模擬器產品研製或性能提昇之參考。

二、 PEO STRI 執行計畫與參展項目考察

本次公差出國任務除考察蒐集射擊訓練模擬器相關業界最新技術能量與發展趨勢外，亦利用參加 I/ITSEC 2011 展覽之機會瞭解國際訓模產業發展現況。由於近年來 I/ITSEC 展覽中均以美國陸軍 PEO STRI 展區規模最為龐大(其規模類似於本組歷次參加台北航太展配置之比例)，由其展示之產品技術能量應可窺知美國軍方於訓模領域之發展趨勢；且本次 I/ITSEC 展覽陸軍作模處亦派員參與，並透過 PEO STRI 之安排瞭解其相關執行計畫現況，故本次公差期間亦利用機會與陸軍長官共同對 PEO STRI 展區進行參訪瞭解。

美國陸軍 PEO STRI 全名為「模訓儀測專案執行辦公室(Project Executive Office, Simulation Training and Instrumentation)」，其正式組織與名稱係於 2003 年成立，惟其歷史至少可追溯自 1974 年 PM TRADE(Project Manager for Training Devices，為目前 PEO STRI 之主計畫之一)成立時。PEO STRI 之任務宗旨係作為美國陸軍於模擬、訓練及測試能量之籌獲與合約中心，其組織特性類似於我國陸軍作模處(掌管訓模器需求與評估)與中科院一所模擬組(負責訓模器技術與籌獲)之合體，惟由於美國訓模產業相關廠商及研究機構眾多，故 PEO STRI 大多數專案亦都委由學、業界負責研製開發。PEO STRI 目前組織下轄五大主專案及包括商務運作、計畫支援及客戶技援等三個次辦公室及一個籌獲中心，其目前年度執行合約計畫超過 27 億美元，包括軍、民與合約商參與人力約 1300 員，總獲得計畫約 1650 個合約，總價超過 204 億美元，交運產品包括 18 國 415 處約 5500 套之訓練系統，目前執行之國外軍售計畫涵蓋 51 國之多。

目前 PEO STRI 下轄之五大主專案包括「組合式武器戰術訓模器專案(PM CATT, Project Manager Combined Arms Tactical Trainers)」、「建構式模擬專案(PM ConSim, Project Manager

Constructive Simulation)」、「部署運作維護專案(PM Field OPS, Project Manager Field Operations)」、「儀測、目標與威脅模擬器專案(PM ITTS, Project Manager Instrumentation, Targets & Threat Simulators)」及「訓練裝置專案(PM TRADE, Project Manager Training Devices)」等，每個主專案又依其任務需求細分為許多次專案及子專案。其中若以 LVC 觀點：即實兵訓練(Live)、虛擬訓練(Virtual)及建構式(Constructive)模擬分類，則各主專案對應情形為：

- 實兵訓練(Live)：PM TRADE 及 PM ITTS
- 虛擬訓練(Virtual)：PM CATT
- 建構式(Constructive)模擬：PM ConSim

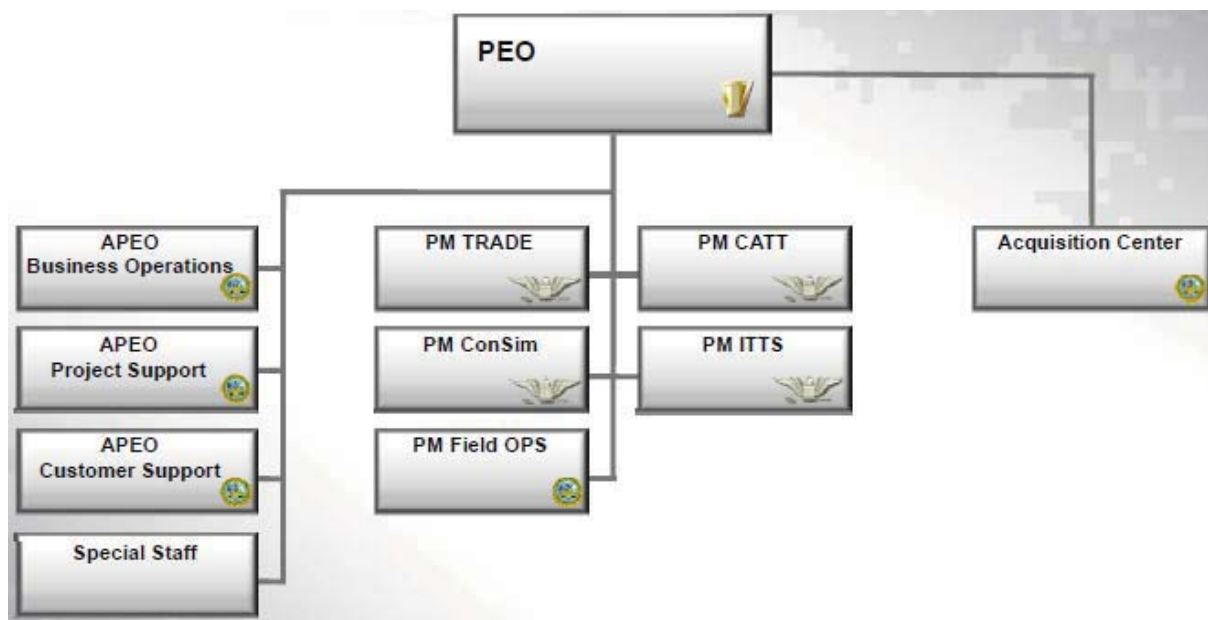


圖 2.0-1 PEO STRI 組織架構

以下將針對 PEO STRI 五大主專案及部份現場所見重要子專案產品之考察結果整理概述，俾掌握瞭解美國陸軍目前之訓模技術發展現況。



(一) PM CATT

「組合式武器戰術訓模器專案(PM CATT)」主要任務在管理美國陸軍之虛擬合成化環境及相關訓練模擬裝備之發展、籌獲、部署及壽期支援等，以支援單兵、組織及組合兵力訓練。其發展技術及產品包括各式高逼真度、互動式、人員操控之模擬器、指管通情工作站、演訓

課目控制系統、訓後迴放檢討系統及組合式武力合成化模擬環境。其中虛擬合成化環境包括大範圍虛擬地形圖資及電腦生成兵力(CGF, Computer Generated Forces)以模擬敵我作戰兵力及作戰環境。

PM CATT 負責美國陸軍 Virtual 訓練領域之技術開發，其研製產品可謂包羅萬象，在 I/ITSEC 展區中所佔空間與品項亦最多，其次專案包括：

1. **PM ACTT(Project Manager Air and Command Tactical Trainer)**：負責美國陸軍有關航空、空中交管、水上飛機、防空、情蒐電戰及指揮管制等各式模擬訓練裝備之研製。其中「空中組合式兵力戰術訓模器(AVCATT, Aviation Combined Arms Tactical Trainer)」採用可重組式座艙、可同時支援多機種進行模擬之方式，且該系統之智慧型目標物(AVCATT SAF)模組功能強大且亦具備完整之連網界面，並已完成與 OneSAF 系統之連網測試，可作為後續我方建置相關模訓系統時之參考。

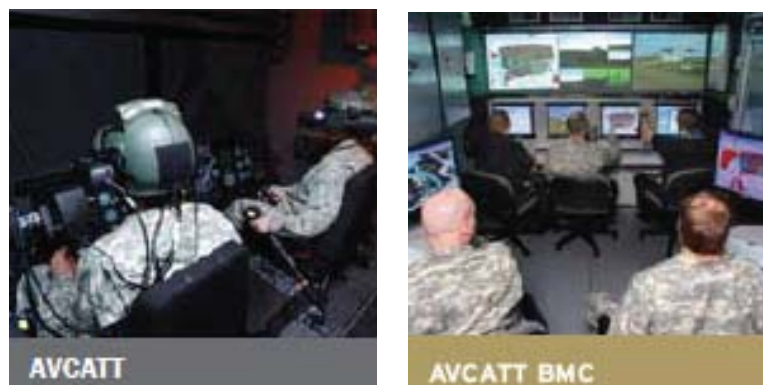


圖 2.1-1 AVCATT 系統

2. **U.S.Army GFT(Games For Training) Program**：此專案顧名思義即是考量運用遊戲技術於訓模器之設計開發，以建置低成本及高逼真度之訓練模擬環境，目前較熱門的 VB2(Virtual Battlespace 2)軟體即是其中一例。其他產品如 BiLAT(Bilateral Negotiation Trainer)用以訓練美國陸軍軍官透過一系列與地區指揮官之雙邊會議模擬達成作戰任務目標，UrbanSim 則訓練指揮人員面對各種複雜狀況(如反暴動)時之處置作為。

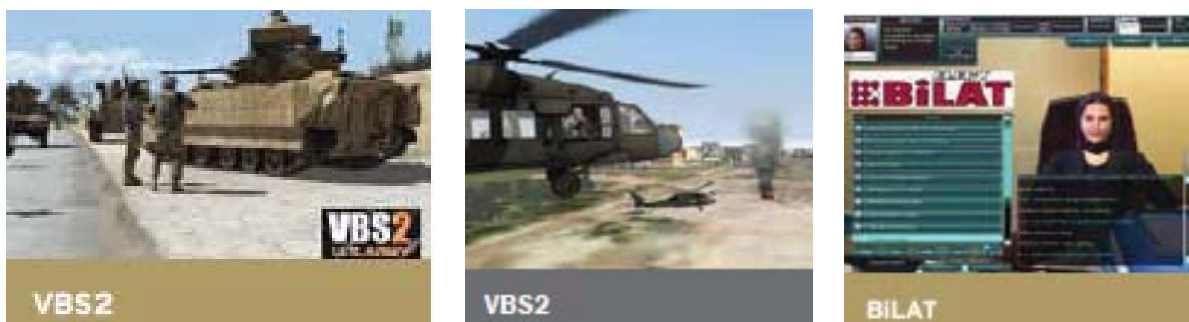


圖 2.1-2 VBS2(左、中)及 BiLAT(右)

3. **APM CCTT(Assistant Project Manager Close Combat Tactical Trainer)**：提供裝甲、機械化步兵、騎兵及偵察部隊等之人員、單位與幕僚執行虛擬與協同作戰訓練能力，其由三大次系統組成，包括「近接作戰戰術訓模器(CCTT, Close Combat Tactical Trainer)」、「可重構式載具戰術訓模器(RVTT, Reconfigurable Vehicle Tactical Trainer)」及「活動式士兵(DS, Dismounted Soldier)」等，其中「活動式士兵」即本文前一章節所述 DSTS 系統。



圖 2.1-3 CCTT 系統(左)及 RVTT(右) 系統

4. **APM MedSim(Assistant Project Manager Medical Simulation)**：提供美軍現役、後備及國土安全等單位之醫護與非醫護人員執行一般與戰場模擬狀況下之標準醫護訓練，其訓練設備包括「虛擬病患模擬器(VPS, Virtual Patient Simulator)」、「醫護指令支援系統(ISS, Instruction Support System)」、「醫護訓練指揮控制(MTC2, Medical Training Command and Control System)」及「醫護訓練評估系統(MTES, Medical Training Evaluation System)」等。由於美軍經常有派兵赴海外實戰之需求，故針對醫護相關之模擬訓練亦特別重視，相較之下，國內對此部份之模擬訓練似乎較無迫切性。



圖 2.1-4 APM MedSim 系統

5. PM GCTT(Project Manager Ground Combat Tactical Trainers)：主要負責發展、部署及維持各式地面戰鬥虛擬訓練裝備，包括各式火力射擊、駕駛操控及維護訓練等模擬器，如 Cubic 公司發展之 EST 2000(Engagement Skills Trainer 2000)射擊訓練模擬系統即屬之。此外，PM GCTT 亦負責美軍各式訓練裝備對國外軍售計畫之管理事宜。

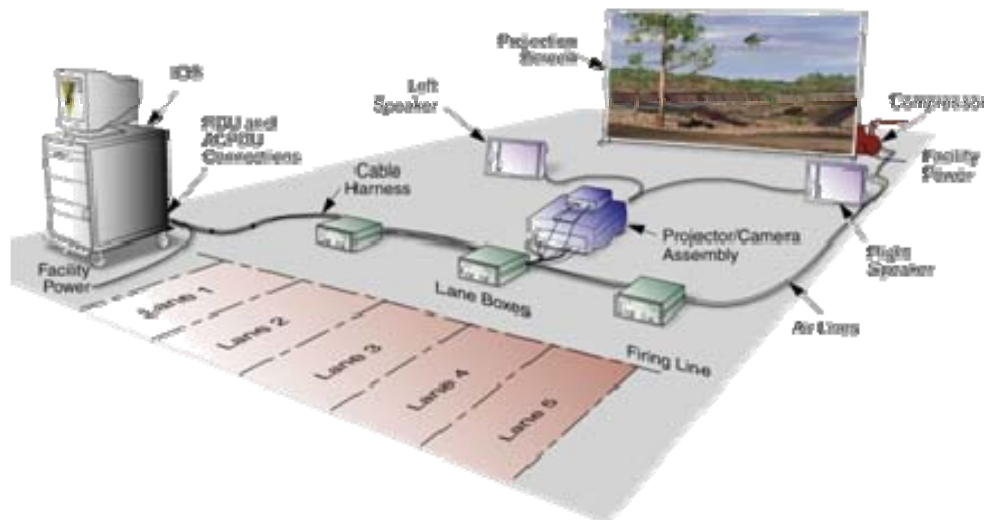


圖 2.1-5 EST 2000

6. PM STS(Project Manager Special Operations Forces Training System)：其產品顧名思義係針對美軍特種部隊(SOF, Special Operations Forces)訓練需求而發展，包括火

由上述資料可知 PM CATT 相關技術領域與本組較為接近，惟其產品有諸多屬於戰術或組合訓練層級，且亦朝向與遊戲技術結合之趨勢，此均值得作為本組後續相關技術發展之參考。



(二) PM ConSim

「建構式模擬專案(PM ConSim)」主要任務在籌獲、部署及維持建構式模擬及整合式模擬環境以支援美國陸軍戰場指揮與情蒐訓練需求。建構式模擬及整合式多層次模擬環境為訓練連級以上至戰區層級之指揮與幕僚人員最有效之方式，PM ConSim 支援訓練轉換、陸軍兵力生成及模組化兵力俾提供適當的整合環境以達到滿足全範圍軍事操演之聯合訓練目標。

PM ConSim 負責美國陸軍 Constructive 模擬領域之技術開發，其主要專案包括：

1. **APM JLCCTC(Assistant Project Manager Consim Joint Land Component Constructive Training Capability)**：JLCCTC 係提供模式模擬軟體能力，以支援美國陸軍與其他軍種聯合作戰模擬訓練所需之建模層級與模擬解晰度/逼真度。JLCCTC 由 JLCCTC- MRF (Multi-Resolution Federation) 及 JLCCTC- ERF(Entity Resolution Federation) 二個聯模(Federation)軟體組成，並透過「共通任務指揮模擬裝備(CBCSE, Common Mission Command Simulation Equipment)」計畫提供之商用軟硬體裝備建置提供美軍建構式模擬訓練能量。



圖 2.2-1 JLCCTC 系統

2. **PDM OneSAF(Product Manager One Semi-Automated Forces)**：OneSAF 為一次世代、實



圖 2.2-2 OneSAF 相關產品

3. **APM SE CORE (Assistant Project Manager Synthetic Environment Core)** : SE CORE 主要提供美國陸軍一個「共通虛擬環境(CVE, Common Virtual Environment)」, 俾陸軍各式虛擬(Virtual)模擬系統軟體間可交互運作(interoperable), 並可與其他 Live 及 Constructive 模擬系統相容, 以提供美軍 LVC 整合訓練環境(ITE, Integrated Training Environment)之能力。SE CORE 目前已與前述 OneSAF 進行整合, 並運用於前述 AVCATT 及 CCTT 等系統取代其原自行發展之 SAF 環境軟體。



圖 2.2-3 SE CORE 相關產品

4. PDM WTI(Product Manager Warrior Training Integration)：主要目標在提供士兵操作訓練相關之整合模擬環境，其中「實兵/虛擬/建構式整合架構(LVC-IA, Live, Virtual, Constructive-Integrating Architecture)」計畫主要提供 LVCG 系統與任務指揮系統間之交互運作性與整合性，其組成包括各項共通協定、規範、標準、介面、軟硬體、資料庫及訊息交換機制等，俾提供一個與實際作戰環境接近之整合訓練模擬環境，使指揮與幕僚人員能感受「訓練即作戰」之訓練環境。

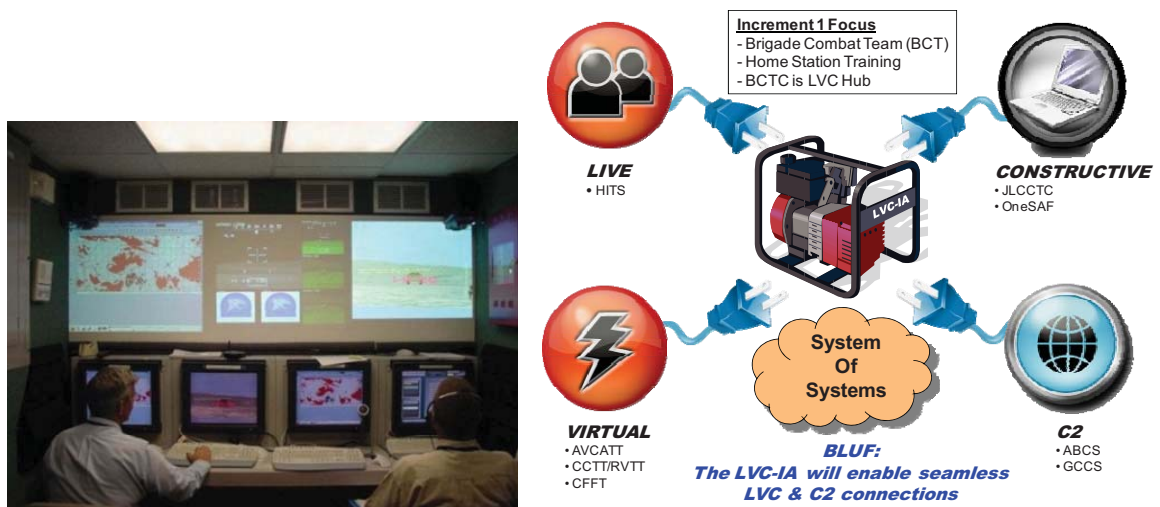


圖 2.2-4 LVC-IA 產品及示意圖

由上述資料可知共通性與整合性架構與標準為構連各種層級模擬器產品以達到 Constructive 模擬之必要作為，PM ConSim 在此方面扮演之角色著實重要。相較之下，國內訓練模器在 Constructive 模擬整合方面既未能律定相關標準(僅有 DIS/HLA)又無法完全遵循使用美方之標準，勢將增加後續整合之困難度。

(三) PM Field OPS



「部署運作維護專案(PM Field OPS)」主要任務為提供美軍(包括陸、海、空軍及多國聯合部隊)於世界各地使用之訓模系統之運作、維護、維持及教育訓練支援等。PM Field OPS 目前透過 4 項訓練服務合約以提供各地美軍於實兵、虛擬及建構式(LVC)模擬訓練之支援任務需求，包括 Warfighter FOCUS(Field Operations Customer Support)合約、STRICOM Omnibus 合約、Artillery/Chemical/Air Defense 合約及 Flight School XXI 訓練服務合約等。其中 Warfighter FOCUS 為其客戶支援服務之主要合約，提供全球約 600 處、340000 套訓模裝備之支援服務，其規模之龐大可見一斑。



(四) PM ITTS

「儀測、目標與威脅模擬器專案(PM ITTS)」主要任務在研究、發展、製造及部署各式測試儀具裝備以支援美陸軍執行全範圍之研發與運作測試。PM ITTS 負責美軍主要儀測裝備、空中及地面測試目標物及威脅模擬系統等之全壽期管理，同時負責美軍執行研發運作測試及評估所需目標物及威脅裝置運作與維護。

PM ITTS 負責技術領域可視為實兵訓練(Live)之範圍，其主要次專案包括：

1. **IMO(Instrumentation Management Office)**：負責實兵訓練相關儀測裝置與技術之開發。
2. **TMO(Target Management Office)**：負責實兵訓練所需各種空中及地面目標物之研製與測試，例如各式靶機及無人飛行載具等。除了實體目標物之提供外，TMO 亦下轄一「虛擬目標物中心(Virtual Target Center)」負責建模與提供各式虛擬目標物(包括其射頻或紅外線頻譜模擬)及執行相關測試驗證，另建置之虛擬目標物須符合陸軍模型交換(AME，Army Model Exchange)標準俾可與前述 SE CORE 軟體進行整合模擬。
3. **TSMO(Threat Systems Management Office)**：負責實兵訓練所需之威脅源研製與測試，包括電子戰環境之干擾器(Jammer)及電腦網路環境之資訊戰攻防等，此外 TSMO 亦正進行「整合式威脅武力(ITF，Integrated Threat Force)」建置計畫，以發展可彈性配置組合之智慧型威脅武力提供測試與訓練所需，其終極目標亦希望能達到支援 LVC 訓練模擬時之威脅資源整合與管控。



(五) PM TRADE

「訓練裝置專案(PM TRADE)」主要任務在發展、籌獲、部署及維持一系列可互通操作之實兵(Live)訓練裝備解決方案，俾運用於各基地、作戰訓練中心及部署場地以提昇士兵之作戰能力。PM CATT 與前述 PM ITTS 可視為負責美國陸軍實兵(Live)訓練領域之技術開發，其成立歷史較久且研製產品多元，其次專案包括：

1. **LT2(Live Training Transformation)**：LT2 之目標即是標準化，期望能獲得元件重用性與共用性的最大化，標準化之對象包括系統能量、系統架構(服務、資料庫、介面)、軟體元件(C4I 介面、2D 地圖)、需求(規格、性能參數)與設計等，透過共通之系統架構、軟體元件與測場軟硬體架構建立陸軍模訓系統間之共通性，進而建立與其他軍種聯合演訓之能量，由 Live Training Transformation 全面提升至美軍全軍之 Training Transformation。LT2 元件使用前述「共通訓練儀具架構(CTIA)」服務，CTIA 是 Live Training 與其他模擬系統進行整合與互動的基礎，在架構上 CTIA 服務中包括了「測試及訓練致動架構(TENA)及 LVC_IA 之介面元件，故可利用 TENA 標準結合不同軍種之測訓場，而利用 LVC_IA 整合 Virtual 或 Constructive 環境。
2. **PM LTS(Product Manager Live Training System)**：提供實兵訓練所需之各式戰術接戰模擬系統(TESS, Tactical Engagement Simulation System)、可儀測多重整合式雷射接戰系統(IMILES, Instrumentable Multiple Integrated Laser Engagement System)及瞬時爆炸裝置模擬器(IEDES, Improvised Explosive Device Effects Simulator)等，俾針對各類武器系統完整提供所有衝突事件之戰術接戰模擬。其中 OneTESS (One Tactical Engagement Simulation System) 係用以取代 MILES 系統的實兵訓練系統，提供旅級或以下武力對抗或目標攻擊演訓之用，其最終目標則是希望將 OneTESS 訓練功能嵌入至武器系統之中，達成嵌入式演訓的目標。



圖 2.5-1 TESS 相關系統



圖 2.5-2 IMILES 相關系統

3. **PM CTIS(Product Manager Combat Training Instrumentation Systems)**：提供美國陸軍 Live 演訓最新之「戰訓中心儀電系統 CTC-IS(Combat Training Center Instrumentation System)」，目前該系統已建置於加州 Fort Irwin 之國家訓練中心(NTC，National Training Center)，路易斯安納州 Fort Polk 之聯合整備訓練中心(JRTC Joint Readiness Training Center)與德國 Hohenfels 之作戰行動訓練中心(CMTC，Combat Maneuver Training Center)，可連結 C4ISR 系統與其他 Constructive 或 Virtual 模擬系統並有與其他測場或其他軍種進行連網演訓之能力。
4. **PM DT(Product Manager Digitized Training)**：提供實兵訓練所需之戰場效果模擬器(BES，Battlefield Effects Simulator)、城鎮地形作戰(MOUT，Military Operations On Urban Terrain)儀具與訓練系統及數位測距訓練系統(DRTS，Digital Range Training System)等，其中「整合式城鎮作戰訓練系統(I-MTS，Integrated Military Operations On Urban Terrain (MOUT) Training System)係因應城鎮作戰之複雜性與重要性設計，系統包括城鎮攻擊課程、射擊訓場、組合式武器聯合訓練設施及聯合訓練設施等四大部份，提供從單兵至旅級之城鎮作戰訓練，並可訓練士兵於火力攻擊下遂行包括進入建築物及室內敵軍清除等作戰技巧。



圖 2.5-3 BES(左)、MOUT(中)及 DRTS(右)相關產品

5. **APM FMS(Assistant Project Manager Foreign Military Sales)**：提供 I-MILES 及 TESS 等相關裝備與訓練設施予包括埃及、約旦、沙烏地阿拉伯等國家之作戰訓練中心以滿足其實兵作戰訓練需求。

由於國內目前在 Live 訓練技術之發展均仰賴國外輸入(如 MILES)，後續於推動合成化戰場建置時是否要考量自行建立相關能量，亦為值得深思之問題。

三、 其他參訪廠商

本次出國行程除參訪 I/ITSEC 2011 展場瞭解輕兵器射擊訓練模擬系統相關技術及國際訓模產業最新發展趨勢(以參考美國陸軍 PEO STRI 相關專案瞭解美軍訓模技術發展趨勢為主)外，亦針對訓模業界較著名之廠商進行參訪瞭解，並就其主要技術或產品等資訊整理如后。

(一) L-3 公司 (Link Simulation & Training 部門)

L-3 Link Simulation & Training 部門於軍事訓練模擬業界已有 80 餘年以上歷史，其員工約有 2300 員，主要產品著重於各式固定翼、旋翼及無人飛行載具之訓練模擬系統研製，目前全球客戶約涵蓋廿餘國。本次參訪 L-3 展區之重點包括：

1. **HD World 產品技術**：HD World 係 L-3 為維持其於飛行訓練模擬器產品領先地位所發展之視效解決方案，主要包括視效資料庫、視效產生器、視效顯示系統及動態環境處理等，可提供操作人員沉浸於高逼真度及高解晰度之動態訓練模擬環境。此外 HD World 亦針對較複雜之城鎮環境模擬提供更精細之效果，包括其雜亂迴波(Clutter)效果對目標物偵獲之影響等；另針對載具模型之移動與碰撞偵測效果及武器射擊爆炸與毀損等亦提供更精確之顯示處理。HD World 之系列產品包括：

- SimuSphere HD：整合視效產生器、投影器及顯示幕等系統以提供 360 度全方位之顯

V 顯示通道組成，提供飛行員於各角度方位均一致之解晰度、亮度、對比與顯像效果，且亦支援夜視鏡之顯示效果。據 L3 公司表示，目前該公司獲得美國海軍 4 套 F/A-18 SimuStrike 訓模器合約，即是採用 SimuSphere HD-9 系統發展。

- SimuView HD：為一 PC 架構組成之視效產生系統(IG, image generator)，可產生一或多組 OTW(Out-The-Window)顯像及配合座艙儀電顯示一或多組感測器視效顯像。SimuView 系統主要由主控處理器及視效細化(Render)處理電腦組成，另亦可視需要增加感測器處理電腦以處理座艙儀電顯示，或增加 Video Combiner 及 Genlock Synchronization 等處理電腦以提供更高解析度應用之需求(例如 Video Combiner 可結合四部視效細化電腦產生 2048*1036 像素之解析度)。
- PBEG(Physics Based Environment Generator) HD：可提供複雜之城鎮環境並結合智慧型目標物行爲與互動，亦可結合美國陸軍 OneSAF 系統提供更真實之模擬訓練效果。
- DBGS(Data Base Generation System) HD：可快速產生高精細度之視效資料庫內容以支援相關訓練需求。
- SVRS(Sensor Video Recording System) HD：提供訓模器所有儀電、感測器、視效及音效等之記錄與迴放評估功能，此外亦運用成熟之視效壓縮與儲存技術，以提供執行任務歸詢迴放時可同步即時進行訓練任務。



圖 3.1-1 HD World 產品技術

2. AVCATT 系統：AVCATT 系統係 L3 公司承接美國陸軍 PEO STRI 之 PM ACTT 專案研製之產品，

其設計精神係基於「陸軍統一之模擬器(One Army, one simulator)」概念，將包括美國軍 AH-64A、AH-64D、UH-60A/L、CH-47D 及 OH-58D 等現役直昇機之模擬訓練整合於一套模擬器中，並採用共通之模組與電子介面設計以達到快速構型更換俾支援各式訓練任務需求。AVCATT 系統可提供單人至旅級以下之組合作戰訓練，並可提供指揮人員監控訓練課目及指導參訓部隊之訓練作為，其虛擬訓練環境可提供智慧型兵力模擬或與 OneSAF 系統結合，另亦可透過 DIS 或 HLA 等介面與其他 Virtual 或 Constructive 模擬系統進行聯合訓練。為達到直昇機訓練所需之高解析度及寬視野之視效需求，該系統採用頭盔式顯示(HMD, Helmet Mount Display)視效系統取代傳統之投影顯示方式。據 L3 公司表示，AVCATT 系統目前以已交運 23 套予美國陸軍並部署於美國本土、夏威夷、德國及南韓等地，每套系統可支援一個旅級單位之訓練模擬需求。

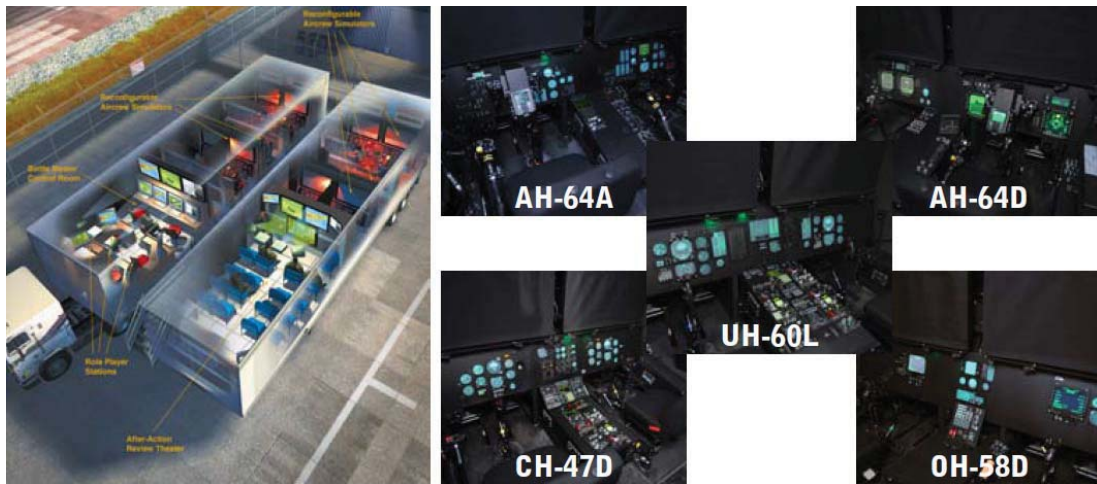


圖 3.1-2 AVCATT 系統

參考 L3 公司之 HD World 產品可知，其為一套包裝完整之訓練器(尤其是飛行模擬器)之視效系統解決方案，目前本組在視效產生器技術方面亦算深耕有成，應可參考 L3 公司之 HD World 產品之作法結合視效資料庫、視效顯示系統等包裝成一個自有品牌，除可聚焦產品技術外，亦可提昇產品之知名度或增加產品未來之競爭力。

(二) DME 公司(Training Simulation & Support 部門)

DME 公司之訓練模擬與支援部門主要提供各式訓練模擬系統承製、舊型模擬器之提昇更新或逆向工程等，其亦為波音公司之配合廠商，承製美國空軍 F-22 戰機之維護訓練模擬器，包括「座艙及前機身訓練器(CFFT, Cockpit and Forward Fuselage Trainer)」與座椅及「座艙罩訓練器(SCT, Seat and Canopy Trainer)」等，其他主要產品包括 CH-47 電子裝備

維護訓練器及刺針飛彈與復仇者飛彈訓模器等，茲就其展區與射擊相關之產品略述如下：

1. 刺針飛彈訓模器(STPT, Stinger Troop Proficiency Trainer)：提供受訓學員熟悉武器操作及飛彈對目標物接戰過程之技巧，透過系統提供之不同場景及困難度選擇，並搭配各式固定翼或旋翼機等目標物運動模擬，以訓練學員累積臨場反應之技巧與經驗。另針對進階之學員可提供敵我目標物混合判斷、旋翼機瞬間出現及地形變化等課目以強化其反應能力。美軍原使用之刺針飛彈訓模器為單人操作、2D 平面場景顯示系統，DME 公司已獲美軍合約執行總數約 320 套之性能提昇事宜，俾將舊系統提昇為可執行部隊組合訓練、3D 立體彩色場景音效回饋之新系統以滿足實際作戰運用需求。
2. 復仇者飛彈訓模器(ATTT, Avenger Table Top Trainer)：採用桌面顯示方式設計，以模擬復仇者飛彈之砲手射擊訓練功能。系統主要由一具 18 吋之觸控顯示螢幕及射控介面裝置組成，其中螢幕顯示提供射手射擊視野、前視紅外線顯示及追瞄顯示功能，此外亦可顯示訓練課目操作設定相關之畫面，其視覺與音響效果可提供射手具臨場之射控效果。ATTT 系統係 DME 公司執行美軍 PEO STRI 之 PM GCTT 專案所發展之產品，目前此套系統已交運美國陸軍使用，可視為簡易型之復仇者飛彈訓模器，目前我方陸軍砲校亦有類似之系統以輔助全功能系統之訓練。



圖 3.2-1 復仇者飛彈訓模器

(三) Lockheed Martin 公司 (Global Training & Logistics 部門)

Lockheed Martin 公司之全球訓練暨後支部門(GTL)總部位於美國佛州 Orlando 之 Global Innovation Circle 附近，目前約有一萬名以上之員工，其服務之客戶遍佈全美約 45 州及全球 50 國以上。LM GTL 公司主要產品除飛行訓練相關模擬器外，近年來亦配合美國陸軍 PEO STRI 之 PM CATT 執行計畫發展相關 Virtual 訓練之訓模器。本次參訪即針對其產品與技術進行瞭

解與研討，俾作為後續發展相關訓模器之參考。

1. CCTT-RVS：全名為「近接作戰戰術訓模器-可重構式載具模器(Close Combat Tactical Trainer-Reconfigurable Vehicle Simulator)」，係 LM GTL 公司執行美國陸軍 PEO STRI 之 PM GCTT 專案發展之產品，主要用以訓練士兵執行偵察/護衛任務之作戰技能。其中每部 RVS 訓模器可提供最多 5 個成員執行訓練：包括載具指揮人員、駕駛、2 名乘員及 1 名射擊手等，並可模擬美軍各型近接作戰車量，如 M1 Abrams 坦克、M2 Bradley 戰鬥車、M3 Cavalry 戰鬥車…等。CCTT-RVS 系統提供 360 度沉浸式虛擬訓練環境及仿真之武器系統，並包括逼真之城鎮與郊區之視效場景，其構型為 2 部 RVS 訓模器配置於一部拖車內，故可依任務需要機動部署。系統設計亦允許乘員離開模擬艙並與敵軍進行接戰或透過通訊模擬裝置進行通話，並可與 PM GCTT 專案發展之其他模擬系統透過 SE Core 及 OneSAF 進行模擬環境與目標威脅之整合訓練。目前 LM GTL 公司已順利交運約 12 套 CCTT-RVS 系統至美國陸軍相關基地使用。



圖 3.3-1 CCTT-RVS

2. RVTT：全名為「可重構式載具戰術訓模器(Reconfigurable Vehicle Tactical Trainer)」其基本設計功能與前述 CCTT-RVS 類似，且係由 LM GTL 公司原有之陸軍「虛擬戰鬥護衛訓模器(VCCT, Virtual Combat Convoy Trainer)」及陸戰隊「戰鬥護衛訓模器(CCS, Combat Convoy Simulator)」等組成，惟主要差異在於 RVTT 係用以訓練整個排執行協同作戰任務，故其全系統約由 4~5 部拖車機廂組成，其中 2 部車廂內配置實體可重構式載具模擬器，並搭配全景投影以提供士兵沉浸式之訓練環境，第 3 部車廂提供指揮管制模擬及可容納約 20 員士兵之訓後迴放檢討功能，第 4 部車可視需要提供電力供應，第 5 部車則可提供系統維修、辦公空間及備份件存放空間等。據 LM GTL 公司表示，RVTT 專案



圖 3.3-2 RVTT

3. AGTS：全名為「先進槍砲射擊訓練系統(Advanced Gunnery Training System)」，可提供單兵至排級規模之戰甲車武器射擊訓練，其主要功能特色包括：

- 可模擬美軍現役各型戰甲車之武器射擊，包括 M1A1、M1A2、M60A3、LAV-25、LAV-AG…等
- 提供智慧型目標物及具自由移動模擬能力
- 模擬目標物射程可達 5 公里以上
- 提供霰彈武器之模擬功能
- 具開放式架構設計，可透過 DIS/HLA 介面執行聯網演訓功能
- 提供訓練課目演訓期間之語音與資料記錄俾執行訓後檢討評估
- 採用 PC 架構之合成環境模擬
- 提供城鎮地形及大型演訓區域資料庫
- 採用市場現貨技術降低研製成本

AGTS 系統提供 5 種配置構型以因應客戶部署需求：

- 固定式(Permanent)：提供高逼真度全功能之射擊模擬功能，可提供單兵至排級人員執行目標辨識、火力控制與分配及接戰瞄準射擊等技巧，亦可訓練協同作戰任務時之協調通訊能力。目前固定式 AGTS 系統已部署於美陸軍裝甲兵學校及其他固定訓練基地。
- 移動式(Mobile)：以獨立式系統安裝於拖車上以配合部署於較偏遠地區。

位式(Relocatable):針對無法建置固定廠房之地區提供標準車廂配置以滿足訓練需求。

- 可部署式(Deployable) :配合場地空間或教室提供相同軟體功能但硬體配備較精實之系統。
- 桌上型(Tabletop):提供簡易構型之射擊訓模系統，其場景與訓練課目內容亦涵蓋全功能，可作為全功能型 AGTS 系統無法備便時之替代訓練裝備。此外桌上型系統亦可加入 CGF 模擬以執行戰術訓練，或與全功能型 AGTS 系統連線執行聯合訓練。

由 LM GTL 公司之 AGTS 系統之多元構型設計可提供本組未來於評估或建置相關訓模器時之設計思維，尤其面對客戶預算或部署環境有限之情形下，提供適當且投資報酬率高之產品或許較提供功能強大之產品更能為客戶所接受。



圖 3.3-3 AGTS

參、心得

本次出國任務，係針對輕兵器射擊訓練模擬器案之關鍵技術及國際訓模產業發展現況進行參訪考察，透過參加 I/ITSEC 2011 訓模產業展覽及拜訪相關廠商進行交流研討，不僅可以獲得輕兵器(直射武器)射擊訓練模擬器相關技術發展與設計經驗，同時藉由瞭解美國陸軍 PER STRI 相關執行專案與產品亦可以一窺目前國際軍事訓模技術之發展趨勢。

藉由本次參訪輕兵器(直射武器)射擊訓練模擬器相關廠商及進行交流研討後，茲綜整歸納其技術發展經驗與趨勢俾作為輕兵器射擊訓練模擬器提昇或後續類似之訓模器研製之參考：

1. 沉浸式(Immersive)之訓練環境需求：提供學員感受逼真之訓練場景並能融入訓練情境中，其中以頭盔顯示器方式應可提供較佳之沉浸式訓練感覺，另外如 Virtra Systems 公

司之 VirTra 300 MIL 產品採用多個投影幕構建成環場投影顯示之作法亦可提供不錯之效果，若能以真實攝製之影像作為訓練場景顯示，亦可提高學員執行射擊訓練時之臨場感。

2. 活動式(Dismounted)之訓練模擬方式：學員毋需侷限於固定位置射擊，而是可以搭配頭盔顯示器、無線配備及身體之動作模擬在戰場中之行動，此種設計方式可將射擊模擬訓練由單兵戰技層次提昇至班以上之戰術訓練層次，雖然目前所見產品對於士兵行進後退等模擬尚不夠真實(使用槍枝上特殊之操縱桿控制)，若能考量如跑步機運動之設計方式，或許可以提昇士兵之沉浸感。
3. 敵方回擊之模擬：此亦為沉浸式射擊模擬訓練重要之一環，目前作法除發射不具殺傷力之 BB 彈或安全材之模擬子彈外，亦可採用佩掛具電擊或震動效果之裝置以警示學員遭受槍擊，惟此部份之設計須考量其反應之即時性及與虛擬敵人動作搭配之效果。
4. 無線傳輸之設計：無論是 DSTS 系統及 ExpeditionDI 系統之士兵配備，或是其他主要廠商之模擬槍枝(尤其是手槍或步槍等輕兵器)之設計，幾乎都是採用無線傳輸方式，俾提供學員無拘束之射擊環境，此種設計對於活動式射擊模擬尤其重要。
5. 無管線後座力設計：除傳統之固定靶位模擬射擊或重型槍枝之模擬射擊外，無管線後座力模擬已成為手槍或步槍等輕兵器射擊模擬器之必要設計。目前設計趨勢均是將提供後座力動力源之 CO₂ 氣壓瓶置於彈匣內，並提供充氣平台及充電座俾可快速完成彈匣內氣壓瓶及電力之補充，惟設計上須考量後座力之強度與頻率之仿真效果。
6. 實景訓練環境顯示：傳統射擊訓練環境係透過視效產生器結合貼圖或人模等方式繪製產生，目前部份產品可提供實景攝製並加入互動情節編輯功能以打造更逼真之射擊訓練場景，惟其涉及影像辨識處理及射擊計分等技術，值得本組後續開發相關產品之借鏡參考。
7. 精準射擊之需求：部份產品係針對狙擊手射擊訓練模擬，其要求之射擊模擬精準度更高，尤其針對射程、風力、溫度、氣壓及高度等環境因素對彈道影響之考量更需精細考量，此種設計需求亦值得本組後續執行相關射擊訓練模擬器開發或性能提昇時之參考。
8. 可重構組合式設計：如 Virtra Systems 公司之產品設計具備組合彈性，客戶可視訓練求或配置空間大小選擇系統構型並搭配前投影式或背投影式方式，此種彈性設計方式應可視為產品商品化之必要考量。

整合趨勢(亦可稱之為「混合式訓練(Blended Training)」)有更進一步之瞭解，相較於國內目前訓模技術而言，值得借鏡參考之處如下：

1. 實兵(Live)訓練部份：目前軍方有引進相關系統(如 MILES)進行訓練，惟國內並無廠商或機構進行相關產品或技術發展事宜，惟從美國陸軍 PEO STRI 之 PM TRADE 專案內容可知其技術發展與產品均已臻成熟，且多偏重於各式戰術接戰模擬系統(TESS)、可儀測多重整合式雷射接戰系統(IMILES)及戰場效果模擬器等。從技術觀點而言，國內應具備相當之能量可執行研製開發，惟是否有其效益性(視軍方之需求而定)及運用於實兵訓練是否須考量軍規設計與驗證等，均是值得審慎評估之課題。
2. 虛擬(Virtual)訓練部份：目前國內在訓模技術發展上較偏重於 Virtual 領域，尤其在陸、空軍相關訓模器之發展技術相較於國外廠商而言亦毫不遜色。惟參考美國陸軍 PEO STRI 之 PM CATT 專案可知，其產品有諸多屬於戰術或組合訓練層級，且亦朝向與遊戲技術結合之趨勢，此均值得作為國內後續相關訓模技術規劃發展之參考。
3. 建構式(Constructive)模擬部份：參考美國陸軍 PEO STRI 之 PM ConSim 專案可知，美國軍方致力於開發共通性及整合性之架構與標準俾構連各種層級模擬器產品以達到 Constructive 模擬或 LVC 整合之目的，具體之產品技術包括 SE CORE、OneSAF 及 LVC-IA 等等。由於國內在 Constructive 模擬領域雖有引進或開發相關兵棋系統，惟在後續 LVC 整合部份實應參考或設法獲得美軍相關架構標準或產品，俾利整合工作之遂行。
4. 遊戲(Gaming)模擬部份：將遊戲技術運用於訓模產業(GFT, Game For Training)領係美軍近年來推動之方向，其中整合 VBS2 技術於各式訓模產品中即為典型之範例，此一趨勢亦可由 I/ITSEC 展場中愈來愈多產品引用 VBS2 技術而看出端倪。目前國內並無結合遊戲技術與訓模技術應用之相關產品或發展技術，惟若可於現有訓模產品開發中設法引進 VBS2 技術，或許可踏出未來構建 LVCG 整合之第一步。

肆、建議事項

綜觀本次出國任務之具體效益包括：

1. 觀摩與蒐集射擊訓練模擬器相關業界最新技術能量與發展趨勢。
2. 瞭解掌握國際模擬器系統發展現況與技術趨勢。
3. 瞭解蒐集美國軍方模擬訓練相關執行計畫與技術方向。
4. 觀摩發掘訓模產業相關創新構想與設計應用。

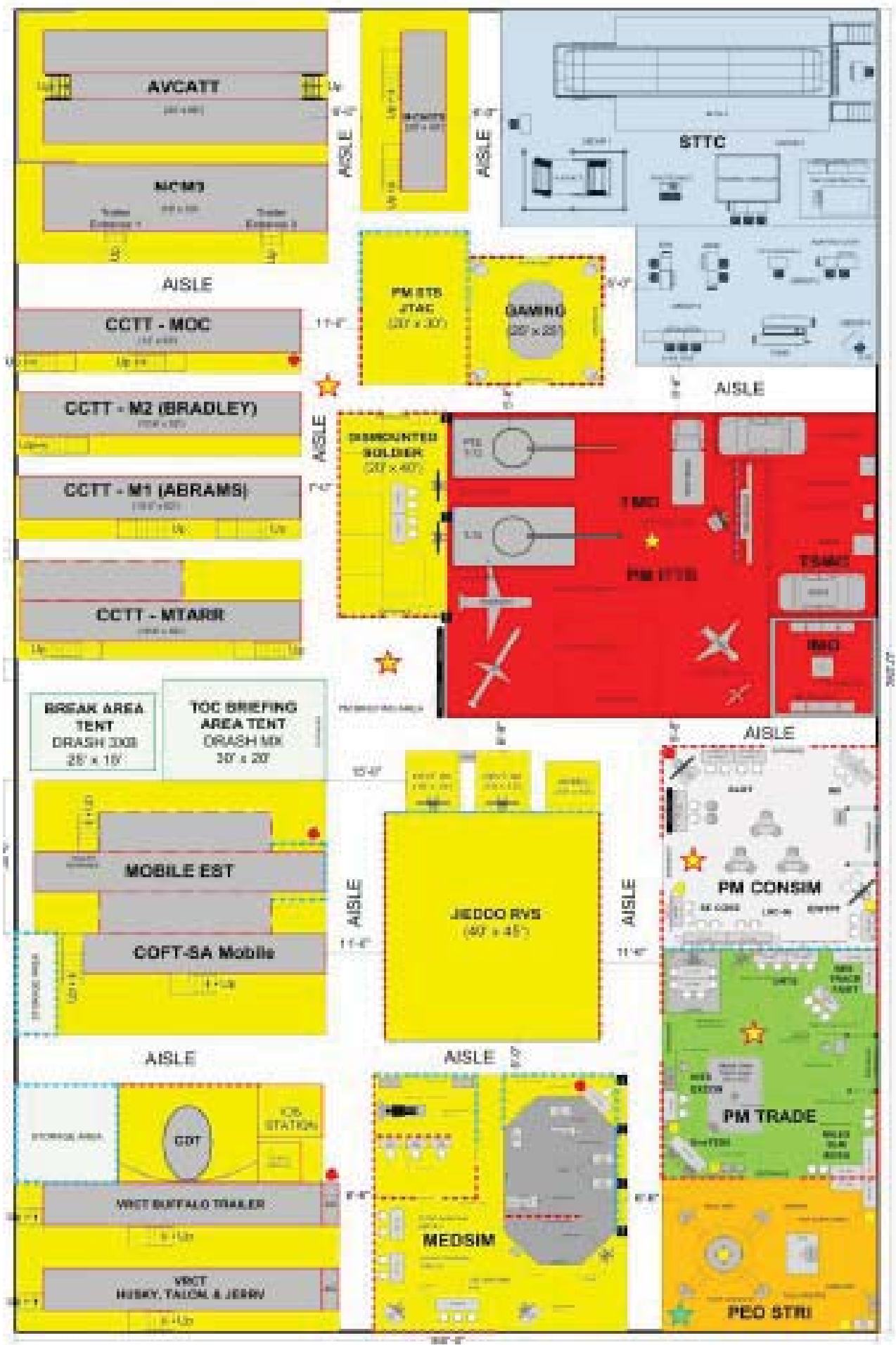
同時經由考察 I/ITSEC 2011 國際模擬器產業大展後，對本組後續訓模技術之發展建議為：

1. 瞭解掌握 LVCG 技術與趨勢。
2. 持續研析瞭解 PEO STRI 各 PM 發展現況以掌握美陸軍訓模技術趨勢，同時亦可參考 PEO STRI 運作模式，加強對軍種各項訓模器需求之規劃及技術開發與服務支援。
3. 研析提昇沉浸式(Immersive)模擬相關技術。
4. 考量運用遊戲技術於訓模器研製(GFT)。
5. 考量訓模產品層次由單兵/程序模擬訓練提昇至聯合作戰/指揮層級之戰術模擬訓練。

目前正值本院組織轉型之際，持續加強瞭解國際訓模市場發展趨勢進而提昇本院於模擬產業之技術能量實有其必要性，建議上級單位能持續支持本組參與國際訓模產業相關展覽(如美國 I/ITSEC 及歐洲 ITEC)及與相關技術領域廠商進行交流研討，俾掌握與蒐集訓練模擬器最新技術與發展趨勢，進而提昇本院訓模產品自製之廣度、深度與競爭力。

附件一

PEO STRI 展區及展品配置圖



附件二

I/ITSEC 2011 國際模擬產業大展導覽