

藉數位地理資訊系統結合戰術課程之研究-以兵棋推演為例

作者/余承勳少校

專業軍官班 99 年班、裝甲兵學校正規班 104 年班、陸軍學院指參班 110 年班；曾任排長、副連長、連長。



作者/歐陽仁傑中校

陸軍官校官 90 年班、步兵學校正規班 98 年班、陸軍學院指參班 102 年班；曾任排長、連長、營長、作戰官、教官。



提 要

一、高科技與高技術是主導戰爭勝敗重要關鍵因素，其中有關「戰場共同圖像（Common Operational Picture，以下簡稱：COP）」係提供各級指揮官快速掌握決策與部隊指揮之重要工具，鑒於我國基礎軍事教育課程中，所使用之地圖因使用頻繁而破損，且平面之地圖無法有效顯示作戰地區整體資訊，需要使用者自行判讀與現地偵查，加上未能定期更新，各項地理資訊在人工作業的過程當中，塑膠布層層套疊，容易造成判讀及繪圖之誤差。

二、本篇研究以國防大學指參教育戰術想定課程之兵棋推演為例，執行指參作業程序中戰場情報準備作業及指揮程序，透過戰場共同圖像精準顯示敵我各部隊位置，精確掌握作戰地區動態，可有效降低人工作業之困擾，讓參加兵棋推演學員都能嫻熟整套系統功能與操作要領，兵棋推演時能具體顯現作戰參數，接近實戰化演練。

三、本篇藉地理資訊系統之功能研析，探討運用地理資訊對我指參軍事教育課程中之兵棋推演，目前是參考內政部地理資訊系統，運用封閉式網際網路與空間統計資料庫，可增進學者數位化兵棋推演學習效果，奠定未來可銜接旅營級 JCATS 兵棋推演系統與旅級以上部隊利用 JCOTS 兵棋推演系統之基本作業能力，可有效持續精進數位化兵棋推演基礎。

關鍵字：地理資訊、GIS、指參教育、戰術課程、兵棋推演、COP

壹、前言

軍圖閱讀是每位軍人應具備之基本知識，單兵可由定向越野驗證使用軍圖之靈活性，隨階級晉升對軍圖的運用要領可將戰場情報整備、作戰指揮程序與敵我動態掌握，都能藉由軍圖做有效的顯現，但在軍兵種聯合作戰時，戰力要整合運用，就必須依靠數位化指管系統的有效連結，方能即時處理大量資訊，協助參謀與指揮官做正確方案列舉與決策下達，地理資訊系統是形塑數位化戰場環境的基本工具，參演的幹部要具備一定的軍事素養、軍兵種專業分工與系統整合的技能，以確保複雜作戰環境下，能利用本系統輸入兵推相關資料以強化戰場管理，在作戰前即能將天候、地形做有效的掌握，正確輸入敵軍編裝與動態情報，精實的作戰準備相關資料與參數完整的輸入系統之中，才具有解析敵軍特點與弱點的基本資料，以利參謀與指揮官正確決策下達，本篇研究重視數位化的基本功與推動數位化須有配套作法，方能在未來數位化作戰環境中游刃有餘，跟得上科技進步的速度，奠定聯兵旅以上層級部隊聯合作戰時之幕僚作業基礎。

貳、地理資訊系統之概述

依國軍軍語辭典釋義，地理資訊系統（Geographic Information System，以下簡稱：GIS），是一種資訊系統，運用數位化輸入工具、資料管理工具、分析與處理工具及輸出與展現工具，針對不同領域，所開發之各種應用軟體，視運用單位與運用方式之不同，可運用於交易處理方面，也可以協助支援各項決策。¹此系統乃利用電腦之軟（硬）體及地理資料庫所組成，可藉由其系統功能之收集、儲存、分析、展示及查詢地理資料等工作。其功能包括：資料輸入（將地理資訊數位化）、分析（道路、水文等資訊套疊與分析等）、處理（校正座標、轉換格式等）及查詢（地圖繪製、各項資料查詢系統等）與展示。²地理資訊系統應用之範圍十分廣泛，目前我國由內政部國土測繪中心負責建置地理資訊資料庫，配合國土資訊系統推動，已執行多項應用計畫（如：區域計畫訂定、水資源管理、戶政、地籍管理、公共設施位置選定、交通運輸網路規劃、商業應用及國防應用等），提供了各種共同作業平台，並運用於民生需求上，政府即可在社群網路下迅速獲得使用端回饋，使資訊更有效率且透明。³

如可充分運用地理資訊系統，將可有效結合空間資訊（地圖）及統計資料（文字、數字），進而建立空間統計資訊，將可提供更有效且具體的資料分析並輔助各種決策支援。而空間統計資訊的建構，可使相關統計資料以更多元化的方式呈現，且可提高各種地理資訊的完整性及正確性。若將空間統計資料庫與網際網路結合，將可提升資訊更新之精度及提供速度，進而提高

¹ 國防部，《軍語辭典》（臺北市：國防部，民國93年3月15日），頁1-22。

² 周天穎、柯俐安、潘金定，〈以地理資訊系統管理土地資料庫〉，《中華民國地籍測量學會會刊》，第十八卷第1期，2009年3月，頁25-31。

³ 互動國際數位股份有限公司，《ArcGIS 10 基礎學習與應用寶典》（新北市：新文京開發，2011），序。

地理資訊系統之應用效益，⁴並進一步運用於軍事科技之發展，以下章節即闡述空間資訊科技與地理資訊的發展與運用之關聯性，並進一步探討相關資訊處理系統之應用。

一、地理資訊系統與空間資訊之關係

空間資訊科技（Geospatial Information Science and Technology，簡稱：GIST）係指空間資料之定位、採集、擷取、儲存、查詢、編輯、分析及展現之數位科技，其運用包括地面測量、航測、遙測、數值地形、影像判讀、空間資料庫之管理與查詢、以及全球衛星定位系統等運用，現今社會較為普及之運用工具如電腦、手機、羅盤、經緯儀、測距儀、水準儀，以及雷達測距、衛星定位儀、地面與空載雷射測距技術（Light Detection and Ranging，簡稱：LiDAR，又稱：空載光達）、數位航遙測工作站…等。空間資訊科技廣泛應用於環境工程、都市計劃、水土保持、防災救援、森林經營、地籍管理、營建工程、古蹟文化、觀光旅遊、定位導航及軍事國防等。⁵



圖一 GIS 與 GPS、RS 之關聯（空間資訊）示意圖

資料來源：筆者整合繪製

完整的空間資訊係利用遙測技術（Remote Sensing，以下簡稱：RS），配合全球衛星定位系統（Global Positioning System，以下簡稱：GPS）取得圖資，再以地理資訊系統（GIS）統合與分析，結合此三項空間資訊處理技術，成為現今空間資訊應用最為廣泛之方式。RS 就像是我們人

⁴ 行政院主計總處，2005/1/11。〈何謂地理資訊系統？其預期效益如何？〉，《行政院主計總處統計資訊服務》，〈<https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=11385&ctNode=2391>〉（檢索日期：西元 2021 年 1 月 31 日）。

⁵ 台灣地理資訊學會，《三維地理資訊發展策略研析案期末報告書（修正版）》，國家發展委員會，2018 年 6 月。

類的眼睛、GPS 即為空間概念之方向感，而 GIS 即是負責整合、思考並運算處理之大腦。⁶（如圖一）

為保持空間資訊系統應用時的正確性與完整性，地理資訊的資料庫必須精確、翔實並持續更新。早期取得資料的做法，係利用人力方式，在地區內逐一調查、分析、統計並建檔，相當耗費時間與資源，而隨著科技的進步，飛行器的運用更加發達，近年已漸漸改用飛行器空拍的方式取得。高解析度拍攝鏡頭的人造衛星，亦運用於地理資訊之建構，使得高解析度的彩色衛照影像可以更容易獲得，讓空間資訊的各項資料庫數據更為完整與精確，而取得方式更為快速且減少資源浪費，亦可更廣泛的運用在各種方面。

而將空間資訊進行處理、分析及應用之系統，均可稱地理資訊系統。此系統可將空間資訊之資料，產製不同屬性之圖層（圖徵）加以套疊，並將地區內不同之數位化資訊轉換為圖形顯示。利用地理資訊系統之統計分析能力，模擬或預估各項預期之可能性，⁷可提供使用者（指揮官）之決策參考，並有效應用於軍事用途，減少戰場情報準備作業時間，以達到「知天知地與知彼知己」與「知可以戰與不可以戰者勝」之目標。

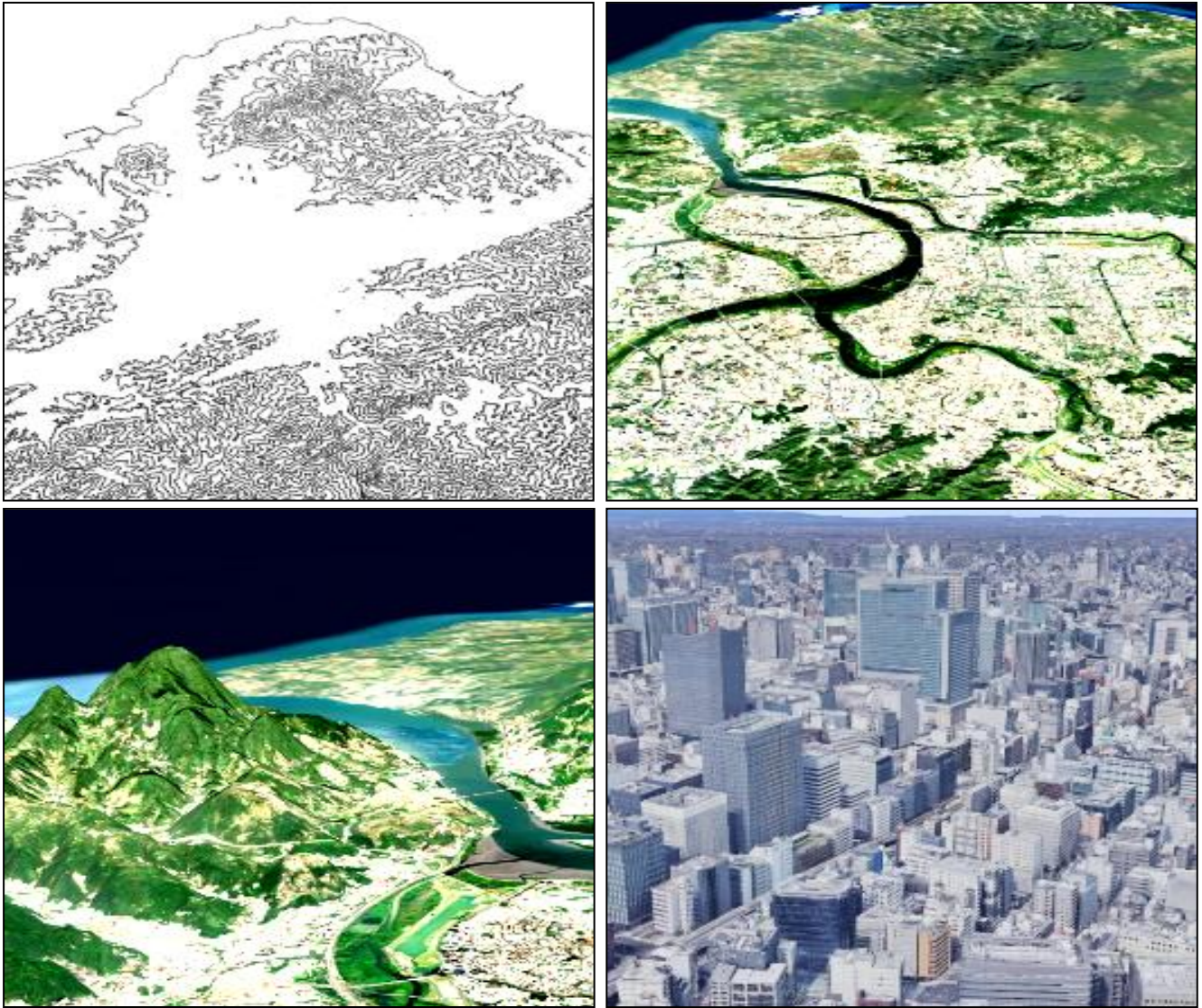
二、地理資訊系統軟體介紹

地理資訊系統可視為一個圖層處理軟體，但一般繪圖軟體僅可處理圖像畫面，而地理資訊系統則可完整處理圖層中之地理資訊，包含座標系統、座標轉換、地圖定位功能、縮放、平移檢視、量測工具、地理資訊分析工具、各種影像地圖置換、比例尺轉換、圖徵（Feature）接合、影像畫面輸出、軍隊符號建立、資訊分享、3D 畫面模擬與能見度評估等。

為使地理資訊結合現地實況，直覺的方式即是配合 3D 畫面顯示，利用地面調查或是遙測影像取得等高線數據，建造數位高程模型（Digital Elevation Model，以下簡稱：DEM），運用點、線、面三種模式產生立體畫面，達到地形模擬之效果，甚至可運用電腦繪圖建模技術，將地表建物建置房屋模型，以呈現接近真實的模擬世界。

⁶ 陳志良，〈淺談地理資訊系統基本概念與運用〉，《主計月刊》，第 691 期，2013 年 7 月，頁 82-87。

⁷ 余騰鐸、羅正方、曾清涼、余致義，〈三 S 空間資訊系統〉，《科學發展》，2003 年 5 月，365 期。



圖二 等高線圖、2D 衛照圖、3D 立體圖，3D 建模

資料來源：筆者擷取 ArcGIS Pro 及 Google Earth 畫面綜整

地理資訊系統軟體係能夠處理地理資料之系統，依據使用者之需求，建構所需之地理資料庫，並藉由使用者在資料庫內擷取的資料、屬性等，透過軟體所之分析與模擬，將各項地理資料組合成使用者所需的資訊，以提供決策者的先期規劃與運用。⁸地理資訊系統包羅萬象，本研究試以 Esri 公司所研發的地理資訊系統軟體「ArcGIS Pro」，⁹模擬國防大學陸軍指參學院指參教育課程，在期中兵推中之想定發布及戰場情報準備作業過程，比較其相對之優缺點。故以此系統作為研究工具，分析傳統作業模式與利用地理圖資系統作業之差異性，研究地理資訊系統未來對於軍事教育上之運用，進而發展後續戰場運用價值，以提高戰場情報需求之正確性，並簡化指

⁸ 互動國際數位股份有限公司，2020/7/23。〈公司簡介〉，《互動國際數位》，〈

http://www.igis.com.tw/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=67>（檢索日期：西元 2021 年 1 月 31 日）。

⁹ 此應用軟體係由互動國際數位股份有限公司提供，國防大學理工學院購置授權陸軍學院使用，本文所使用之 ArcGIS Pro 版本為 2020 年 2.7.0 版。

參作業流程與時間，以協助指揮官下達作戰指導與決心。

三、地理資訊系統發展

地理資訊系統除了提高地圖運用效益外，亦將真實世界之相關地理資訊藉以電腦功能整合鏈結，建立完整之資料庫，並透過網路進行資源分享、更新、保存及查詢等。¹⁰亦隨著科技進步、電腦的軟硬體開發與技術發展，更加普及於生活，其功能運用也越見強大，地理資訊系統已充分運用各式行動式個人化的裝備，結合衛星定位系統、電子地圖、數據運算與傳輸等，都是我日常生活中息息相關的資訊工具。¹¹

地理資訊系統現已是目前世界各國發展的重點之一，我國亦在此項科技投入心力，近年來地理資訊與時俱進，2007 年環保署繪製了台北市部分區域的「噪音地圖」，可使民眾瞭解住宅附近區域的環境品質，以提供民眾購屋之參考。2009 年時台北市政府使用地理資訊系統，發現了多起山坡地濫墾濫伐的狀況，也利用衛照圖確定了違法之區域與面積。截至今日，各方面應用仍持續發展，其中包含「登革熱疫情地圖」、「PM2.5 全台即時概況」、「選舉各地區得票率即時地圖」或「Ubike」腳踏車與「寶可夢 (Pokemon GO)」手機遊戲之定位與地圖等，¹²甚至警政部門亦利用 GIS 系統，標繪犯罪熱點，以預防與降低犯罪率；¹³直到 2020 年的嚴重特殊傳染性肺炎¹⁴ (COVID-19，¹⁵又稱：新冠肺炎) 疫情，亦發展出「口罩地圖」及「COVID-19 全球即時疫情地圖」等，結合環境所需資訊，讓民眾能夠立即掌握最即時且精準之資訊，顯示地理資訊系統已與我們的日常生活息息相關。

在軍事應用方面，現今各種作戰任務中，先期完成戰場情報準備、研析作戰環境是非常重要的項目之一，若能配合 GPS 定位與網路即時更新圖資之功能，將可使地理資訊與即時定位系統結合，將作戰地區之水文、城鎮、地質、距離、坡度、高度、方位角、道路網、建物形式與類別、以及高壓電線等，提供即時且最新之地理資訊，以利指揮官之決策。而此系統之功能將可分析各種地理資訊，如：河流之流速、河寬、水深、流速與道路幅寬與層級、城鎮建物與人口密集程度等各種資訊，¹⁶以利我軍事教育及戰演訓之運用。

¹⁰ 周天穎，《地理資訊系統理論與實務》(台北市：儒林，2003)，頁 1-6。

¹¹ 《科學發展》2003 年 5 月，365 期，22~27 頁。

¹² 李文堯、林心雅，《地圖會說話》(新北市：遠足文化事業股份有限公司，2020)，頁 008-009。

¹³ 施源欽、范兆興，《以環境犯罪學建構 GIS 治安決策系統》，中華民國犯罪學學會會刊，第十一卷第 4 期，2010 年 11 月，頁 48-60。

¹⁴ 2019 年 12 月於中共湖北武漢市發現，中共官方公布其病原體為新型冠狀病毒。世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 於 2020 年 2 月 11 日將此新型冠狀病毒所造成的疾病稱為 COVID-19 (Coronavirus Disease-2019)，我國於 2020 年 1 月 15 日起公告「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19) 為第五類法定傳染病。

¹⁵ 衛生福利部，2020/1/15。〈嚴重特殊傳染性肺炎〉，《衛生福利部疾病管制署》，<<https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/N6XvFa1YP9CXYdB0kNSA9A>> (檢索日期：西元 2021 年 1 月 31 日)。

¹⁶ 內政部國土測繪中心，2015。〈下載專區〉，《國土測繪圖資服務雲》，<<https://maps.nlsc.gov.tw/>> (檢索日期：西元 2021 年 1 月 31 日)。

四、美軍地理資訊系統應用概況

1969年由美國環境系統研究所公司（Environmental Systems Research Institute, Inc.，以下簡稱：Esri）發展網格及向量式製圖與分析，¹⁷至今整合了網際網路、遙感探測、定位系統、行動網路通訊及人工智慧等，並朝向生活化、自動化、視覺化及智慧型之資訊系統。

軍事裝備隨著科技的發展，亦已廣泛運用於各種地形現況之模擬，以地理資訊結合全球定位系統，可使各種軍事載具完成地形模擬及研判，如在波斯灣戰爭中，聯軍即運用地理資訊系統結合衛星定位，以引導地空部隊在沙漠中作戰。

美軍將長期的作戰經驗蒐集與分析，研擬出戰場情報準備（Intelligence Preparation of the Battlefield，以下簡稱：IPB）之方法，蒐集且分析任務、敵情、地形與天氣、我軍能力、可用時間及民事（Mission, Enemy Situation, Terrain and weather, Troops and support available, Time available, Civil considerations，以下簡稱：METT-TC）等考量因素。英國軍事家勞倫斯¹⁸說「當我在做任何決策，或準備啟用備用方案的時候，皆是在充分研究所有相關或不相關之因素後，才能下達最後的決心。地理環境、社會習俗、宗教、語言、部落結構、飲食習慣、道德水準等，所有可能會影響到戰局之作戰環境，對待敵人就要像對自己一樣熟悉透徹」。

隨著科技發展與演進，美軍傳統兵棋推演所使用之地圖亦更替為空拍、衛照圖、甚或是數位模擬城鎮等方式，原先單純戰術層級之白紙戰術、圖上兵推、沙盤兵棋演進為「電腦兵棋」推演，以「運用軟體之分析功能與各種模擬技術，將兵棋推演步驟所屬之相關程序、規則、戰場環境、武器效益、作戰邏輯、部隊編制與後勤作為，實施推演與分析，俾利提升戰力與決策支援」。¹⁹

參、指參教育戰術課程現況探討

在我國軍事教育過程中，地圖閱讀已是各級幹部所必須要學習之基本項目，而我國目前使用由國防部軍備局生產製造中心第四〇一廠所製造之軍用地圖，採世界橫麥卡托（Universal Transverse Mercator，以下簡稱：UTM）投影法，並利用了軍用方格參考系統（Military Grid Reference System，以下簡稱：MGRS），²⁰常用之比例尺為1：1萬、1：2.5萬、1：5萬及1：10萬，與一般民用地圖最大差別，即是軍用地圖採用了等高線，且地形地貌之表示亦較為豐富詳細，但在人工判讀及使用時，容易因誤差而導致與戰場實況不同步之狀況。

¹⁷ 周天穎，《地理資訊系統理論與實務》（台北市：儒林，2003），頁1-10。

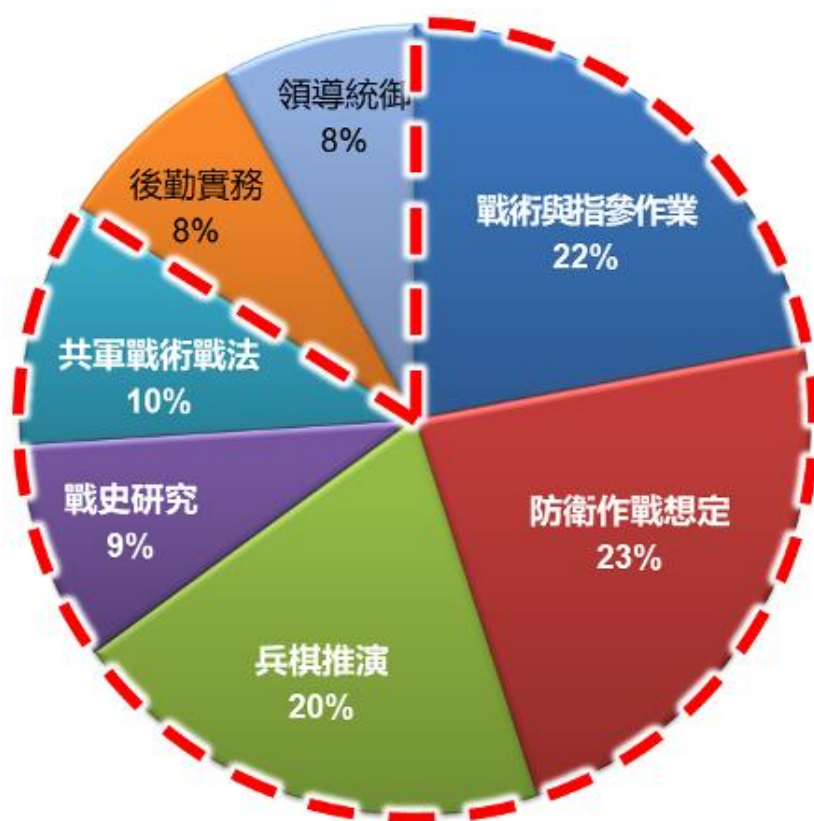
¹⁸ 托馬斯愛德華勞倫斯上校（Thomas Edward Lawrence，1888年-1935年），在1916年至1918年間的阿拉伯起義中，因擔任英國聯絡官，促使阿拉伯脫離鄂圖曼帝國的統治並獲得自由而出名；是阿拉伯人的民族英雄，也是英國人最偉大的戰爭英雄之一。

¹⁹ 國防部，《國軍部隊訓練作法手冊》（臺北市：國防部），96年12月17日，頁10。

²⁰ National Geospatial-Intelligence Agency，2020。〈About Us〉，美國國家地理空間情報局（NGA），〈https://www.nga.mil/about/1595956020452_About_Us.html〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。

國防大學指參教育是步訓部正規班更上一層級之教育班隊，是推動國軍「專業化、科技化、聯合化、知識化、數位化」為目標、「發揮高效能組織與人力」並「適應新挑戰的戰力與戰略」的教育起始，²¹在軍事教育訓練中，就是為培訓「贏取戰爭勝利」而加以訓練，而在作戰過程中，要具備充分運用地形地貌之能力，若無法有效掌握作戰地境內地理資訊，將無法取得有利契機。

國防大學指參教育概可區分戰術、想定、戰史、後勤及一般課程等類型，其中戰術與想定課程佔總時數 55%，（如圖三）而課程中需使用地圖之課程項目包含：戰略研究、戰史研究、指參作業、基本戰術、應用戰術、情報理論、聯戰理論、聯戰計畫與聯戰兵推等，此類型課程更佔全年度課程之 80% 以上，顯見地理資訊對軍事教育的重要性。



圖三 指參教育課程設計時數分配比例

資料來源：筆者綜整

目前在指參教育中，戰術課程初期以白紙戰術為主，想定課程即運用軍用地圖實施圖上研究，以達到圖上偵查與應用之教育效果，因基礎教育課程使用地圖，教師與學者在針對地形分析時，僅能以等高線判斷地形起伏，對於地形或地質之分析因缺乏正確參數較不符合現況，易造成作戰決策品質之誤失。

²¹ 余惠芳、蘇聖珠、張乃云，《國軍指參教育考選制度對基層幹部影響之研究》，華人經濟研究第七卷第1期，2009年3月，頁1-24。

本研究以指參課程中兵推想定為研究範本，針對課程中地圖使用所造成之相關影響，實施探討且分析研究，並對我國軍指參課程教學模式提出看法與建議，延伸後續課程發展規劃及地理資訊使用於作戰實需之我見，本文後續將以 ArcGIS Pro 為工具，探討如何運用於戰術課程。

肆、運用地理資訊系統軟體（ArcGIS Pro）實施兵推概況

無論是課程教育或是戰演訓之運用上，當指揮官受領任務後必須先完成分析、比較等作業程序，而在任務分析階段應先期完成戰場情報準備（IPB），係依據敵軍之準則、編裝、戰術、戰法及部署，結合氣象資料與戰場所需兵要，完成戰場天候、地形、敵情分析及敵可能行動研判，以提供參謀作業之基礎，並協助指揮官下達決心。而首要必須完成之界定戰場空間與作戰地區分析，即需要作戰地區內相關地理資訊，以利指揮官及參謀先期研判影響敵我之重要資訊。

傳統作業方式以透明圖紙或膠膜標繪方式，將各種地理資訊與敵軍戰術圖解卡套疊，因均為紙本作業方式，故地圖相對有老舊與破損之問題，易造成人工判讀與作業之誤差，且圖面上除經緯度（距離）與等高線（高度）外，並無其他地理資訊可提供分析，不僅無法精確完成作戰地區分析，且造成作業人力與時間之浪費，故本專題試以地理資訊系統（ArcGIS Pro）完成各項戰場情報準備工作，並比較傳統方式與數位化作業之差異性。（如圖四）



圖四 傳統手工繪 IPB 與系統立體畫面顯示對照圖

資料來源：筆者以 ArcGIS Pro 自製

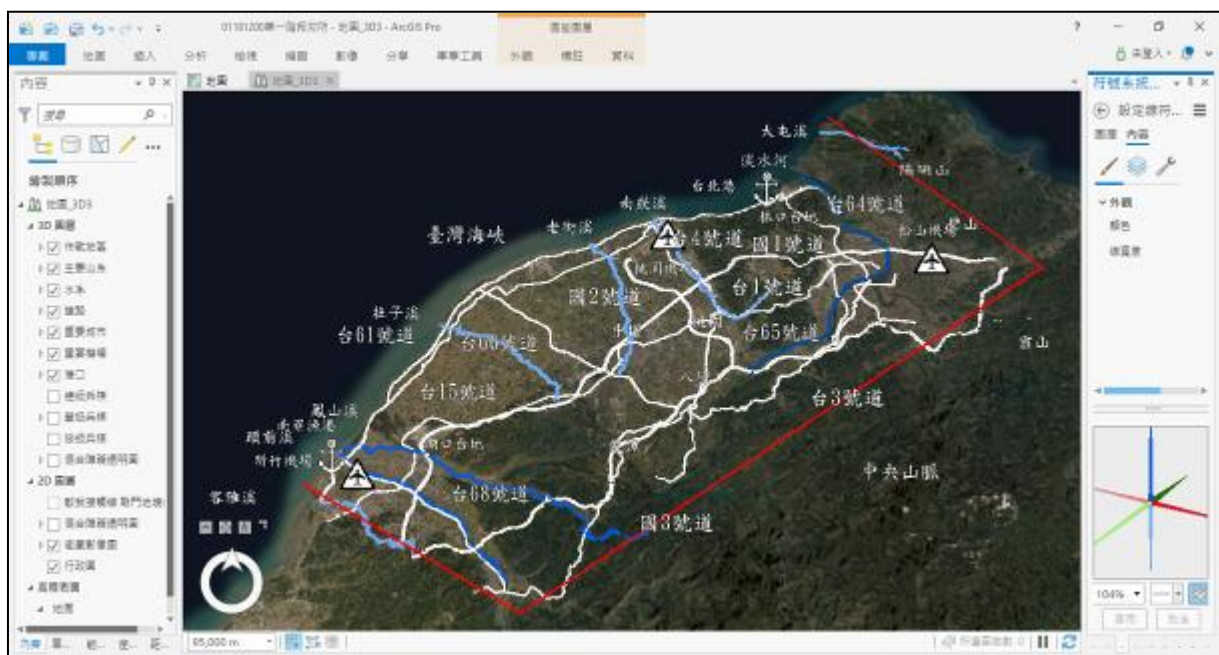
一、期中兵推想定設計與發佈

本院指參教育課程教授時，通常以 Microsoft PowerPoint 簡報顯示，或以紙本方式發布想定狀況，敵我軍相關情報資訊（METT-TC），僅能以平面圖片、文字或表格方式表述，均無

法有效且直覺地讓學者迅速進入作戰場景，無論在課程、演習、乃至於作戰中，延長戰場情報準備與作戰地區分析之時間，造成指參作業相關步驟程序耗時，不易在所律定的時限內完成，有可能錯失戰機。

本研究以正規班期中兵推想定為例，作戰地區北起大屯溪、南迄客雅溪、東倚中央山脈、西臨台灣海峽，傳統作業需由人工選定、標定並繪製，其透明圖套疊與筆繪之誤差，因作業人員之素養將可能有些微差異，而造成戰場空間界定之落差。若以 ArcGIS Pro 系統之軍事工具功能標繪與分析，可選取所需河流或道路，並插入兵棋符號，標繪地圖上所需之位置，藉系統分析圖層屬性，協助判別與界定所在地區之地理資訊，並依比例尺縮放線段比例，可迅速查閱與分析。（如圖五）

若能在想定課程設計時，利用地理資訊系統之 3D 立體畫面，授課教官可先行完成該區域之地理分析，並以系統畫面引導學員掌握及運用現地之地形地物，於各節次中將地形納入戰術運用重要考量，亦可使兵棋推演過程更接近戰場實況，達到共同作戰圖像之效果。



圖五 作戰地區兵要圖
資料來源：筆者以 ArcGIS Pro 自繪

二、執行戰場情報準備

戰場經營是國軍必備且基本的工作，能夠充分了解人、事、時、地、物、數、因、果與來源等 9 項「情報要件」，²²是爭取戰爭勝利的重要基礎。其目的在於提供正確、完整且適時的情報資訊，用以掌握戰場變化，策定、指揮作戰決策之品質，擬定至當之行動方案與作戰構想，或利用偽裝與欺敵、誤導及破壞敵之行動，有效支援軍事行動，以利達成作

²² 國防部，《陸軍野戰情報教則（第二版）》（臺北市：國防部，民國 104 年 10 月 1 日），頁 1-2。

戰目的或任務。

為具體呈現戰場環境與敵軍威脅以便於部隊運用，迅速支援作戰行動，戰場情報準備工作其作業步驟為：戰場空間界定、作戰地區分析、敵軍威脅評估、敵可能行動研判等 4 個步驟，以協助部隊能夠了解天候、地形與敵軍。同時藉由平、戰時之戰場經營與研析，整合、評估、檢討、策定相關作為，以有效執行戰場管理。²³

（一）地形分析

藉由我國內政部國土測繪中心網站所提供之資訊，下載政府開放資料「109 年經建版地形圖數值資料檔（SHP 檔）」²⁴及台灣地區 DEM（高程）資料，依照不同等高線表示地形外觀，可使地圖展現地勢起伏之程度，亦可以內政部所下載之數值資料，取得圖資內資訊，以利了解作戰地區之地理資訊。其圖層包含點、線、面等 3 種方式組合而成，資料屬性分類。（如表一）而使用者可利用系統分析功能，套疊或編輯覆蓋圖樣之圖層，針對地區內之地理資訊（包含：山系、水系、城鎮、道路、植被）進行分析與分類，以利繪製出相對應之混合障礙透明圖。

表一 圖層資料屬性對照表

109 年經建版地形圖數值資料檔圖層屬性對照表		
圖徵類型	圖層名稱（屬性項目）	合計
點	測量控制點、標高點、流向、水閘、小瀑布、建物、交通附屬設施、湍流。	8
線	行政界線、國家公園界、水壩、水閘、渡口、防波堤、渡船碼頭、港口、高速鐵路、捷運、管涵、橋梁、高壓電線、纜車架空索道、管線、使用/停用中鐵路、使用/停用中道路、隧道、堤防、大瀑布、單線水、海岸線、等高線。	23
面	獨立屋、房區、水庫、湖泊、水池、養殖池、雙線道、沙洲、變電所、高爾夫球場、牧場、國道休息站、建築中、諸地貌、海洋、垃圾處理廠、監獄、汙水處理廠、油庫、操場、墓地、沼澤或濕地、鹽田、易氾濫區、果園或農場、植被。	26

資料來源：筆者綜整〈109 年經建版地形圖數值資料檔〉，內政部國土測繪中心，<https://maps.nlsc.gov.tw/>

（二）道路分析

在本地形圖數值資料中，將道路資料分類歸納後，可依性質（點圖徵）、長度（線圖徵）及橫寬（面圖徵）等資訊區分列表，一般以類型區分為 0 至 7 項，其分類包含：國道、省道（含快速道）、縣（市）道、鄉鎮區道、產業道路（含農道）、一般道路、林道及未知道路等 8 種；（美

²³ 國防部，《陸軍野戰情報教則（第二版）》（臺北市：國防部，民國 104 年 10 月 1 日），頁 2-52。

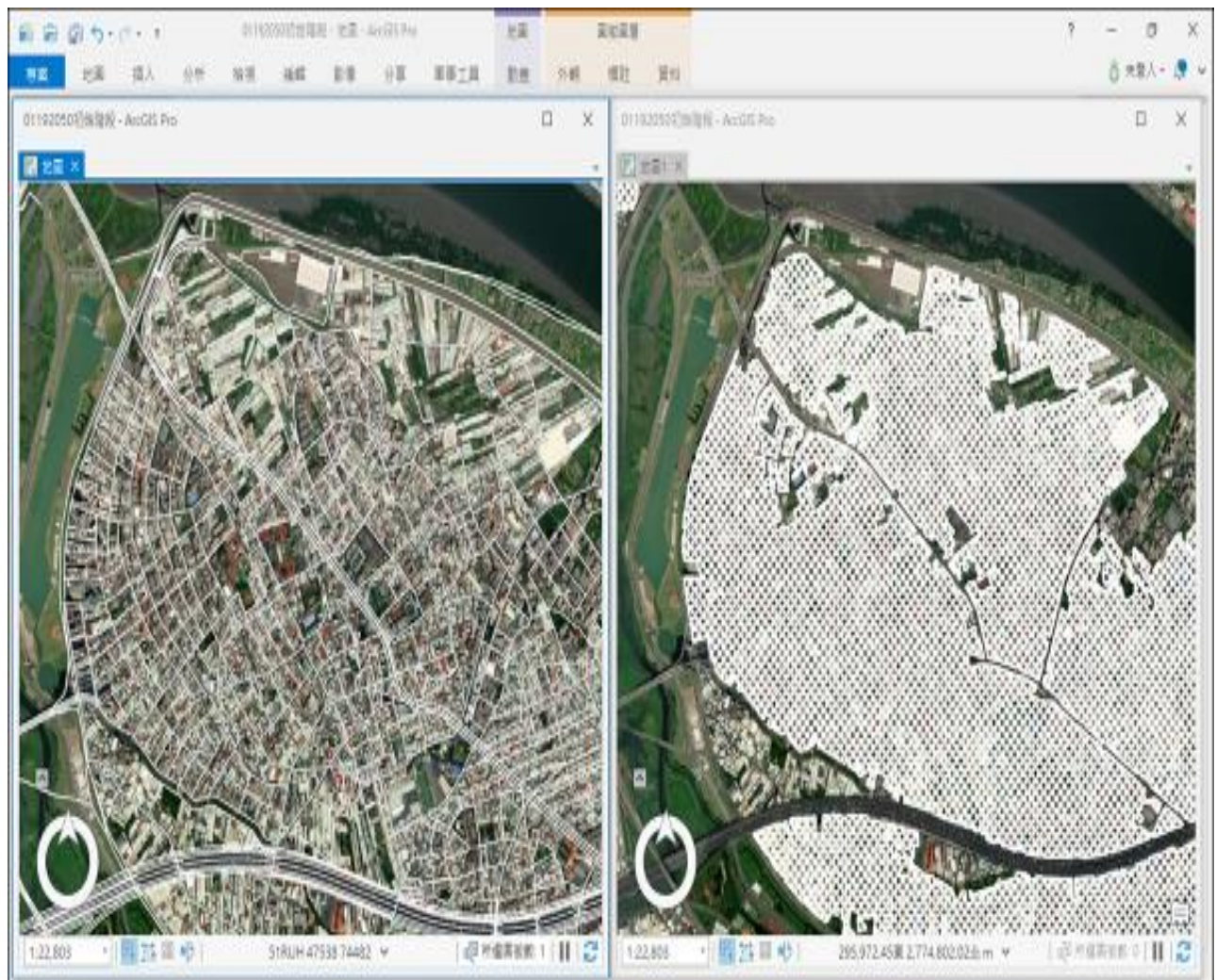
²⁴ 內政部國土測繪中心，2015。〈下載專區〉，《國土測繪圖資服務雲》，〈<https://maps.nlsc.gov.tw/>〉（檢索日期：西元 2021 年 1 月 31 日）。

軍作戰參數將道路區分 5 個級數，以分辨不同道路等級適合通行之軍用車輛單位）另也可依道路長度區分，所見資訊均儲存於圖層內之屬性表內，亦可配合地圖顯示位置，可供使用者查閱。

在兵棋推演中，針對道路分析時，即可依屬性表選擇所需之道路，並刪除不需考慮之路段，以符號編輯系統調整顯示圖層之顏色及線段粗細，產生相對應之道路障礙（通行）圖層，以提供指參軍官研擬敵軍（最大）可能行動或我軍行動方案之依據。

（三）城鎮及重要設施分析

依照內政部所提供之建版地形圖數值資料，可由系統之「定位」功能，迅速查找相關地點或區域，如道路分析時之編輯要領，調整所需顯示圖層與符號編輯，框選所需區域，並賦予符號顯示方式，調整適合之顏色顯示與色塊填滿方式，以達到混合障礙透明圖套疊之效果。（如圖六）

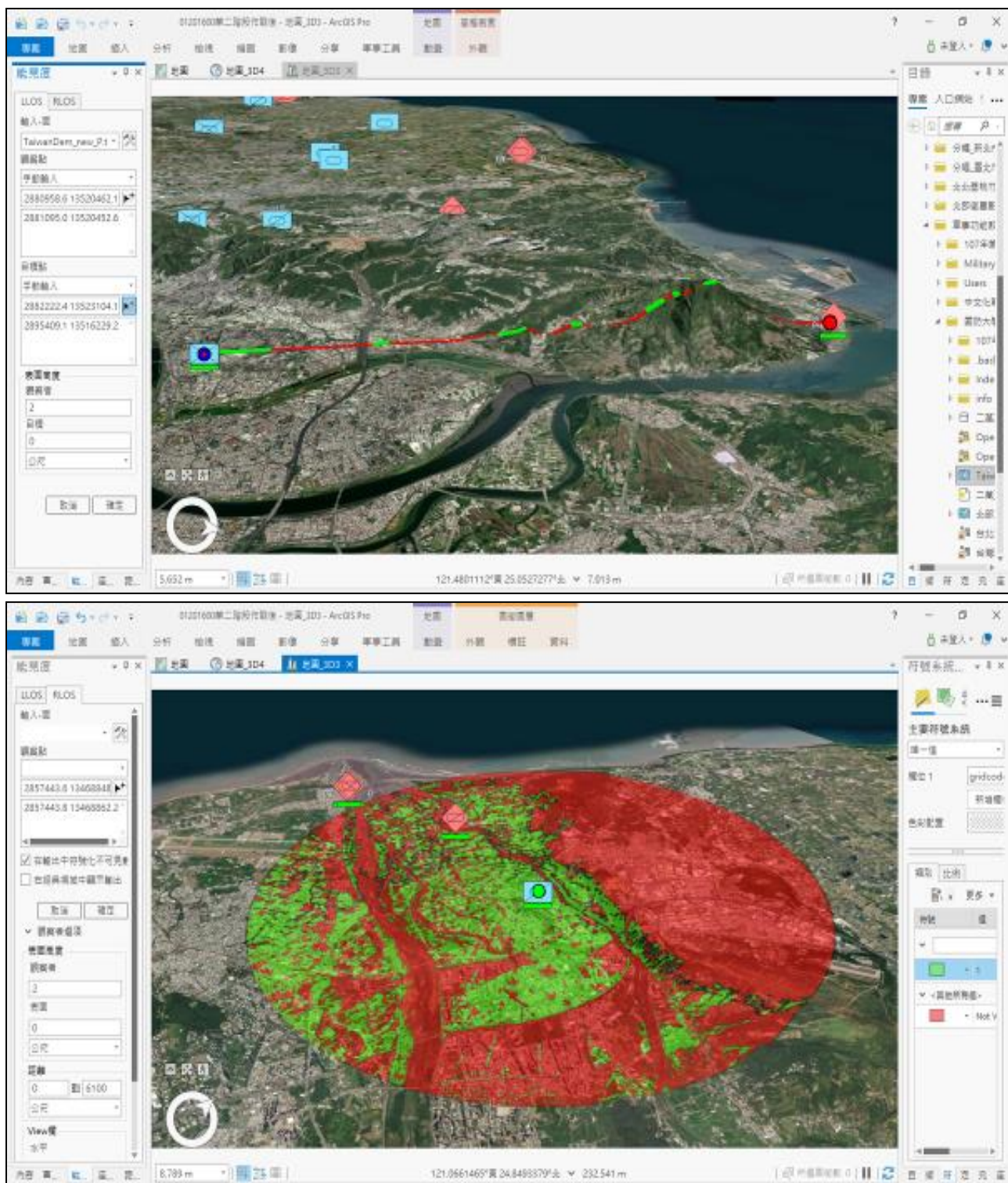


圖六 以 ArcGIS Pro 實施道路（圖左）及城鎮（圖右）障礙圖繪製

資料來源：筆者以 ArcGIS Pro 自製

(四) 可視域分析

在小部隊作戰時，直射武器之射界是非常重要的，若身處隱、掩蔽良好的位置，但視線卻無法通視敵人，則會降低命中效果，也會因射擊音爆而暴露自身位置；相對的，地形障礙對通信構連亦有相當程度之影響，實為我軍針對作戰地區分析實，必須考量之項目之一。



圖七視域分析功能

資料來源：筆者參考 ArcGIS Pro 自製

ArcGIS Pro 系統即針對視線之考量，內建了「能見度」分析之功能，能見度（視域）分析功能區分為線性分析及徑向分析，即為點對點連線之視線、與點對固定距離直徑之圓形環狀視域，在系統操作上，僅需在地圖圖片上點選觀察點及目標點，另可調整兩點之高度與觀測之距離，經由系統分析計算後，即可得出線性或徑向分析之成果，（如圖七）即為針對本次兵棋推演，淡水河口地區藍軍對紅軍的視線能見度（綠色線段為可視、紅色線段為不可視）；另圖七下方圖片則為藍軍裝騎營面對當面之敵時，設定建置火炮之射程距離，並利用能見度分析，所顯現之成果。

三、兵棋推演課程運用

（一）軍事符號繪製

系統因配合美軍使用，內建之兵棋系統包含美軍共同作戰符號 MIL-STD-2525B、MIL-STD-2525C、MIL-STD-2525D、APP-6（B）及 APP-6（D）等，因我國目前聯合作戰符號仍以美軍 2525B 為基準，故配合此次兵棋推演，畫面顯示均以現行兵棋顯示。

筆者在確認期中兵推演習紅、藍軍編裝後，即開始運用系統內建軍事功能，實施接觸線、地境線等戰術符號繪製，並依據「美軍 2525B 共同作戰符號」規格，完成軍團、旅、營、連級等兵棋符號製作，俾使系統可完整呈現之兵棋涵蓋本次期中兵推各層級部隊。

系統內軍事工具之軍事符號編輯器，在工具內即可搜尋所需之兵棋，並可賦予其部隊型式、層級、番號及能量值狀態等，另可依所需座標填入後，將兵棋置入精確位置，並配合作戰時程調整兵棋位置，以達到共同圖像之效果。

（二）座標定位轉換

ArcGIS Pro 系統為提供美軍戰術應用，內建軍事功能工具，可協助完成軍隊符號編輯、戰術圖形標繪，亦可配合作戰進程調整兵棋編組、位置及戰力顯示等。另座標轉換功能，可提供世界各國常用之座標系統查詢，如經緯度、MGRS、UTM 座標等，可將 JCATS 系統中兵棋位置，透過座標定位，快速呈現在 ArcGIS Pro 系統圖台上。

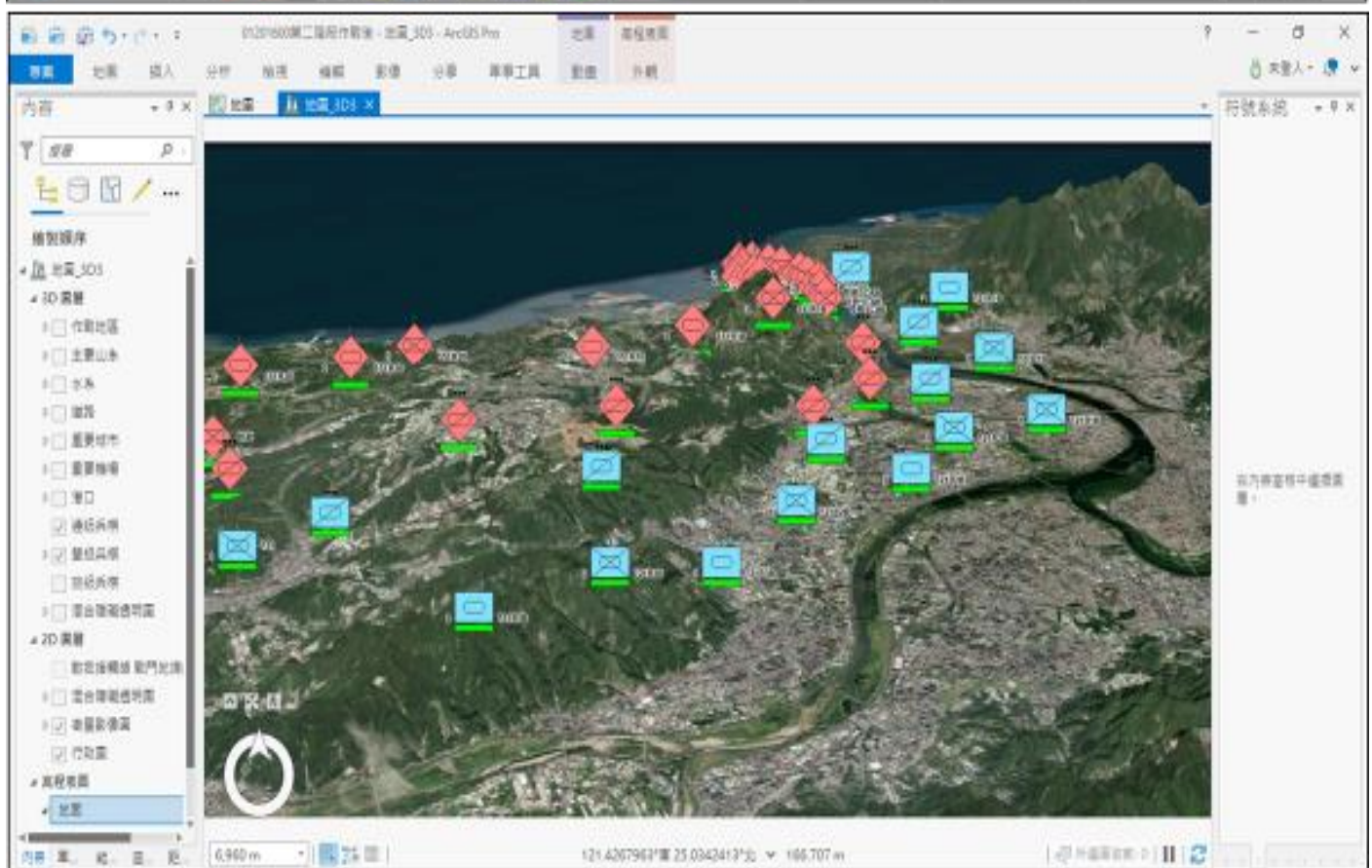
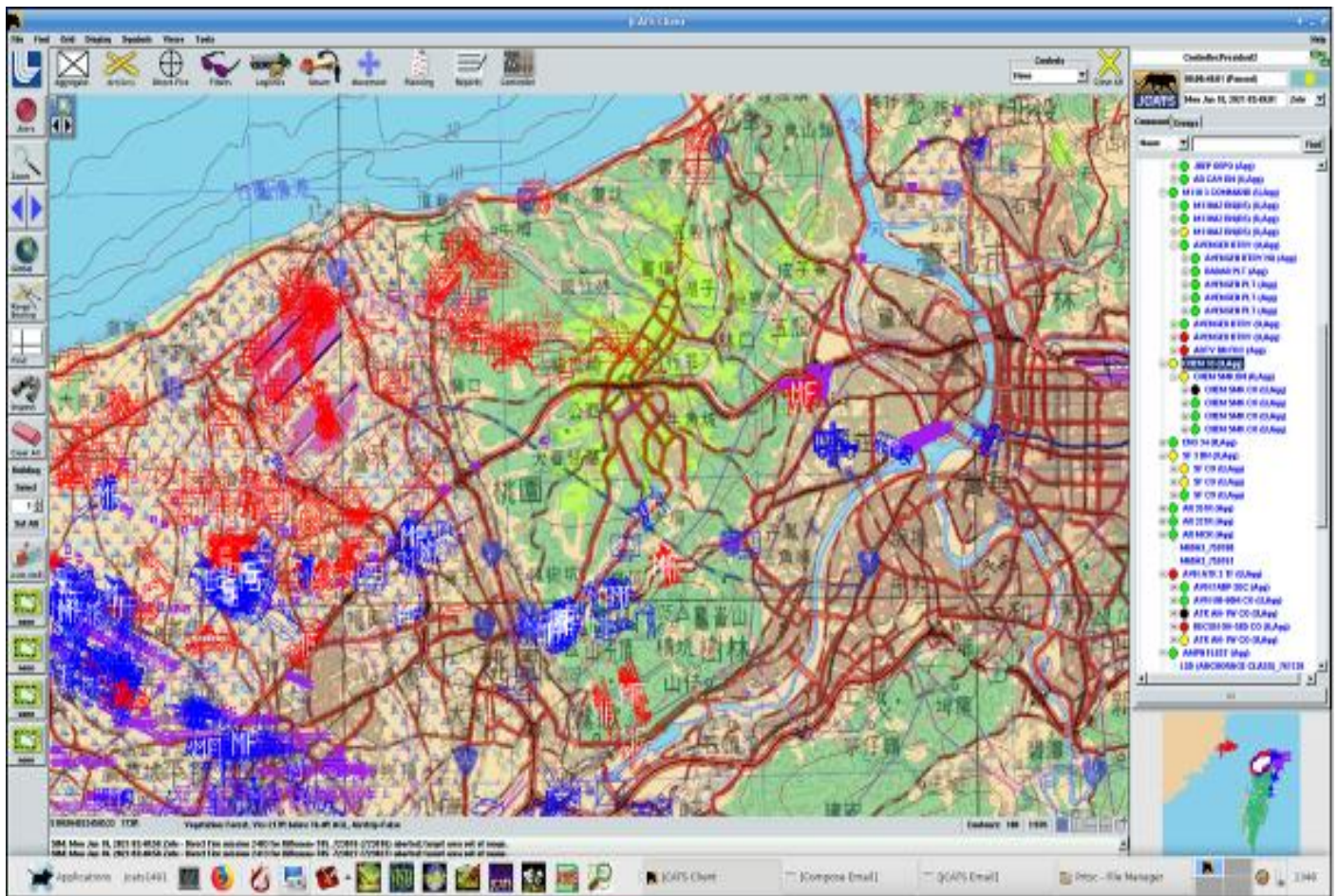
（三）圖層套疊分析

兵棋推演過程中，作戰地區分析是首要需完成之事項，傳統作業方式在大量透明圖套疊後，易使原始地圖遭透明圖遮蔽，或因推演需求而暫時移除混合障礙透明圖，導致在兵棋推演時，無法確實依照地形障礙而選定適宜路線。

若使用地理資訊系統操作，針對地理資訊分析時，即可利用系統圖層選取功能，選取所需資訊顯示，而相對隱閉不需要之圖層或資訊，使畫面較為清楚且可精準判讀。而在推演開始後，除可選擇顯示行政圖或衛照圖等各種底圖，亦可將混合透明圖暫時隱藏，以保持畫面清楚可辨識，若因戰術需求需判讀地形障礙時，亦可迅速開啟，以顯示完整資訊，供指揮官選擇與決策。

（四）共同圖像（COP）呈現

ArcGIS Pro 亦首次運用於兵棋推演課程中，除利用 3D 立體圖資顯示作戰地區地形外，另藉地理資訊之分析完成 IPB 繪製與套疊，並置入兵棋符號等，使系統畫面與想定內容結合。另在敵我兩軍接戰時產生之戰線變化，則可以配合 JCATS 兵棋推演系統，呈現出兩軍之交戰狀況，藉由同步移動相對兵棋，（ArcGIS Pro 系統與 JCATS 兵棋推演系統兩套裝備）可使指揮官即時掌握戰場景況，達到 3D 立體畫面同步顯像。兵棋推演藉由 JCATS 兵棋系統實施紅、藍軍對抗，透過接觸後之戰力消長與戰線變化，以驗證兩軍之計畫命令可行性，因 JCATS 為兵棋系統，雖可藉由參數設定，使所屬部隊（兵棋）依地貌不同而使行動有所限制，但卻無法針對地區內地形及環境先行參考分析，在兵棋推演過程中，亦無法迅速瞭解地形狀況對部隊運動之影響，（如圖八）而使用地理資訊系統同步顯示後，則可清晰判別地形地貌之狀況，除可藉此調整戰術運用，亦可完整呈現作戰地區實況。



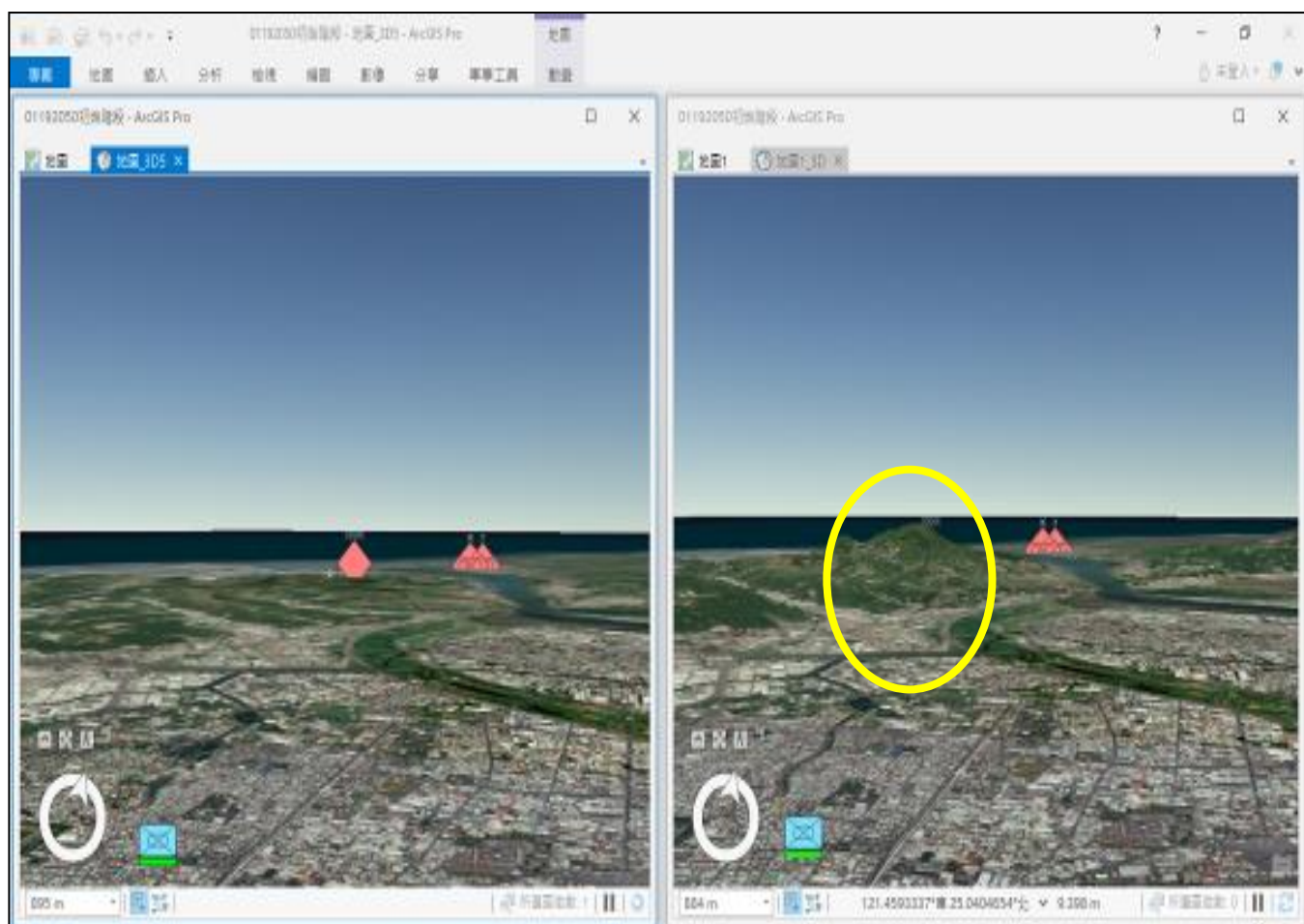
圖八 JCATS 系統畫面（圖上）與 ArcGIS Pro 系統畫面（圖下）對照
資料來源：筆者擷取 JCATS 及 ArcGIS Pro 自製畫面

（五）3D 圖資顯示（如圖九）

地理資訊系統與傳統地圖最大的不同，即在於系統可使平面地圖以 3D 立體畫面顯示，再利用不同圖層之底圖套疊後，產生所需之畫面與資訊。本次期中兵推藉由帶入 ArcGIS Pro 系統之操作，將傳統兵推方式調整為立體畫面顯示共同圖像，相較於傳統軍用地圖之圖上偵查、兵棋台上之兵棋推演、JCATS 系統之電腦兵棋推演，利用地理資訊系統後，將使作戰場景更接近實況，亦使兵力運用更符合要求。

圖九 淡水河口地形圖立體顯示

資料來源：筆者以 ArcGIS Pro 自製



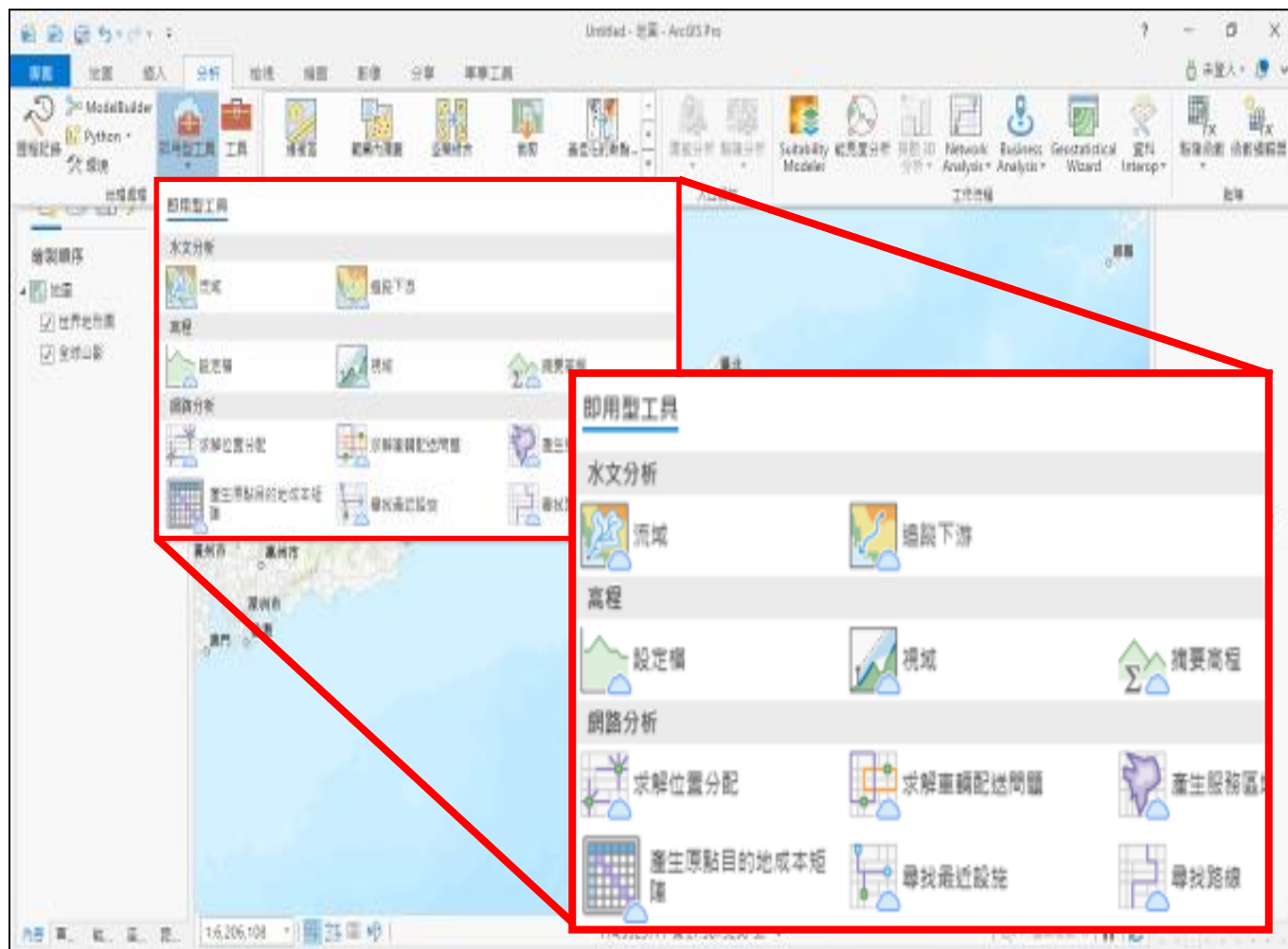
以圖九為例，此圖為淡水河口紅軍登陸位置，以平面地圖（圖左）顯示時，紅藍兩軍可直接通視，均能立即發現對方所在，但若利用 3D 立體圖（圖右）顯示，將可明顯發現兩軍無法直接通視，必需利用其他偵查手段，才能有效發現敵軍位置，更能貼近真實戰場環境。

（六）地理資訊分析

在政府開放下載之免費資源中，即包含大量地理資訊，而相關資訊必須利用地理資訊系統運用，以 ArcGIS Pro 系統為例，圖十即為系統內的部分分析工具，可針對大量資訊實施分析，

製作出許多統計數據之成果，並以圖層畫面方式顯示，提供使用者參考，並結合環境所需，提高使用者品質。

在軍事運用方面亦是如此，可在作戰開始前完成大量資訊分析，或以大量數據統計方式，選取或預測最佳的估算結果；且在作戰中反覆檢視或驗證，並修正後續行動作為；最後在作戰結束後，利用系統針對作戰全程回顧，並實施檢討與精進。(如圖十)



圖十 ArcGIS Pro 系統分析功能
資料來源：筆者擷取 ArcGIS Pro 系統畫面綜整

四、訓後回顧與檢討 (AAR)

行動後學習 (After Action Review, 以下簡稱：AAR、訓後檢討) 是美國陸軍發展的一種群體學習機制，是對某一事件 (訓練) 後所做的專業性討論，使學者發現過程當中發生了什麼、為何而發生、及如何維持優點等，而在每次的課程訓練或是戰演訓後，AAR 即是我成長及進步之依據與討論空間。

在本次期中兵推課程實施前，筆者即依想定狀況繪製出相對之兵棋符號，並製作相關圖層套疊；而在兵棋推演期間，配合作戰地區分析或共同圖像顯示及兵棋之調整，產製大量成果，

每項成果均以圖層及專案封包方式儲存，在兵棋推演結束後，依課程安排實施課後檢討，筆者即可利用過程中產製之成果，反覆檢視或調整，使作戰場景能迅速顯示於系統中，提供教師及學員後續回顧與檢討。

而系統內也提供影片錄製之功能，可利用「檢視」功能中之新增動畫，選擇需顯示之畫面，依地圖不同之位置及視線角度，甚至是圖層與兵棋顯示與否，將每一個固定之畫面串聯為連續之影片動畫顯示，除顯示當前兵棋位置與地形狀況外，亦可選擇所需顯示之圖層，輸出影片後，即可回放兵棋推演過程，對爾後作戰行動提供大量數據參考，以精進未來作戰任務之執行。

伍、強化配套作法

筆者於指參課程兵推中，以 ArcGIS Pro 強化國軍事教育之精進，亦使本次兵棋推演有了共同圖像之新觀點，可嘗試推動國軍未來戰術課程之參照，地理資訊系統功能十分強大，在此次納入期中兵推運用後，使筆者有機會能接觸 ArcGIS Pro 軟體，期望未來於兵推前有更精準之配套作法，方能嫻熟此系統，使課程更加融通與有效。

一、建構數位學習平台

地理資訊早期從紙筆記錄到電腦儲存與分析，以至於現今社會的行動通訊設備，可達成隨身電腦與數位助理的特性。科技的進步帶動了人類的生活品質提升，從早期的書信連絡，演變為現在的行動通訊設備，甚至可利用手機完成大部分生活所需，而軍事科技也不斷地向前邁進，國軍現行之軍事教育，亦已從紙本教授演進為電腦投影方式，全面電子（資訊）化，將是爾後教育方式之走向，從基礎教育改革，延伸至未來作戰之運用；而教育平台全面電子化，將會是一項極大的工程，且須大量時間與經費支撐，這亦是吾人需持續推動與支持的工作。

二、充分運用線上資源

因國防大學教學環境所使用之網路為校園學術網路、兵推教室則為封閉式網路，無法有效運用軟體之線上擴充功能及圖資服務，導致降低使用效益。為使系統執行順遂，又因現行實體隔離之資安政策，吾等可先行於民用網路環境中完成圖資下載，以利系統地理資訊及圖資之運用，而目前民用網路上有許多地理資訊系統之線上資源，如谷歌公司開發之 Google Earth（網址：<https://earth.google.com/web/>），及政府免費提供服務之「內政部國土測繪中心」地理資訊圖資（網址：<https://www.nlsc.gov.tw/>）等，以本校之學術網路連結此類網頁，將可有效支援校內課程運用。

三、強化圖資基本概念

國軍基礎軍事教育課程中，雖包含了「地圖閱讀」之相關課程，但現代化戰爭的需求已遠超過課程教育所及，成為一個科技軍官將是吾人所望之目標，而強化相關教育亦是我必須努力之方向。

建議在初官養成教育時，即需將地理資訊運用納入課程設計，讓基層軍官對數位地圖有基本概念，而在部隊實務上，亦可利用軍士官團教育時機，提升我軍事教育課程之精度，並藉由排定各種研討會及講習，汲取近期軍事科技運用新知，成為數位化及科技化之軍官。

四、專屬地理資訊系統

雖 ArcGIS Pro 軟體已在美國運用於軍事方面，但在我國在運用尚未臻成熟，目前本系統需於民網操作始可獲得最新圖資，對於我國實體隔離之封閉網路造成極大限制，若能提升於軍事教育運用，以至於後續系統客製化，將相關圖資納入封閉網路之資源下載，相信必能達到更佳的使用效果。

而相對的硬體規格對系統運作、圖層顯示、延遲問題等影響甚鉅，若未來能推廣地理資訊系統於教學課程上，為使系統運作順遂，建議需先行強化硬體設備，除滿足後續課程教授執行順遂之外，亦可延伸於各層級之教育訓練或戰演訓之運用，以致未來作戰模式之精進。

五、建置軍事測繪圖資

為使系統客製化取得完整圖資，尚需注意軍事圖資外流之風險，建議可與政府公開之地理資訊鏈結，利用政府現有測繪資源取得圖資，並完成開放圖資之限制，相關機敏圖資由我國軍相關部門管制，以利軍隊工作執行。

近年來的軍用裝備已漸趨系統化，國家中山科學研究院研發之 CS/PRC-37C 特高頻跳頻無線電機，亦已帶入 GIS 概念，結合 GPS 接收訊號，即能達到共同圖像之效果，惟圖資尚無法達到立體、直覺、即時且具分析功能的效果，這將是我國軍後續必須強化之目標。

陸、結語

現代戰爭是以科技為主導，數位化戰爭是藉由網路強大的功能，將高科技與高技術之軍武實力做有系統的整合運用，已成為戰爭勝敗的重要關鍵，但是科技發展的速度日新月異，各級幹部要有精準的操作能力，才能使裝備效能充分發揮，學校戰術教育培訓目標，是磨練學員在各種狀況下，能將戰場情報準備、戰鬥程序、指揮程序與部隊行動程序作完美的結合，而兵棋推演即是利用電腦參數的設定，演變出各種不同的戰況發展，隨時讓兵推人員，處於詭譎多變的戰況之中，指參軍官要隨時判斷、要處置、要有指導，消除戰場遲疑與不為的機率，指參教育兵棋推演利用數位地理資訊系統（另有 JCATS 兵棋推演系統輔助）取代傳統兵棋台以地圖、兵棋符號推演方式，是一種進步性的嘗試，數位化的兵棋推演，可以訓練學員正確使用該系統，兵推想定部隊編組之各軍種、兵科都融入系統之中，將幕僚與指揮官指參作業程序與決策下達等都運用數位系統來完成，另作戰指揮與兵火力運用亦能利用該系統完成，這對指參幹部數位化戰力運用可達到向下紮根的目的，強化深造教育基礎。

參考資料

1. 周天穎，《地理資訊系統理論與實務》（台北市：儒林，2003）。
2. 互動國際數位股份有限公司，《ArcGIS Pro 10 基礎學習與應用寶典》（新北市：新文京開發，2011）。
3. 邱易，《地理資訊系統彙編》，中華民國地籍測量學會，2012 年 9 月。
4. 台灣地理資訊學會，《三維地理資訊發展策略研析案期末報告書（修正版）》，國家發展委員會，2018 年 6 月。
5. 李文堯、林心雅，《地圖會說話》（新北市：遠足文化事業股份有限公司，2020）。
6. 國防部，《軍語辭典》（臺北市：國防部，民國 93 年 3 月 15 日）。
7. 國防部，《國軍部隊訓練作法手冊》（臺北市：國防部），96 年 12 月 17 日）。
8. 國防部，《陸軍野戰情報教則（第二版）》（臺北市：國防部，民國 104 年 10 月 1 日）。
9. 希爾格（Lieutenant Ryan Hilger）著，梁必秀譯，《更好的教育鍛造更好的軍官》（Better Education Makes Better Officers），《海軍學術雙月刊》，第四十八卷第 1 期，2014 年 2 月。
10. 邱俊榮，〈以美軍聯戰教育興革經驗 析論深造教育聯合作戰課程規劃〉，《國防雜誌》，第二十四卷第 3 期，2009 年 6 月。
11. 卜耀宗，〈慶祝校慶—宏觀視野與時俱進 邁向卓越軍事教育目標〉，《國防雜誌》，第二十三卷第 3 期，2008 年 6 月。
12. 沈明室，〈追求軍事教育的創新、整合與卓越—國防大學校慶感言〉，《國防雜誌》，第二十四卷第 2 期，2009 年 4 月。
13. 歐陽國南，〈軍事教育與訓練轉型的時代意義〉，《國防雜誌》，第二十三卷第 6 期，2008 年 12 月。
14. 陳富強、方顯光、張幼華，〈應用智慧資本觀點於軍事教育指標之研究—以國防大學為例〉，《績效與策略研究》，第四卷第 3 期，2007 年 12 月。
15. 余惠芳、蘇聖珠、張乃云，〈國軍指參教育考選制度對基層幹部影響之研究〉，《華人經濟研究》，第七卷第 1 期，2009 年 3 月。
16. 余騰鐸、羅正方、曾清涼、余致義，〈三 S 空間資訊系統〉，《科學發展》，2003 年 5 月，365 期。
17. 趙恆泰，〈地理資訊系統與全球定位系統整合運用研究—通信作業輔助地理資訊系統〉，《中華民國地圖學會會刊》，第 8 期，1997 年 12 月。

18. 周天穎、柯俐安、潘金定，〈以地理資訊系統管理土地資料庫〉，《中華民國地籍測量學會會刊》，第十八卷第1期，2009年3月。
19. 林俊安，〈美國陸軍「戰神」擴增實境沙盤（ARES）發展及對我教育訓練運用之探討〉，《陸軍學術雙月刊》，第五十五卷第567期，2019年10月。
20. 李喜明，〈如何正確運用電腦兵棋系統〉，《海軍學術雙月刊》，第四十三卷第5期，2009年10月。
21. 陳志良，〈淺談地理資訊系統基本概念與運用〉，《主計月刊》，第691期，2013年7月。
22. 史一航、劉瀚傑，〈我國步兵正規班教育之精進與未來規劃〉，《國防大學通識教育學報》，第3期，2013年6月。
23. 林信亨，《地理資訊系統應用於土石流危險溪流危險度判定之研究》，（台北市：國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，2000年）。
24. 曾冠文，《運用地理資訊系統於戰場情報準備研究—以裝甲部隊最佳路徑規劃為例》，（桃園市：國防大學理工學院環境資訊及工程學系空間科學碩士班碩士學位論文），2020年6月。
25. 行政院主計總處，2005/1/11。〈何謂地理資訊系統？其預期效益如何？〉，《行政院主計總處統計資訊服務》，〈<https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=11385&ctNode=2391>〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。
26. 衛生福利部，2020/1/15。〈嚴重特殊傳染性肺炎〉，《衛生福利部疾病管制署》，〈<https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/N6XvFa1YP9CXYdB0kNSA9A>〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。
27. 互動國際數位股份有限公司，2020/7/23。〈公司簡介〉，《互動國際數位》，〈http://www.igis.com.tw/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=67〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。
28. 內政部國土測繪中心，2015。〈下載專區〉，《國土測繪圖資服務雲》，〈<https://maps.nlsc.gov.tw/>〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。
29. National Geospatial-Intelligence Agency，2020。〈About Us〉，美國國家地理空間情報局（NGA），〈https://www.nga.mil/about/1595956020452_About_Us.html〉（檢索日期：西元2021年1月31日）。