

淺談運用「人工智慧」(AI) 協助戰場環境情報整備

Using AI to assist in battlefield environmental intelligence preparation

海軍中校 陳彥名

提 要：

- 一、本文探討「人工智慧」(AI)在戰場環境情報整備與決策中的應用，當傳統情報蒐集和分析方法面臨現代戰爭複雜性和海量數據的挑戰時，當下AI則提供革命性的解決方案。研究也證明「深度學習」模型在預測敵方行動和「大語言模型」在情報推論中的潛力，同時展示AI如何提升情報的準確性和即時性。
- 二、以共軍在我國西南空域活動為例，運用深度學習技術可以分析戰機活動模式和預測戰備警巡，並通過圖像識別、活動分析和路徑預測等方法，大幅提升情報準確度和預測能力；此外，研究同時也探討「大語言模型」在產製戰場環境情報表單方面的可行性，同樣值得重視。
- 三、當前美國為保有決策優勢，正在推動「全領域指揮管制戰略實施計畫」(JADC2)及設立「國防創新小組」(DIU)，並利用AI技術提升決策速度；正因為AI在軍事情報操作中的應用，顯示其能為指揮官提供戰場優勢的巨大潛力，此類決策系統的重大轉變，更值得國軍高度關注。

關鍵詞：人工智慧、戰場情報整備、自動化情報整備

Abstract

1. This study explores the application of Artificial Intelligence (AI) in battlefield environment intelligence preparation and decision-making. Traditional intelligence collection and analysis methods face challenges in dealing with the complexity of modern warfare and large volumes of data, while AI offers revolutionary solutions. The research demonstrates the potential of deep learning models in predicting enemy actions and large language models in intelligence inference, showcasing how AI can enhance the accuracy and timeliness of intelligence.
2. Taking the activities of the People's Liberation Army (PLA) in the south-

west airspace of Taiwan as an example, the study applies deep learning techniques to analyze aircraft activity patterns and predict combat readiness patrols. By employing methods such as image recognition, activity analysis, and trajectory prediction, the study significantly enhances intelligence accuracy and forecasting capabilities. Furthermore, it examines the feasibility of utilizing large language models to generate battlefield situational intelligence reports, which is equally noteworthy.

3. To maintain a decision-making advantage, the United States is promoting the Joint All-Domain Command and Control (JADC2) strategy and establishing the Defense Innovation Unit (DIU) to leverage AI technologies to improve decision-making speed. The application of AI in military intelligence operations demonstrates its immense potential to provide commanders with a battlefield advantage. This significant shift in decision-making systems deserves heightened attention from Taiwan's military.

Key Words: AI, IPOE, Automating-IPB

壹、前言

科學和技術一直在戰爭的歷史上扮演重要的角色，因為這兩者與部隊戰鬥能力和決策資源息息相關。¹美軍在《聯合作戰理論與實踐》(Joint Operational Warfare: Theory and Practice)書中提及：「戰爭的勝利者將是屬於「想的快」(Think fast)，「想的好」(Think better)與「付出決心」(Determination)者；²而《孫子兵法》中也提到：「未戰而廟算勝者，得算多也；未戰而廟算不勝者，得算少也。多算勝，少算不勝。」從有戰爭的年代到現代，如何快速與準確的評估戰場情勢並做出判斷，一直以來都是人類追求的目標，而「人工智慧」(Artifi-

cial Intelligence，以下簡稱AI)的出現帶來電腦科學的革命，讓「算力」成為軍事單位追求的目標。

面對戰場的瞬息萬變，尤其在情報處理的過程中，同樣需要仰賴「算力」的運作，如衛星照相或水文資料，這些龐雜的資料都需要電腦處理，而仰賴傳統人力判讀已無法追上借助「算力」的效率。美國戰爭學者馬丁·范克勒維爾德(Martin Van Creveld)曾做出統計，在1963年的陸軍，需要指揮一個部隊的資訊量是1945年的20倍，凸顯處理複雜的資訊成為戰爭的新挑戰；³而如何處理這些龐大的資訊，成為美軍在現代戰爭中努力的方向，尤其借助「人工智慧」(AI)來進行蒐集與處理之工作，也成為美國引入商業模式設立「

註1：Milan Vego, "Science vs. the Art of War" JFQ (National Defense Department), Issue 66, 3rd quarter 2012, pp.69-70。

註2：Milan Vego, Joint Operational Warfare: Theory and Practice (Newport, RI: U.S. Naval War College, 2009), pp.22-25。

註3：Martin Van Creveld, Command in War (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985), p.235。

國防創新小組」(Defense Innovation Unit, 以下稱DIU)的契機。

撰寫本文的目的在探討如何運用已成熟的「演算法」(Algorithm), 以提升需要在戰場環境情報整備的「算力」, 並從圖像識別、中共機型活動分析和路徑預測等實例, 說明如何運用現有的深度學習技術, 提升情報運用能量。本文同時介紹美軍所開發的「全領域指揮管制戰略實施計畫」(Joint All-Domain Command and Control, 以下稱JADC2), 如何提供有效的「決策的資訊量」, 並為指揮官在戰場判斷工作上獲取巨大的優勢。期望藉本文能夠讓讀者瞭解AI如何為戰場情報整備帶來革命, 並以美軍作法為借鏡, 避免在「第四次工業革命」中被淘汰;⁴同時也期勉國軍能夠將更多資源投注於這個焦點領域上, 透過使用AI輔助人力作業, 從而將寶貴之人力挹注於更關鍵的領域, 達成建軍備戰的目標。

貳、「人工智慧」(AI)概論

AI做為一門學問是在20世紀中葉開始。1943年, 美國神經科學家麥卡洛克(McCulloch)和皮特斯(Pitts)參考神經細胞運作的方式, 發表類似的數學模型,⁵從而建立了神經網路的理論基礎及人工智慧中的應用; 隨後, 英國電腦科學家艾倫·圖靈(Alan Mathison Turing)在使用計算機破解德軍密碼後⁶, 更開啟AI的先河, 並於1950年發表深具影響的《計算機與智慧》(Computing Machinery and Intelligence)乙書。1956年美國學者約翰·麥卡錫(John McCarthy)則首次使用「人工智慧」一詞開啟各領域跨入此研究的大門,⁷後續民間企業更進一步推出有利運算的晶片, 加速研發的速度, 正式將AI領域推向高速成長期, 更進一步運用到軍事方面。以下就AI的主要領域, 摘要如后:

一、深度學習(Deep Learning)

「深度學習」是AI機器學習的分支,⁸係模擬人工神經網路工作的特性, 進行學習的一種演算法; 其訓練過程就是試著找到最佳的權重設定, 使得預測與實際資料

註4: 「第四次工業革命」始於21世紀初, 認知能力的提高正在促進人類生產力的進一步提升。克勞斯·施瓦布(Klaus Schwab), 《從工業4.0到第四次工業革命(The Fourth Industrial Revolution)》(臺北市: 天下文化雜誌出版, 2017年8月11日), 頁5。

註5: 兩位美國神經科學家和控制論學者, 創建神經網路的雛形。Gil Press, “114 Milestones In The History Of Artificial Intelligence (AI)”, Forbes, May 19, 2021, <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2021/05/19/114-milestones-in-the-history-of-artificial-intelligence-ai/?sh=68b9159974bf> 檢索日期: 2025年1月28日。

註6: 艾倫·圖靈是英國電腦科學家、數學家、邏輯學家、密碼分析學家和理論生物學家, 他, 「二戰」期間負責德國海軍密碼分析, 並設計一種可以破解德國密碼的機器, 被譽為電腦科學與人工智慧之父。

註7: Gil Press, “114 Milestones In The History Of Artificial Intelligence (AI)”, Forbes, May 19, 2021, <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2021/05/19/114-milestones-in-the-history-of-artificial-intelligence-ai/?sh=68b9159974bf>, 檢索日期: 2025年1月25日。

註8: Paul Scharre, “Killer Apps The Real Dangers of an AI Arms Race”, Foreign Affairs, April 16, 2019, <https://www.foreignaffairs.com/articles/2019-04-16/killer-apps>, 檢索日期: 2025年1月28日。



圖一：美軍低成本「無人機蜂群技術」(左圖)及X-61A「鬼怪」無人機(右圖)

資料來源：參考〈蜂群風暴〉，Indo-Pacific Defense Forum，2024年11月，<https://ipdefenseforum.com/zh-hant/2024/11/%E8%9C%82%E7%BE%A4-%E9%A2%A8%E6%9A%B4/>；“Le Porte-Avions Volant Gremlins de la DARPA”，Meta-Defense, DEC 11, 2020, <https://meta-defense.fr/zh-TW/2020/12/11/le-porte-avions-volant-gremlins-de-la-darpa->，檢索日期：2025年1月1日，由作者綜整製圖。

的差異縮到最小。此技術大量運用在大數據分析中，從水文聲紋甚至是機器運轉的噪音都能夠分析。美國智庫「蘭德公司」(RAND)曾在《深度學習於系統開發》(Deep Reinforcement Learning in Production Systems: A Systematic Literature Review)報告中，詳細說明使用「深度學習」輔助情報大數據整備的潛力；⁹對此，更讓美國前國防部助理部長鮑伯沃克(Bob Work)在2015年時，即將AI納入「第三次抵銷戰略」(Third Offset Strategy)的核心，¹⁰可見此技術在專業人員眼中的潛力極大。

二、強化學習(Reinforcement Learn-

ing)

「強化學習」是機器學習中的一個領域，強調如何基於環境而行動，以取得最大化的預期利益。現今戰場上具備自主化操作的武器日益增加，舉凡地雷、導引飛彈等都算是「自主化作戰」(Autonomous)的前奏，讓武器主動搜尋並決定攻擊；而過去運用的方式是設定條件來觸發行動，至於強化學習的概念，則是與環境互動，由神經網路自己尋求最佳解法。1996年，美國「IBM」公司所製造的「深藍」(Deep Blue)電腦擊敗西洋棋高手卡斯帕洛夫(Garry Kasparov)，或在2016年，網路巨擘「Google公司」的一款「AlphaGo」程

註9：Rabe, Maximilian, and Fabian Dross, “Deep Reinforcement Learning in Production Systems: A Systematic Literature Review”, *International Journal of Production Research* (UK), Vol. 60, No. 20, 2022, pp.7。

註10：「抵銷戰略」就是透過創新思維，尋求新戰略以抵銷對手優勢。「第一次抵銷戰略」在1950年代提出，目標是抵銷當時蘇聯在傳統武力上壓倒性的數量優勢，削減陸軍，集中資源發展核武器和戰略空軍，利用核武的大規模報復，嚇阻蘇聯軍事擴張，「第二次抵銷戰略」則是在1970年代後期，美軍歷經「越戰」失敗，從而再度重視陸軍創新，以嚇阻蘇聯的企圖心。Bob Work, “Deputy Secretary of Defense Speech CNAS Defense Forum”, US DoD, December 14, 2015, <https://www.defense.gov/Newsroom/Speeches/Speech/Article/634214/cnas-defense-forum/>，檢索日期：2025年1月20日。

式擊敗韓國的圍棋冠軍李世乭，都是運用「強化學習」的結果。¹¹現今此種學習被廣泛運用在機器人或無人機的領域中；尤其業界多半結合「深度學習」與「強化學習」兩者，並置入如「低成本無人機蜂群技術」(Low-Cost UAV Swarming Technology, LOCUST)及「X-61A-鬼怪」(Grem-lins)無人機技術，¹²都讓AI受到更大的關注與運用。

參、人工智慧對於情報主要應用領域與革新

AI在戰場環境情報整備中的應用範圍廣泛。首先在地形分析方面，電腦視覺技術能夠快速處理衛星圖像和無人機拍攝的高解析度照片，自動識別和分類地形特徵，如山脈、河流、森林和城市等，也加速指揮人員對戰場的分析速度；此外還能夠即時更新戰場變化，提供即時更新的戰術資訊。有關AI應用領域與流程創新，分析如后：

一、AI在戰場環境情報整備中的主要

應用領域

(一)2020年11月美國「國會研究處」(Congressional Research Service, CRS)向國會提交的《AI與國家安全》(Artificial Intelligence and National Security)報告中，說明AI在軍事領域的運用計有後勤、網路作戰、指揮管制、情報監視與偵查、資訊作戰與深度偽造、半自主與自主性載台，以及致命性自主武器系統等7個領域，用以維持美國的決策優勢。¹³但這並不僅僅意味著能更快、更廣泛地蒐集和傳遞數據；它也代表能夠利用AI的能力，確切地將數據轉化為訊息，讓資訊做出更好的決策。至於中共方面，也為新一代人工智能(即AI)規劃發展目標，訂定一系列措施，¹⁴甚至指定15家民營企業如「阿里巴巴」、「百度」、「商湯科技」與「騰訊」等公司，負責特定之AI重點領域，更通過《國家情報法》，要求「華為」和「中興通訊」等電信公司，均需支持國家的情報工作並提供協助。¹⁵由此可見，AI對情報分析領域的重大突破，讓美、「

註11：王銘琬，〈谷歌人工智慧與圍棋世界冠軍的世紀對決 電腦比人腦強？這一天終於來了嗎？〉，《今周刊》(臺北市)，第1003期，2016年3月10日，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80394/post/201603100031/>，檢索日期：2025年1月11日。

註12：“China Invests in Artificial Intelligence to Counter US Joint Warfighting Concept: Records,” Breaking Defense, November 10, 2021, <https://breakingdefense.com/2021/11/china-invests-in-artificial-intelligence-to-counter-us-joint-warfighting-concept-records/>，檢索日期：2025年1月28日。

註13：CKelley M. Saylor, “Artificial intelligence and national security,” Congressional Research Service, January 30, 2019, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178/5>，檢索日期：2025年1月26日。

註14：〈關於印發新一代人工智能發展規劃的通知〉，中共中央人民政府，2017年7月20日，http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm，檢索日期：2025年1月26日。

註15：黃郁文，〈析論中共「強軍夢」下人工智慧(AI)發展與影響〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第56卷，第5期，2022年10月1日，頁106-107。

中」兩國都「趨之若鶩」。

(二)針對敵軍部署的區域，「機器學習」能夠分析雷達信號、水文資料、電訊情報和衛星圖像，快速識別定位敵方軍事設施、裝備和兵力分布；此外「深度學習」模型還可分析歷史數據和當前情報，預測敵軍可能的行動路線和戰術意圖，為指揮官提供寶貴的決策參考。至於氣象和環境條件分析是AI另一個重要應用領域，可整合來自衛星、地面站和數值模型的大量數據，產出高精度的短、中期天氣預報；這些預報對空中和海上作戰尤為關鍵，進一步幫助指揮官評估天氣對武器系統性能和部隊機動性的影響。

(三)AI自動化的引入，為戰場環境情報整備提供全新的技術手段和解決方案，2007年11月7日，美國「空軍研究實驗室」(Air Force Research Laboratory)以73萬美元(折合臺幣219萬元)的金額交予「洛克希德馬丁公司-先進科技實驗室」(Lockheed Martin Advanced Technology Laboratories, ATL)開發相關軟體，俾為「自動化情報整備」(Automate Intelligence Preparation)開發多領域整合工具，包含地理空間套圖，可進行戰場空間建

立、分析地理環境可能的影響、敵威脅評估及可能行動預測，同時輔助情報蒐集與分析。¹⁶目前AI技術在戰場環境情報整備中的應用，正大幅度地提高情報蒐集、處理和分析的速度與準確性。

二、AI加速情報循環的方式

情報係對不熟悉的事物或行動，運用手段取得一部分的資訊，而加以利用。¹⁷由於傳統處理方式較耗費人力，但仍對模糊的概念或者是未知的事情進行推理判斷；而人工智慧技術的引入，使得傳統的情報整備流程產生變化，背後的基礎是對大數據資料的處理，但基本上仍按照「蒐集、處理、分發與運用」此一程序進行。¹⁸加入AI後處理的流程，概要說明如后：

(一) 情報蒐集

本階段可透過網際網路自動化蒐集技術(俗稱「網路爬蟲【web crawler】」)¹⁹獲取社交媒體數據、整合多種來源的資訊，及資料庫相關知識並分類，使得相關資訊更能夠有效的推送到需要的人手中。日常生活中接觸到的「臉書(Facebook)」或「Google公司」的廣告推播，就是以此技術蒐集使用者網路點擊的資訊後，依照用戶的分類及喜好，推薦最佳的廣告內容，

註16：Lockheed Martin, "Lockheed Martin to Automate Intelligence Preparation for U.S. Air Force", November 7, 2007, <https://investors.lockheedmartin.com/node/18771/pdf>, 檢索日期：2025年1月28日。

註17：Thomas F. Troy, "The Correct Definition of Intelligence", International Journal of Intelligence and Counterintelligence, Vol. 5, No. 4 (1991-1992), p.433。

註18：Martin Van Creveld, Command in War (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985), p.235。

註19：「網路爬蟲」或「搜尋引擎機器人」，會下載網際網路上所有的內容並製作相關索引。此類機器人旨在讀取幾乎全部的網頁資料。稱此應用程式為「網路爬蟲」，是因為「爬行」(Crawl)是指程式存取網站資料的技術詞彙。

使公司獲得最佳收益；未來很可能在使用相關演算法獲取情報後，即時透過如廣告推送般精準地分配到使用者。「俄烏戰爭」中，烏克蘭即利用現有的政府應用程式「戴雅」(Diala)，使大多數烏國公民能夠透過該程式提供即時情報，交由政府相關部門進行分析。²⁰

(二) 情報分析

機器學習的應用使得模式識別和趨勢預測變得更精準。利用業界既有的大數據分析，應用於情報分析，能對敵方裝備、人員等的自動識別和統計成為可能。²¹同樣的，我們可以使用商業模型的系統分析圖，讓分析人員更好地理解複雜的關係網絡，如追蹤恐怖組織的資金流向或揭示敵方指揮系統的結構；並利用先進的視覺化圖表，將複雜的情報以直觀的方式呈現，大大減輕情報人員的工作負擔。例如烏國在戰場上就使用美國「Palantir」公司的AI軟體來分析大量數據，而系統能夠處理來自無人機、衛星、地面報告及雷達等多種來源的原始情資，透過AI分析這些數據資料，為指揮官提供有效的目標打擊選

項。²²

(三) 情報分發與運用階段

1. AI系統能夠分類情報的內容，並且推送給適合的接收單位，以確保關鍵情報能夠及時送達最需要的決策者手中，並促成不同部門間的情報共享。此技術廣泛的運用在外送平台上，藉掌握各外送員的位置與消費者的需求，迅速評估最能夠承接任務的外送員來執行；另外常用的導航地圖「Google」也是在收到任務後，估計車流量與路線，提供使用者可能的路徑，同樣是一種將訊息消化後，交由AI來決定可行或最佳方案。

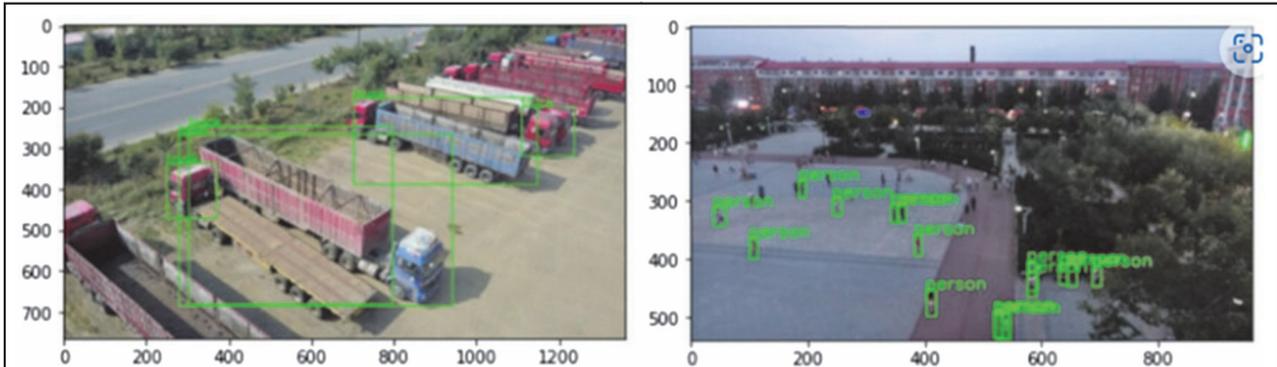
2. 運用此技術在軍事情報整備工作上，代表一旦更新「混合障礙透明圖」(Combined Obstacle Overlay)，²³系統將向決策者提供另一個可能方案，此創新作法不僅提高情報的時效性和準確性，還增強情報的全面性和深度。整體而言，AI的應用使得情報處理時間大大縮短、情報質量顯著提升，讓跨領域、跨部門的情報整合也變得更加高效。在情報指導階段導入「大語言模型」(Large Language Model，

註20：Belfer Center for Science and International Affairs, "Advancing in Adversity: Ukraine's Battlefield Technologies and Lessons for the U.S.", Belfer Center, https://www.belfercenter.org/publication/advancing-adversity-ukraines-battlefield-technologies-and-lessons-us#_edn34, 檢索日期：2025年1月28日。

註21：胡凱博、史超，《科學方法賺大錢：Python進行商品期貨量化交易(二版)》(臺北市：深智數位出版社，2024年10月)，頁10。

註22：Samuel Bendett, "Roles and Implications of AI in the Russian-Ukrainian Conflict", CNAS, JULY, 20, 2023, <https://www.cnas.org/publications/commentary/roles-and-implications-of-ai-in-the-russian-ukrainian-conflict>, 檢索日期：2025年1月28日。

註23：「混和障礙圖」指將不同地形障礙透明圖整合所構成的圖資。Lieutenant Colonel Thomas C. Purcell, "Operational Level Intelligence: Intelligence Preparation of the Battlefield" (U.S. Army War College), 17013-5050, 31 March 1989, pp. 9-20。



圖二：運用人工智慧輔助影像篩檢目標示意圖

說明：運用深度學習篩檢卡車目標(圖左)或移動中的人(圖右)。

資料來源：參考Walambe, Rahee & Marathe, Aboli & Kotecha, Ketan. (2021). Multiscale Object Detection from Drone Imagery Using Ensemble Transfer Learning. Drones. 5. 66.p.55, https://www.researchgate.net/publication/353423204_Multi-scale_Object_Detection_from_Drone_Imagery_Using_Ensemble_Transfer_Learning/citation/download，檢索日期：2025年1月18日，由作者綜整製圖。

以下稱LLM)，將使情報部門快速援引準則內容，²⁴完整提供指揮官基於準則的有效決策。

肆、AI用於情報處理的主要技術

由於AI技術應用已成為趨勢，成熟的圖像識別技術與自動化資料獲取能力，使得「自動化情報整備」(Automating Intelligence Preparation of Battlespace, Auto-IPB)成為新一波技術革命下的產物。有關結合AI的主要情報處理技術，臚列說明如后：

一、影像識別與處理技術

(一)機器學習中的深度學習技術，可

以用來判讀軍事目標，²⁵近年來，衛星圖像及監視器的目標檢測在各行各業的應用蓬勃發展，這些影像資料數量龐大，更迫切需要AI進行輔助，以迅速篩檢出要進行追蹤的目標，相關人員更可從衛星圖像中獲取高精確的資訊，同時運用在戰場之上(如圖二)。

(二)圖形識別技術在商業領域發展已相當成熟，無論是生活中常見的人臉辨識、車牌識別等，而產品檢驗及無人搬運車等，都是利用AI機器視覺的技術；因此，愈來愈多企業將AI視覺技術應用到更多元、更深入的面向。例如將AI透過「物聯網(IoT)」、加上大數據的基礎及機器學習

註24：「大語言模型」係由具有許多的人工神經網絡組成，經過大量的文本訓練，使其擁有從海量的知識中學習到摘要、翻譯、預測、生成文字和其他內容的能力。Mark Lin，〈LLM是什麼？跟AI的關聯為何？大型語言模型要面對什麼挑戰？一文看懂〉，數位時代，2023年9月27日，<https://www.bnext.com.tw/article/76864/what-is-the-meaning-of-llm?>，檢索日期：2025年1月18日。

註25：周秉誼，〈淺談Deep Learning原理及應用〉，國立臺灣大學技術論壇，2016年9月20日，https://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0038/20160920_3805.html，檢索日期：2025年1月28日。

，讓機器能夠快速模仿人類的判斷、學習及運作，²⁶此方式更已成為當前主流AI技術發展的趨勢。

(三)2022年3月，在俄烏戰場上，烏克蘭使用美國「Clearview」AI公司的臉部識別軟體，使烏國人員能夠在檢查站核對身分，識別陣亡士兵，並將俄羅斯士兵與「戰爭罪」(War Crime)證據聯繫起來；²⁷烏國並開發「Delta」的網路平台，整合社交媒體訊息，也提供敵我雙方部隊的態勢，更將衛星圖像和目標資訊與傳統的戰場位置追蹤相結合，以顯示更全面的交戰場景。²⁸

二、社交媒體數據挖掘技術

社交媒體數據挖掘在現代軍事情報蒐集與分析中，成為不可或缺的重要工具，也為軍事人員提供獲取公開情資和洞察先機的能力。此技術利用「自然語言處理」(Natural Language Processing, NLP)與「爬蟲」(Crawl)程式監控和分析海量的社交媒體貼文，獲取公開資訊中有價值的情報。此類數據挖掘主要聚焦於「

臉書」、「推特」(已更名為X)、IG(Instagram)等平台數據上搜尋有價值的情報，以近期「俄烏戰爭」為例，士兵在社群上分享自拍照或影片時，往往無意暴露陣地位置；²⁹而貼文內容可能包含地理標記或背景中的地標建築，使敵方能夠推斷出確切位置。2024年10月共軍也曾在公開的資料蒐集中，透過研究我方發布的影片內容，進而暴露出國軍飛彈車陣地，此一隱含的洩密現狀，確實「不容小覷」。³⁰

三、「大數據」(Big Data)分析

(一)大數據分析是一個更廣泛的領域，涉及處理和分析來自多項來源的海量數據，且不限於社交媒體、衛星圖像、通信信號、傳感器網絡等。尤其在軍事情報領域中，大數據分析的主要優勢在於其能夠整合不同類型的關聯數據，並發現隱藏的模式和趨勢，進而提供更全面和深入的情報洞察能力。³¹在「俄烏戰爭」中，烏國除廣泛使用AI用於地理定位和交叉分析社交媒體內容等公開數據外，也進一步識別俄國士兵、武器、系統、部隊或其行動。

註26：莊馥綺，〈AI機器視覺是什麼？可以怎麼應用？(上)〉，就想知DigiKnow，2022年12月8日，<https://www.digiknow.com.tw/knowledge/639006948ba4f>，檢索日期：2025年1月5日。

註27：同註22。

註28：Borger, Julian, "Our Weapons Are Computers: Ukrainian Coders Aim to Gain Battlefield Edge", The Guardian, DEC 18, 2022, <https://www.theguardian.com/world/2022/dec/18/our-weapons-are-computers-ukrainian-coders-aim-to-gain-battlefield-edge>，檢索日期：2025年1月18日。

註29：金瑟蒂，〈俄軍一張自拍照，讓俄羅斯損失上百億〉，baxish，2024年9月25日，<https://www.baxish.com/portal.php?aid=124069&mod=view>，檢索日期：2025年1月28日。

註30：莊雅婷、姚志平，〈「雄風飛彈發射車位置」被陸媒曝光！顧立雄回應了〉，中時新聞網，2024年10月17日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20241017003771-260407?chdtv>，檢索日期：2025年1月5日。

註31：沈育德，〈淺談訊跡管理對軍事作戰之重要性〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第58卷，第5期，2024年10月1日，頁11-12。

(二)大數據分析也能夠結合眾多無人機的拍攝影片及衛星圖像，提供更快的情報分析和效能評估，俾提供戰略和戰術情報優勢。如美國「派米爾」(Primer)公司的AI工具，就被用來分析未加密的俄國無線電通信，這種系統能夠快速翻譯截獲的信號，解碼其中暗語和部分俚語，大大縮短獲取可用情報的時間。³²

四、應用實例

(一)「戰備警巡」預測

1. 「戰備警巡」係中共「東部戰區」在臺灣周邊海空域進行之例行性兵力聯合巡邏活動，國人可由定期發布的新聞稿中觀察到共軍機艦活動概況，尤其機型種類也更多樣。中共外交部發言人吳謙在例行記者會中解釋：「戰備警巡主要目的在進一步提升部隊實戰化訓練水平，增強捍衛國家主權和領土完整的打仗能力，共軍將持常態組織有關軍事行動」。³³由於戰備警巡發生的時間往往都在晚上或是清晨，亦具備「猝然攻擊」的特性，將讓國軍第一線海、空軍人員將疲於應對；因此，若能估計出大致演習的時間(約在6-14天不等)，便可提早因應。

2. 儘管將這僅是統計資料直觀判斷的

結果，若能加上深度學習工具，相信能做到更精準的「預測」；³⁴另一方面，亦可運用由「臉書核心科學資料小組」(Facebook Core Data Science Team)發表的「Prophet」程式庫進行預測(程式原用於預測Facebook上發文數量趨勢)，目前已廣泛的被各領域採用，例如，我國國防部有每日的共機動態，輸入一年的資料後，即可產生圖形曲線提供參考(如圖三)；若加入政治事件(如軍事演習)統計後產生的結果內容將更準確。以2023年12月為例，加入政治事件的統計後，模型精準度獲得提升；換言之，若持續觀察紀錄，並將有關聯的因素都納入統計。

3. 過去對於事件的發生分析，多倚賴直覺或是簡單的統計，未有針對事件做系統性的統計分析，且可靠性不高；但結合AI技術(或大數據)後，對於應該要將何種資料納入統計與哪種統計方式較準確有了進步，並大幅提升準確性，常見的Google地圖中，車流量預測或是股市分析等，都是運用這些技術的成果。

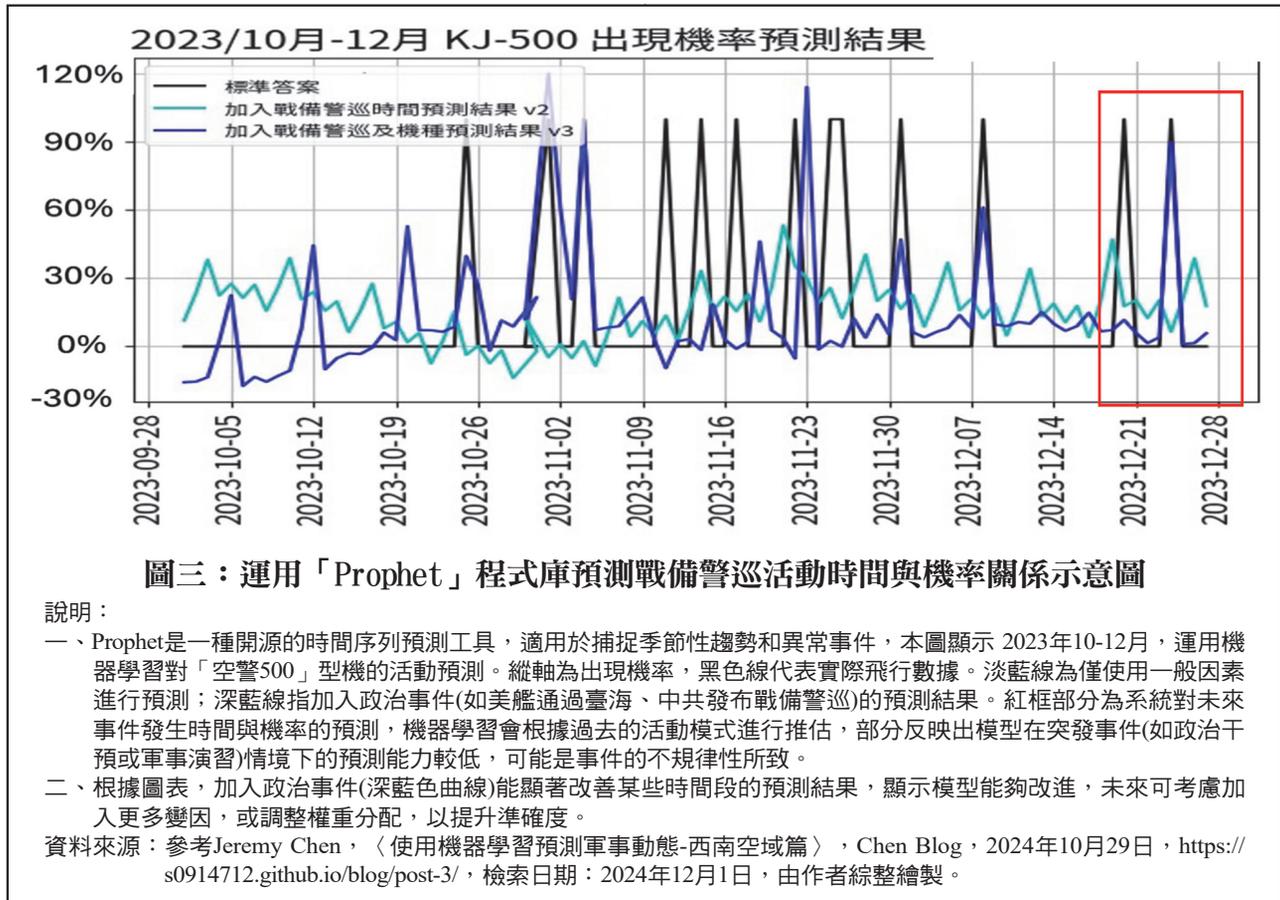
(二)中共航艦出現預測

1. 航艦編隊訓練可視為共軍海外軍力投射的縮影，且由於航艦具備強大威懾能

註32：Robin Fontes and Dr Jorrit Kamminga, "Ukraine A Living Lab for AI Warfare", National Defense Magazine, March 24, 2023, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2023/3/24/ukraine-a-living-lab-for-ai-warfare>, 檢索日期：2025年1月28日。

註33：吳哲宇，〈解放軍海空「聯合戰備警巡」！20共機夜間出海9架闖海峽中線〉，《自由時報》，2024年3月21日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4615786>，檢索日期：2024年10月7日。

註34：王焯華，〈獨家/解放軍兩度戰備警巡突襲 衡山指揮所人員腎上腺素狂飆「老共瘋了嗎？」〉，菱傳媒，2024年1月26日，<https://rwnews.tw/article.php?news=13798>，檢索日期：2025年1月8日。



力；因此，共軍每年均安排時間頻繁使用航艦執行海上聯合作戰操演，並以貼近實戰方式訓練，相關動態也被媒體大肆報導。若詳加分析其航艦編隊訓練的時間與地點便能找出共軍的用兵思維，

2. 分析2023年至2024年11月份，被日方偵測到航艦在西太平洋區域活動天數計113日，若把與航艦活動相關的因素均納入考量(共機活動情形、前次活動日期或是航行警告的發布等)，藉由分析演算法所產出的關聯性分析，可窺知背後的預測考量邏輯，輔以人工判斷近期是否為航艦

活動高峰等參考資訊，即可得知航艦近期的動態(如圖四)。此外，還有在臺灣周邊的共機活動是否增加、航行警告公布資訊等，都可做為預判航艦出航的訊號；尤其在機器學習技術成熟的今日，探索軍事動態相關因素上，能更廣泛地蒐集各種可能原因，再藉由技術分析，確實做到提早因應共軍艦船活動的目的。

伍、美軍與中共運用人工智慧在情報與軍事決策的實驗

除運用機器學習進行分析外，美國與



中共更利用「大語言模型」(LLM)產生專家意見，藉具備許多由人工神經網絡組成的「LLM」，經過大量的文本訓練(像新聞、書籍、影音等)，使其擁有從海量的知識中學習到摘要、翻譯、預測、生成文字和其他內容的能力。由於相關技術過於複雜、專業，以下僅就應用此一模型進入軍事領域的實驗進行介紹，說明如后：³⁵

一、美軍方面

(一)「陸戰隊學院」(Marine Corps University)的實驗

該院2023年實驗性地進行新型大語言模型於軍事決策的實驗，以產生在對抗中共時間和位置優勢策略。³⁶研究結果表明，LLM可以做為「作戰技術」(Operation skill)的延伸；但如何將這項技術更好地集成到軍事決策中，仍有待進一步探索。尤其對沒有經過訓練的使用者而言，僅靠模型產生的結論就可能會產生「認知偏差」(Cognitive bias)的風險；³⁷甚至錯誤的認為AI是萬靈丹，可以解決所有問題，所以LLM仍需由專業人員來使用。再者，實驗也證明，適度的使用這個工具，可以幫助指揮官和參謀人員整合更多資訊，從而制定更完整的戰術規劃。

(二)陸軍的實驗

2023年5月，美國陸軍選擇將「Scale AI」公司的「Donovan系統」用於「第18空降軍」(U.S. XVIII Airborne Corps)的加密網絡，通過情報融合，加速對戰場的背景理解，以支持危機計畫制定和戰場情報準備。³⁸該軟體能在數分鐘內，能迅速

註35：Mark Lin，〈LLM是什麼？跟AI的關聯為何？大型語言模型要面對什麼挑戰？一文看懂〉，數位時代，2023年9月27日，<https://www.bnext.com.tw/article/76864/what-is-the-meaning-of-llm?>，檢索日期：2025年1月18日。

註36：Benjamin Jensen, and Dan Tadross, “How Large-Language Models Can Revolutionize Military Planning”, War on the Rocks, April 12, 2023, <https://warontherocks.com/2023/04/how-large-language-models-can-revolutionize-military-planning/>，檢索日期：2025年1月8日。

註37：認知偏誤指在思考和決策時所犯的錯誤，這些偏誤若不修正，會影響人們對周圍世界的看法，也可能導致不理性的行為。Williams, Blair S., Major, U.S. Army. “Heuristics and Biases in Military Decision Making”, Military Review 90, no. 5 (Sep-Oct. 2010), pp.58-60。

將巨量的影像、圖表與文字資訊整合成簡要的說明資料，同時根據使用者指令，持續調整並精進分析技術；同時讓未受編組專業培訓的官兵，能在短時間內從超過10萬頁各式命令、分析報告與數據中獲得有用資訊，同時與操作人員互動並提供具體建議，有效減輕指參人員業務負擔。

(三) 空軍的實驗

2023年7月，空軍在一項名為「全球資訊主導實驗」(Global Information Dominance Experiments，以下稱GIDE)中，首次測試使用「大語言模型」(LLM)執行軍事任務。他們測試5種LLM系統，希望利用AI系統生成的數據來輔助決策。僅18個月，「GIDE」系列不僅改善整個空軍的數據整合和決策程序，使各單位資訊部門的官兵，都能達成人工智慧支援的未來標準。隨著每階段的進度推展，GIDE都在實務面上展示數位化功能的效率，並在推廣開放標準架構的速度和效率上，均明顯提高，顯示AI確實有其應用價值。³⁹

(四) 「國防高等研究計畫署」計畫架構

美國「國防高等研究計畫署」(Defense Advanced Research Projects

Agency，DARPA)認為，由於戰場瞬息萬變，敵軍行動不斷超乎原先的預期；因此，有必要「隨時」將資料更新並重新產生預測，再經過整理後產生敵軍可能行動方案，以提供指揮官做出敵行動預測。其中的方案是在感測器偵測到威脅信號後，自動標記在電磁環境的圖層中，再調用影像庫確認載臺種類，經參謀評估後產生新的「混和障礙圖」(The Modified Combined Obstacle Overlay，MCOO)與利害地區(Named Areas of Interest，NAIs)比對，⁴⁰一旦敵人的位置改變，就立即更新系統，並且再次確認；藉由這個循環，不斷更新戰鬥情報，更讓戰場指揮官在資料的準確性與即時性上得到兼顧(如圖五)。正因為AI能夠「自動化」更新敵軍動態與產生新的評估，同時減少過去仰賴人力進行圖資整合與標註位置的時間，將為指揮官提供更全面的戰場態勢。

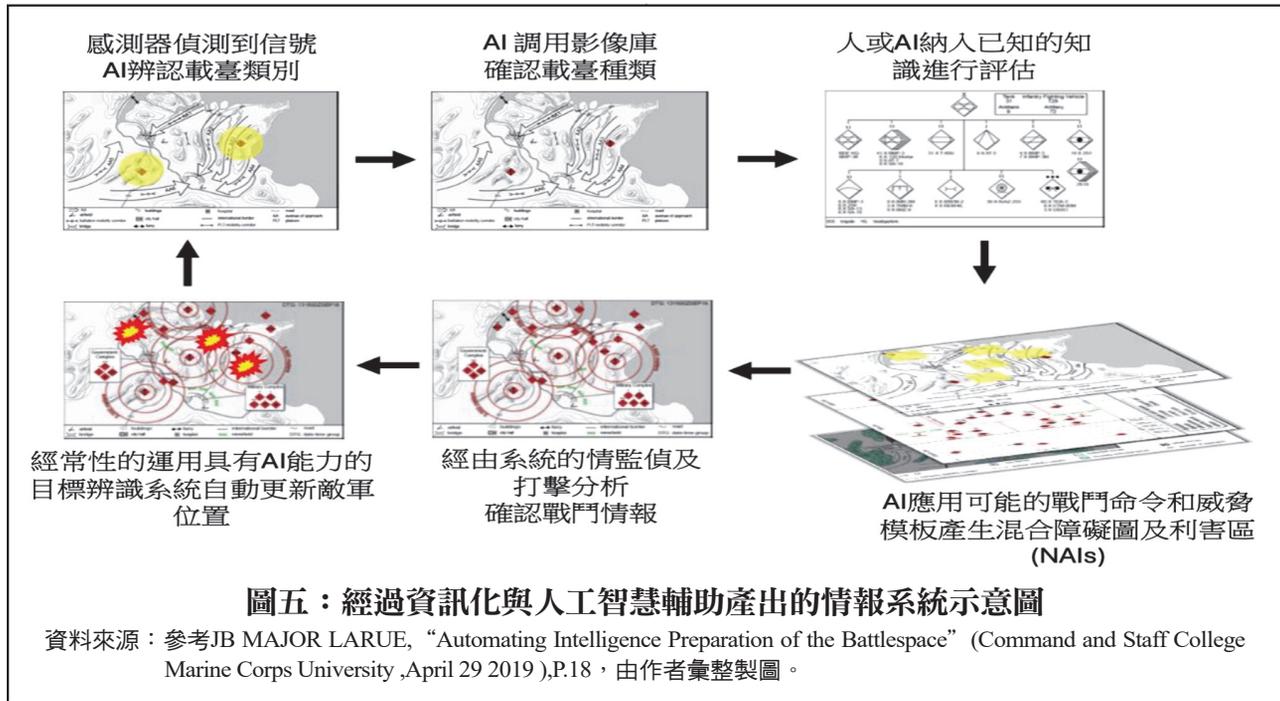
二、中共的AI實驗與進展

(一) 中共內部曾多次報導表示，AI能從海量數據中快速汲取及整合多源資訊，支持即時決策需求性，提高情報分析速度；⁴¹共軍官媒在《解放軍報》中也表示，LLM技術可以有效克服經驗傳承的時空限

註38：丘學陞，〈美第18空降軍運用AI輔助情報分析〉，《青年日報》，2023年5月14日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1586402&type=international>，檢索日期：2025年1月18日。

註39：介輔，〈【軍事論壇】美運用AI 推動數位化軍事改革〉，《青年日報》，2024年4月17日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1668523&type=forum>，檢索日期：2025年1月8日。

註40：源自美軍《情報整備教範》。「混和障礙圖」指將不同地形障礙透明圖整合所構成的圖資；「利害地區」係指揮官戰場上關切的區域。U.S. Department of Defense, Joint Intelligence Preparation of the Operational Environment (Washington, D.C.: Department of Defense, 2014), p.21。



制，明顯提升軍事訓練效益，同時也鼓勵內部使用AI解決問題。⁴²因此，共軍內部也瀰漫著一股使用AI來解決軍事問題的風潮，外部也出現許多提供相關產品的公司，期獲取軍方預算挹注。如號稱「中國軍事智能先行者和領導者」的新創公司「淵亭科技」所推出的產品「天機」，具有「情報訊息中心」、數位戰場圖譜、軍事智能雲腦、戰略博弈分析等功能；⁴³另外一家「攝星智能」(StarSee)公司，強調

旗下「人工智慧賦能」(AI-enabled)的軍事決策輔助系統，可以即時的提供「共同作戰圖像」，並快速生成多種「作戰方案」，協助戰場指揮官進行決策。⁴⁴

(二)數據顯示，共軍正急需從商業界引進現成的AI解決方案，並在資金吸引下，也加速這些公司應運而生的AI技術；而運用AI進行兵棋推演，是共軍另一關注的重點。⁴⁵在中國大陸各大學院校的學報中也常看到運用AI技術提升軍事能力的文章

註41：沈弼龍，〈大模型技術的軍事應用〉，《解放軍報》，2023年4月11日，版7，<https://reurl.cc/XmQW9R>，檢索日期：2025年1月18日。

註42：彭波，〈謹防對手技術突襲〉，《解放軍報》，2023年4月11日，版7，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2023-04/11/content_337363.htm，檢索日期：2025年2月24日。

註43：〈頂尖軍事專家馮錫赫「執行重大任務」途中亡 中國專家安全警鐘敲響〉，香港01，2023年7月17日，<https://reurl.cc/0Za4Ro>，檢索日期：2025年1月18日。

註44：〈策略生成產品介紹〉，攝星智能，<https://starsee.cn/products/strategy#bb2>，檢索日期：2025年1月8日。

註45：Ryan Fedasiuk, Jennifer Melot, Ben Murphy, “Harnessing Lightning: How the Chinese Military is Adopting Artificial Intelligence”, Center for Security and Emerging Technology, October 2021, p.23,<https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/CSET-Harnessing-Lightning.pdf>，檢索日期：2025年1月18日。

，如運用「船舶自動識別系統」(Automatic Identification System, AIS)預測船隻軌跡；⁴⁶或藉由過去的軌跡進行推估，且對敵我識別也具有潛在的運用價值。中共「信息工程學院」基於上述的演算法，也開發出戰機的航跡預測模型，由資料顯示，中共正「如火如荼」的將AI運用於各領域，使得學界與業界產品如「雨後春筍」般推出，亦代表各方都急於應用新技術改善自身實力，避免落於人後。

(三)將AI應用於軍事上，中共內部稱為「智能化作戰」，並且已納入其「十四-五規劃」與「2035願景」試圖加快運用腳步，⁴⁷其重要目標即是在資訊與覺知方面獲得超越敵人的決定性優勢。中共內部學者提出，應利用AI進行「認知對抗」與「算法博弈」，這項作為將強調取代控制如陸地、空中、海洋等實體空間的傳統作戰構想外，也認為在未來戰爭中掌握算法優勢的一方，能快速準確預測戰場態勢，創新最佳的作戰方法，實現「未戰而先勝

」的戰爭目標。⁴⁸再再凸顯共軍已認定「智能化作戰」的出現將帶來戰場巨大影響與改變，並指出此種新型態戰爭將「突破傳統時空認知的極限，重構人與武器裝備的關係」。⁴⁹

陸、整合現有商用AI技術於情報決策的相關計畫

由於現有民用AI發展遠超過既有軍事技術，如谷歌(Google)或微軟(Microsoft)等大型企業所開發出的技術，相當具有競爭與整合價值；⁵⁰故結合現有商業模型應用到軍事領域，遠比「從無到有」來的迅速。故美國產生需要「制定各軍互通的規格」和「引導企業進入軍事領域」這兩項機制，前者概念發展成為「全領域指揮管制戰略實施計畫」(Joint All-Domain Command and Control, 以下稱JADC2)的核心，而後者則成為「國防創新小組」(Defense Innovation Unit, 以下稱DIU)的目標，內容摘述如后：

註46：甄榮、邵哲平、潘家財，〈基於AIS資料的船舶行為特徵挖掘與預測：研究進展與展望〉，《地球資訊科學學報》(北京市，北京大學出版社)，第23卷，第12期，2021年12月，頁15。

註47：2035願景為經濟發展取得新成效；改革開放邁出新步伐；社會文明程度得到新提高；生態文明建設實現新進步；民生福祉達到新水平；國家治理效能得到新提升，其中AI為重點項目。〈十四-五規劃《綱要》解讀文章之41-加快國防和軍隊現代化〉，中共國家發展和改革委員會，2021年12月25日，https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjzgh/202112/t20211225_1309729.html，檢索日期：2025年1月3日。

註48：「認知對抗」指的是透過「基於認知對抗的速度和質量，奪取認知主動，破壞或干擾敵方認知」的方式；而「算法博弈」指的是運用各式演算法預測戰場上發生的狀況，進而為共軍官兵提供認知優勢。Brent M. Eastwood, "A Smarter Battlefield?: PLA Concepts for Intelligent Operations Begin to Take Shape" (Washington DC, China Brief Volume: 19 Issue: 4, Feb. 15 2019, p.22。

註49：胡敏遠，〈中共人工智慧科技在軍事領域運用之研究〉，《戰略安全研析》(臺北市)，第167期，2021年4月，頁19-22。

註50：雷峰網，〈多圖詳解DeepMind的超人類水準《星海爭霸》AI「AlphaStar」〉，科技新報，2019年1月25日，<https://technews.tw/2019/01/25/alphastar-mastering-the-real-time-strategy-game-starcraft-ii/>，檢索日期：2025年1月18日。

一、全領域指揮管制戰略實施計畫 (JADC2)

(一) 計畫設計的初衷

由於目前全球安全環境的快速變化，當前面對的是一個充滿「不對稱」能力和混合戰爭的快節奏時代，軍事規劃者既定的「觀察(Observe)，調整(Orient)，決定(Decide)，與行動(Act)」(一般稱OODA)時間大幅縮短；⁵¹因此，迫切需要縮小「因果」差距，這也凸顯需要機器學習、AI和數據分析的重要，以便「最快、最多」地做出反應。⁵²美軍希望維持資訊優勢，特別是在有限的電磁環境中執行任務與整合指揮控制(C2)的能力，從而在所有作戰領域及橫跨層級作戰都取得優勢；為此美國國防部副部長凱瑟琳·希克斯(Kathleen Hicks)於2022年3月15日就簽署「JADC2」計畫，俾為下一代的美軍創造新的戰場優勢。⁵³

(二) 設計架構

1. 「JADC2」計畫的目的在打造一個架構，讓參與的國防武器開發商遵守，使未來的產品能夠快速的理解當前作戰能力，並共享夥伴資訊，同時提供資訊優勢(Think Better)。由於運用AI和自動化

，使聯合部隊能夠應對日益增加的數據量，並在對手的決策週期內迅速採取行動(Think Faster)。簡而言之，就是整合各軍種盟友與夥伴的作戰資訊到雲端，並讓「擊殺鏈」(Kill Chain)節點串連在一起，以達到「全領域優勢」(all-domain superiority)之目標。

2. 「JADC2」也加強網路的「韌性」(防堵駭客、或是被干擾的可能性)，企圖將更多的感測器連結起來，並藉AI進行戰場管理(如圖六)，同時強調系統間的資料交換(指系統與系統能夠自由對話)，如「F-16」或「E2K」預警機的情報，無須人工傳遞就能夠自動地提供給地面的攻船飛彈系統或無人機；或在社交網路平台中發現某處有敵軍的公開情資，立即傳送到戰場管理系統，讓系統便能做出派遣兵力確認或攻擊的方案，使得人為失誤與延遲能夠大幅度降低。

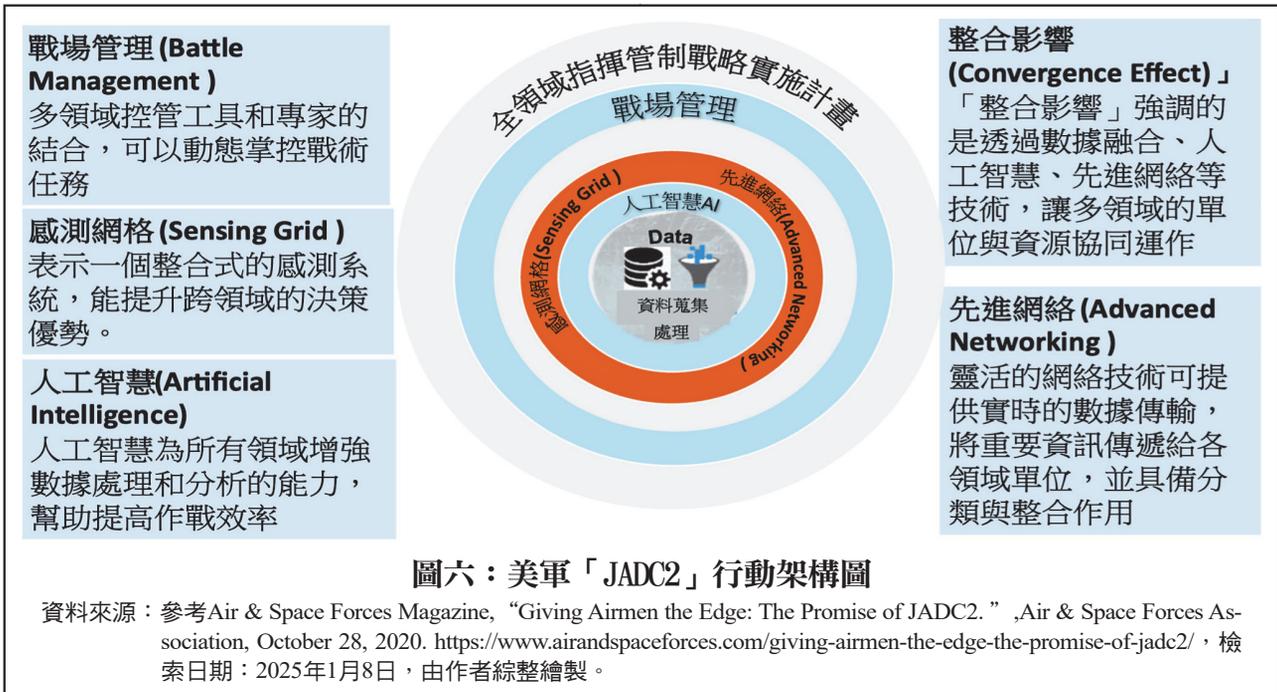
(三) 作戰概念

1. 由「JADC2」延伸出的是「馬賽克戰爭」(Mosaic Warfare)，其概念為從感測器(如衛星、戰機或船艦等載臺)蒐集原始情報，並將數據轉換為目標訊息，傳遞給「射手」(Shooter)-包含網路電子戰武

註51：Kimberly Wright, "OODA Loop makes its mark on Maxwell", Aug 24, 2010, <https://www.maxwell.af.mil/News/Display/Article/420819/ooda-loop-makes-its-mark-on-maxwell/>，檢索日期：2025年1月30日。

註52：Arvind Dhananjayan, "JADC2: Spearheading All-Domain Operations", Chanakya Forum, November 1, 2021, <https://chanakyaforum.com/jadc2-spearheading-all-domain-operations/>，檢索日期：2025年1月8日。

註53：National Defense Transportation Association, "DoD Announces Release of JADC2 Implementation Plan", NDTA, March 22, 2022, <https://www.ndtahq.com/dod-announces-release-of-jadc2-implementation-plan/>，檢索日期：2025年1月8日。



器、飛彈、飛機或任何其他合適的平台；軟體間還能夠允許無線系統即時、近距離「實時」地相互通訊。此時系統不再依賴人力密集的「操作室」(Operation room)來執行這些任務，而是以AI即時並持續更新模式自動追蹤、處理，並傳遞給決策者進行任務分配。

2. 運用最明顯的例子是在戰機上，具備先進網路基礎和感測網路讓飛行員能專注於駕駛戰機和攻擊目標，得益於後台工作的AI迅速分析來自先進感測器的大量數據，並優先考慮飛行員可能需要哪些資訊，以及可以或應該與其他節點共享哪些情

報。再舉一例，海軍在2020年就提出將在航艦打擊群及無人作戰領域上運用「JADC2」；⁵⁴前「五角大廈」(Pentagon，指美國國防部)負責「網路戰」(Cyber Warfare)官員就指出：「JADC2的核心觀念在於可蒐集、共享更多數據，並將其傳遞給更多用戶，指揮官就可專做更好的決策。」⁵⁵凸顯具備AI能力，確實已成為戰場上的巨大優勢。

二、國防創新小組(DIU)

(一) 設立目的與專注領域

DIU成立於2015年，是美國國防部內部的組織，旨在以商業部門的速度和規模

註54：National Defense Transportation Association, “DoD Announces Release of JADC2 Implementation Plan”, NDTA, March 22, 2022, <https://www.ndtahq.com/dod-announces-release-of-jadc2-implementation-plan/>，檢索日期：2025年1月8日。

註55：Air & Space Forces Magazine, “Giving Airmen the Edge: The Promise of JADC2”, Air & Space Forces Association, October 28, 2020, <https://www.airandspaceforces.com/giving-airmen-the-edge-the-promise-of-jadc2/>，檢索日期：2025年1月8日。

附表：美國「國防創新小組」專注領域一覽表

領域	領域內容
一	利用「人工智慧與機器學習」，含專注於利用AI技術提高軍事效能，包括目標識別、數據分析、自主決策等。
二	廣泛使用「自主系統(Autonomy)」，加強發展自主操作技術，運用於無人機、無人地面載具和無人海洋載具，以進行偵察、監視等。
三	使用「網路安全與抗抵禦技術(Cybersecurity & Resilience)」，加強DoD的網路安全，開發抗攻擊能力強的系統和技術。
四	採取「人機界面(Human Systems)」提高人員與技術系統的交互效率，包括增強實境(AR)、虛擬實境(VR)和生物技術。
五	強化「商業太空(Commercial Space)」化發展，利用商業太空技術於衛星通信、遙測和地球觀測，以支持國防任務。
六	開創「先進能源與材料(Advanced Energy & Materials)」，解決如電池技術和耐用材料等，以提升部隊的作戰能力和效率。

資料來源：參考Defense Innovation Unit. “DIU Strategy.” February 7, 2024. <https://www.diu.mil/about/strategy>，檢索日期：2025年1月8日，由作者綜整繪製。

解決國防問題，並專注於軍民兩用技術；透過「商業解決方案徵求」(Commercial Solutions Opening)程序，快速進行原型設計和測試。採行這種方法，使得新技術能在12至24個月內就投入使用，顯著縮短了傳統軍事採購流程的時間。DIU與大型國防承包商及新創企業共同合作下，利用渠等在軟體開發、機器人技術和網路安全等六個主要技術領域(如附表)的專業知識，大幅協助軍事任務目標的快速達成。

(二)組織成果

DIU的成功案例之一是「藍色無人機」(Blue UAS)計畫，該計畫輔導國內的無人機廠商，使得供應鏈符合國防部的安全和性能標準，也減少對外國無人機的依賴，並開發手持四軸無人機等較貼近軍種需求的產品；⁵⁶另一個案例是將AI技術應用

於軍用飛機的預測性維護，通過分析資料提前預測可能故障的零件，減少事故發生。這些都是運用技術提升軍事效率的絕佳典範。

當前為因應國際軍事科技飛速發展，我國也在2024年2月成立「國防創新小組」，專責創新概念評估及引進民間成熟科技，並結合軍種需求，提升整體防衛能量；對此國防部長顧立雄先生強調，小組將著眼於「無人機系統」、「反制無人機系統」與「AI運用」等面向，藉快速結合實戰應用，進一步提升國防實力。⁵⁷咸信其未來發展，值得國人期待。

柒、AI在軍事應用的挑戰與限制

隨著人工智慧(AI)技術的快速發展，其在軍事領域的應用逐漸成為全球各國競

註56：Blue UAS, “Defense Innovation Unit” ,DIU,July 1 2023,<https://www.diu.mil/blue-uas>，檢索日期：2025年1月30日。

註57：陳怡璠，〈【建構堅韌國防】國防創新小組研析作戰需求? 因應新威脅〉，《青年日報》，2024年9月20日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1709589>，檢索日期：2025年1月8日。

相發展的重點；然而，在實際運用中這項技術仍面臨著多方面的挑戰與限制。以下從技術挑戰、數據障礙、責任與風險等層面進行探討，分析如后：

一、技術挑戰 (Technical Challenge)

首先，技術挑戰是AI在軍事應用中的首要難題，儘管AI的演算法和機器學習已經取得顯著進展，但要將其應用於複雜且動態變化的戰爭環境中，仍存在巨大挑戰。AI的決策能力目前仍依賴於大量數據和訓練模型；然而軍事環境的數據通常是非結構化的，難以被有效利用。此外，戰場情況瞬息萬變，AI需要具備極高的即時反應能力和精準的決策，而目前多數系統在處理不確定性與非預期情境時，整體表現仍有不足；因此，開發出更加適應多變情境的演算法，將成為應用的瓶頸之一。⁵⁸

二、數據障礙 (Data Barrier)

美軍將「數據」(Data)定義為「戰略資產」，但共享數據在內部也構成重大挑戰，美國國防部「聯合人工智慧中心」(Joint AI Center)主任傑克·沙納漢(Jack Shanahan)中將表示，「數據」的整合與共享是軍事AI領域發展的最大挑戰

，首先是資料駐留在數千個不同的儲存庫中，通常缺乏標準化的格式，如來自美軍偵察機機隊的影片，就以不同的資料格式儲存在多個獨立的網路上；其次，武器和感測器系統蒐集的大量數據，被設計和維護設備的承包商視為專有，公司必須先發布或「解鎖」(Unlock)這些數據，然後才能再對其進行分析或輸入其他系統，⁵⁹這也成為AI發展的限制之一。

三、信任度與責任

隨著人工智慧系統能更快地提供有關敵方部隊的戰場情報，聯盟行動的作戰和戰術層面的指揮官也將面臨類似的挑戰；因此，部隊可能被迫快速決定是否打擊AI系統偵測到的短暫目標。誠然，單邊行動中的決策者也會面臨同樣的問題，特別是AI往往缺乏解釋性，使得指揮官面臨是否該相信其提供的判斷，這也讓如何確定最佳行動方案，似乎變得更加複雜。⁶⁰

四、風險

AI在軍事中可能遭到的安全風險同樣不容忽視。隨著AI技術的廣泛應用，其被「駭客」(Hack)攻擊或惡意利用的風險日益增加；至於「深度偽造」(Deep Fake)

註58：Erik Lin-Greenberg, "Allies and Artificial Intelligence: Obstacles to Operations and Decision-Making", Texas National Security Review Vol 3, no.2 (Spring 2020).<https://tnsr.org/2020/03/allies-and-artificial-intelligence-obstacles-to-operations-and-decision-making/>，檢索日期：2025年1月8日。

註59：Sydney J. Freedberg Jr, "Pentagon's AI Problem Is 'Dirty' Data: Lt. Gen. Shanahan", Breaking Defense, Nov. 13, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/11/exclusive-pentagons-ai-problem-is-dirty-data-lt-gen-shanahan/>，檢索日期：2025年1月8日。

註60：Mancur Olson, The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971), pp.53-65。

技術滋生的混亂和不信任，也使得戰場上假情報氾濫，這些偽造的影片或錄音，可能會增加盟友信賴機制的不確定性，從而阻礙戰略決策。此外，軍事AI系統一旦遭到攻擊或訊息洩露、甚至可能被敵對勢力操控進行反擊，更將對戰局造成難以預測的後果。AI系統本身的可靠和穩定也是一大問題，畢竟任何技術故障都可能導致戰場上不可挽回的損失；因此，如何確保AI的安全性和穩定性，成為各國在軍事運用上的重大挑戰。⁶¹

儘管AI技術在軍事應用中展現巨大的潛力，但技術挑戰、「倫理問題」和安全風險是其必須面對的重要限制。⁶²換言之，各國在推進AI軍事應用的同時，需謹慎評估和應對這些挑戰，確保技術發展能夠符合道德標準，同時保障國家安全。

捌、建議-代結語

現階段AI確實已成為在戰場上獲得優勢的有力工具，⁶³有學者認為人工智慧是未來軍事對抗的重點；⁶⁴因此，相關的演算法，發展將成為中共下一代軍事思想的核心⁶⁵，而此類技術的發展與運用，同樣

值得我國重視。建議內容摘整如後：

一、重視AI在情報處理潛力，但要謹慎使用

研究顯示，AI確實可以大幅提高情報獲取和分析的效率，特別是在圖像識別、衛星影像分析，以及機型活動預測等方面，更凸顯其具有的優勢和潛力，但仍應正視AI背後存在的風險。因為AI與「人」一樣存有盲點，許多研究顯示，在加入雜訊後，AI的辨識程度未必具有常人般的能力；故在大幅度提高工作效率的同時，也要瞭解產品的缺點並且加以改進，才能避免錯誤一再發生。

二、延攬技術人才與提出需求

通過建立和訓練神經網路模型，能夠解析巨量數據集內的規律，並且進行預測，但這需要有軍事人員與技術人才相互配合，讓兩邊的知識互相融合。技術人員需要軍事專家提供資料與需求，而軍事人員則需要預測的結果，以協助進一步研究；其間關鍵因素係軍方必須將需求轉化為武器系統研發概念及軍事應用，這些能力必須依靠長期培養前瞻作戰需求與科技發展實力，甚至無法直接聘用產業菁英來取代

註61：Hoadley, Daniel S., and Nathan J. Lucas, "Artificial Intelligence and National Security", Congressional Research Service, November 10, 2022, <https://sgp.fas.org/crs/natsec/R45178.pdf>, 檢索日期：2025年1月18日。

註62：翟文中、吳自立，〈論「人工智慧」(AI)在軍事領域的運用〉，《海軍學術雙月刊》(臺北)，第56卷，第4期，2022年8月1日，頁19。

註63：Martin Van Creveld, *Command in War* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985), p.264。

註64：郝建業、邵坤、李凱、李棟、毛航宇、胡舒悅、王震，〈博弈智能的研究與應用〉，《中國科學：信息科學》(北京)，第53卷，第10期，2023年10月，頁30。

註65：張萬鵬、羅俊仁、袁唯淋，《智能博弈對抗方法與實踐》(北京：科學出版社，2023年7月)，頁25。

。故政府在培育及延攬人才等工作上，必須與時俱進、加速前行，才能讓國防產業的產品符合當前戰場需要。

三、借鏡美國DIU成功經驗

觀察美國正在推進的「JADC2」計畫與DIU，正為軍事承包商訂定一個軍事武器的未來標準，加上將整合各軍種和盟友的訊息到一個作戰雲端，並利用既有成熟的AI商業模型，提升決策速度和質量。至於推動DIU必須高度依賴系統整合商，結合現有系統設計、整合與測試評估優勢，同時擴大至民間，藉由大廠帶小廠，開發武器系統淬鍊技術，逐步培養升級為系統商，不僅帶動周邊產業發展，同時成功將

民間產業技術應用在國防領域，並升級技術優勢。

總而言之，在現今複雜的戰場環境下，具備AI的輔助工具將更占優勢，同時藉著加速產、官、學界合作的產業技術整合，將能使我國內產業得以發展，連帶提升國防自主能力，並讓軍事防禦力量獲得飛速成長，進而確保國家安全。 

作者簡介：

陳彥名中校，海軍軍官學校96年班、國防大學海軍指揮參謀學院107年班。曾任海軍東引基地指揮部參謀主任、海軍成功級艦副艦長、海軍司令部一般參謀官、現服務於國防大學。

左營軍區的故事

海軍陸戰隊學校

「海軍陸戰隊學校」創立於民國41年8月，由陸戰隊幹訓班與海軍官校兩棲軍官隊併編而成，直屬海軍總司令部。民國42年4月改隸海軍陸戰隊司令部，並遷至軍區內現址，目前隸屬海軍教育訓練暨準則發展指揮部。（取材自《鎮海靖疆-左營軍區的故事》）

