大數據分析在現代作戰中的應用

李虹欣

國防大學國防管理學院運籌管理學系

壹、前言

隨著資訊科技的飛速發展，大數據（Big Data；亦稱作巨量資料）分析在全球各領域的應用日益廣泛，特別是在軍事領域，這項技術已被視為提升作戰效能和決策精確度的關鍵工具。它能夠處理龐大的數據量，從中提取有價值的資訊，為軍事指揮官提供即時且精準的決策支持。[1]

現代戰爭中，資訊和數據已成為與傳統武器同等重要的戰略資源，若國家處於複雜地緣政治環境的地區，將可能面臨多種潛在威脅。由於地理位置的敏感性及鄰近強國的軍事壓力，必須強化國防能力，特別是在情報蒐集、態勢感知及快速反應能力方面。而數據技術的應用在這些領域提供了關鍵支援。

透過衛星影像結合開放資料（Open Data）進行數據挖掘，我們能夠更精確地監控區域內的軍事動態，從而提前制定戰略部署，做到未雨綢繆。國際戰略研究所（International Institute for Strategic Studies，IISS）是一個專注於國際關係和國防議題的英國智庫，是全球重要的國際安全研究機構。[2]根據該機構的報告，隨著各國對數據技術在國防領域的重視，全球在數據技術和人工智慧（Artificial Intelligence, AI）上的軍事支出逐年增加。

特別是在偵察、情報分析、戰場管理和網路戰等領域，數據分

[1] Naeem Alasmri and Sarah Basahel, "Linking Artificial Intelligence Use to Improved Decision-Making," *Individual and Organizational Outcomes*, International Business Research, August 30, 2022, Vol.15, No.10, p. 1, https://ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/view/0/47695.

[2] Gilad Amitai, Eyal Pecht, and Asher Tishler, "Intelligence, Cyberspace, and National Security," *Defence and Peace Economics*, July 18, 2020, Vol.32, No.1, pp. 18-45, https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10242694.2020.1778966.

析已成為不可或缺的工具。[3]美國、中國和俄羅斯等主要軍事大國為在未來的戰爭中保持技術優勢，紛紛加大這些領域的投資。此外，數據技術的應用不僅限於情報蒐集與分析，還包括後勤管理、戰場醫療、資源分配及心理戰等多方面。[4]這些技術的綜合應用，將能提升軍隊的運作效率和戰鬥力。本文旨在探討數據分析在軍事領域的未來應用，分段討論各個其對軍事決策和行動的潛在影響因子，期能為國軍未來有關大數據作業與戰略規劃等領域整合之運用建議。

貳、大數據技術概述

數位經濟時代，數據已成最具價值的資產之一，更被譽為「“21世紀的石油和鑽石礦」。 根據 Statista（2024）數據，截至 2023 年底，全球數據產量已突破 120 澗字節（ZB），預計至 2025 年將達 181 ZB（請參註 3）。此一趨勢顯示，數據量正以年均成長率 23%以上加速擴增。[5]澗字節（ZB）是一種極大容量的數據單位，1 澗字節等於 10 的 21 次方字節（約 1 兆 GB）。[6]舉例來說，1 澗字節的數據相當於 2500 億張 DVD 的存儲容量。如果將這些 DVD 疊加起來，可以形成一座高達 3000 萬公里的塔，相當於地球到月球距離的 80 倍。二十年前，全球數據量僅約 2 艾字節（Exabytes, EB），1 艾字節等於 10 的 18 次方字節。這意味著

在短短二十年間，全球數據量增長了近 3 萬倍。這樣的數據增長速度和規模，顯示了數據在當今社會和經濟中的重要性和潛力。

---

[3] Gordon B. “Skip” Davis Jr., “The Future of NATO C4ISR: Assessment and Recommendations after Madrid,” *Atlantic Council*, March 16 2023, https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/the-future-of-nato-c4isr-assessment-and-recommendations-after-madrid/.

[4] “The Spy War: How the C.I.A. Secretly Helps Ukraine Fight Putin,” *The New York Times*, February 25, 2024, https://www.nytimes.com/2024/02/25/world/europe/cia-ukraine-intelligence-russia-war.html.

[5] Petroc Taylor, “Amount of Data Created, Consumed, and Stored 2010-2023, with Forecasts to 2028,” *Statista*, June 30, 2025, https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/.

[6] Vladimir Franki, Darin Majnari´c and Alfredo Viškovi´c, “A Comprehensive Review of Artificial Intelligence (AI) Companies in the Power Sector,” *Energies*, January 18, 2023, Vol.16, No.3, p. 1077, https://www.mdpi.com/1996-1073/16/3/1077.

大數據是一種涉及大量數據的資訊技術範疇，其特點在於數據的巨大數量、快速變化、多樣性和真實性。這些特徵在圖 6-1 所示，為「3V」：數據量（Volume）、數據速度（Velocity）及數據多樣性（Variety），[7]以及期關係與定義如下圖 6-1，其中，資料量（Volume）之單位擴展具體如表 1 所示，依位元組（Byte）計算，由小至大為：KB（Kilobyte）、MB（Megabyte）、GB（Gigabyte）、TB（Terabyte）、PB（Petabyte）、EB（Exabyte）、ZB（Zettabyte）與 YB（Yottabyte），分別對應 10^3 至 10^{24} Byte。

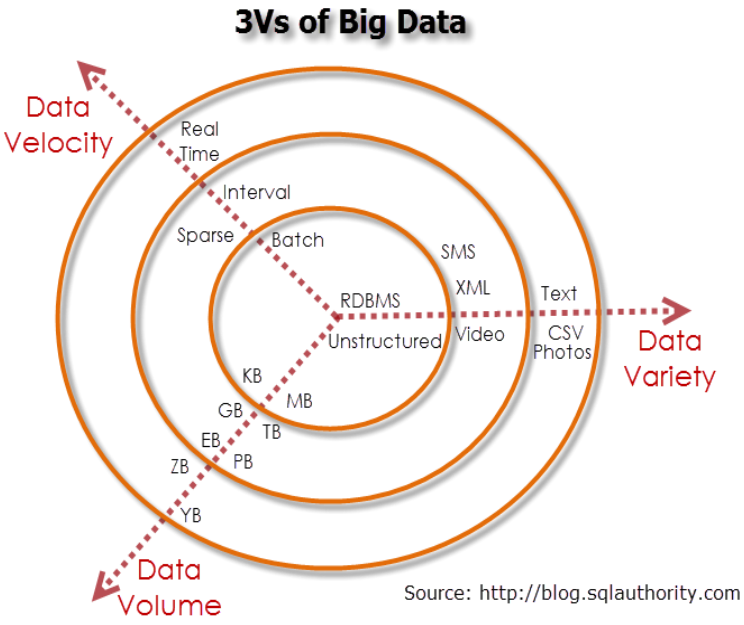


圖 6- 1、大數據 3V 的含義

資料來源：Pinal Dave, "Big Data – What is Big Data – 3 Vs of Big Data – Volume, Velocity and Variety – Day 2 of 21," *SQL Authority*, October 2, 2013, https://blog.sqlauthority.com/2013/10/02/big-data-what-is-big-data-3-vs-of-big-data-volume-velocity-and-variety-day-2-of-21/。

[7] Kaisler, S H., Armour, F., Espinosa, J A., & Money, W H., "Big Data: Issues and Challenges Moving Forward," the 46th Hawaii International Conference on System Sciences, January 1, 2023, https://ieeexplore.ieee.org/document/6479953/.

表 6-1、資料量單位與對應數值

單位縮寫	全名	數值（以 Byte 為單位）
KB	Kilobyte	10^3 = 1,000
MB	Megabyte	10^6 = 1,000,000
GB	Gigabyte	10^9 = 1,000,000,000
TB	Terabyte	10^{12} = 1,000,000,000,000
PB	Petabyte	10^{15} = 1,000,000,000,000,000
EB	Exabyte	10^{18} = 1,000,000,000,000,000,000
ZB	Zettabyte	10^{21} = 1,000,000,000,000,000,000,000
YB	Yottabyte	10^{24} = 1,000,000,000,000,000,000,000,000

資料來源：“Units of Measurement for Storage Data,” *IBM Storage Insights*, December 12, 2024, https://www.ibm.com/docs/zh-tw/storage-insights?topic=overview-units-measurement-storage-data。

數據量（Volume）：大數據的最顯著特徵之一，就是其數據量的巨大。根據美國一間從事市場研究、分析和諮詢的公司，國際數據資訊（International Data Corporation，簡稱 IDC）的統計，全球數據量從 2020 年的 59 澗字節預計將增長到 2025 年的 175 澗字節，每年增長超過 25%。這些數據包括文本、圖片、視頻等多種形式，需要強大的存儲和計算基礎設施來處理。數據速度（Velocity）：除了數據量龐大，大數據還以生成速度快為特徵。隨著物聯網（Internet of Things，以下簡稱 IoT）的普及，大量設備實時生成數據，這些數據需要即時處理以支持決策。

例如，在軍事領域，雷達和衛星系統會生成大量即時數據，這些數據需要迅速分析以判斷威脅和制定應對措施。數據多樣性

（Variety）：數據的多樣性意味著數據來源廣泛且形式多樣，包括結構化數據（Structured Data），如關聯資料庫中的數據；半結構化數據（Semi-structured Data），如 XML 文件；和非結構化數據（Unstructured Data），常見如文字、圖片、音頻等。這些數據的整合和分析需要跨學科的知識和技術支持，特別是在軍事應用中，不同類型的數據可以提供不同的戰術和戰略情報。此外，數據的真實性（Veracity）也是大數據分析中必須考慮的因素之一。真實性涉及數據的準確性和可信度。[8]

在大數據應用中，確保數據的真實性至關重要，特別是在決策支持系統中。如果數據來源不可靠或存在偏差，會影響分析結果的準確性。這在軍事數據分析中尤為關鍵，因為不準確的情報可能導致錯誤的戰術決策，讓人措手不及。現代技術提供多種解決方案應對大數據的特徵。分散式運算（Distributed Computing）允許多台電腦並行處理大數據集，大大提高數據處理效率和速度。雲端存儲提供可擴展的數據存儲方案，使軍事機構能夠存儲和管理海量數據，而無需維護昂貴的硬體設施。機器學習和 AI 技術如虎添翼，經由自動化分析和預測模型，幫助軍事決策者從大量數據中挖掘潛在的有用資訊，支持即時而準確的決策。[9]

總之，大數據技術不僅改變數據處理的方式，也重塑現代軍事作戰的策略和戰術。隨著技術日新月異，大數據的應用範疇和深度將不斷擴展，為軍事領域提供更強大的支持，使得軍事決策更加穩操勝券。[10]

---

[8] Hesham, A., Emam, O E., & Farhan, M S., “Enhanced Framework for Big Data Requirement Elicitation. Science and Information Organization,” I*nternational Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2021: Vol.12, Issue 8, https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=12&Issue=8&Code=IJACSA&SerialNo=16.

[9] Ed-daoudy, A., Maalmi, K., & Ouaazizi, A E., “A Scalable and Real-time System for Disease Prediction Using Big Data Processing,” *Multimedia Tools and Applications*, February 22, 2023, Vol.82, No.20, pp. 30405-30434, https://doi.org/10.1007/s11042-023-14562-3.

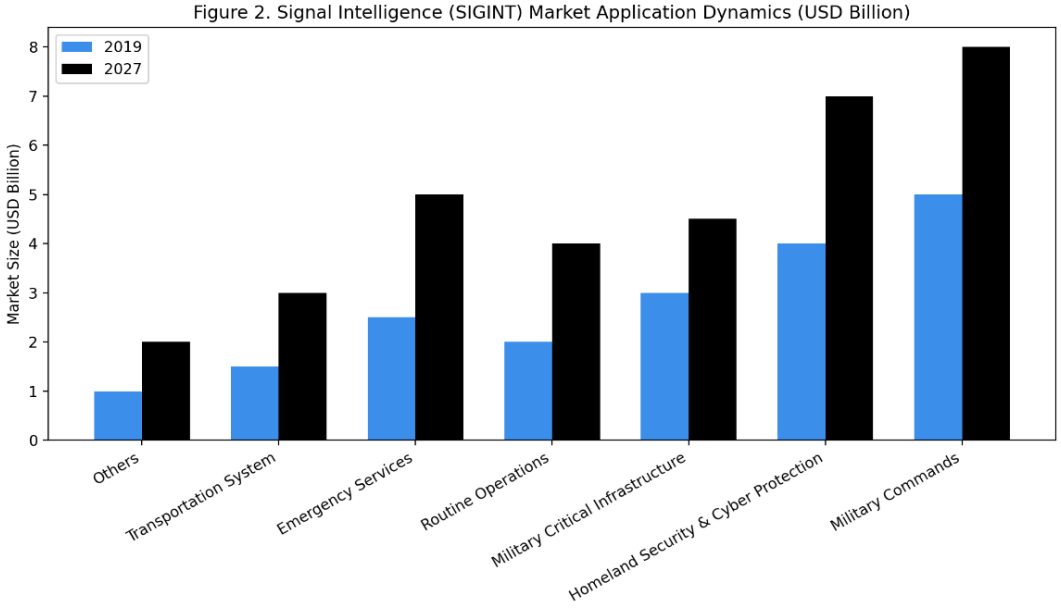
[10] Sarker, I H., Janicke, H., Μαγλαράς, Λ., & Camtepe, S., “Data-Driven Intelligence can Revolutionize Today’s Cybersecurity World: A Position Paper,” *Arxiv*, August 9, 2023, https:/

參、大數據在軍事情報中的應用

在現代軍事作戰中，情報的準確性和即時性對於戰略決策至關重要。大數據技術顯著提升情報收集與分析能力，使情報機構更高效應對複雜的戰場環境。台灣情報機構利用大數據技術，整合多渠道數據來源，包括衛星影像、訊號情報（Signals Intelligence，簡稱SIGINT）、社交媒體監控等，形成精確即時的情報報告。[11]衛星影像是軍事情報的重要來源之一。

大數據技術透過高解析度的影像監控敵方軍事基地的變化、裝備部署及運輸路線，及時發現潛在威脅。例如，經由分析敵方基地的車輛活動，台灣軍方可以預測可能的軍事行動。SIGINT 則處理海量通信數據，利用模式識別和自然語言處理（Natural Language Processing，縮寫作 NLP），提取關鍵情報，推測敵方行動計劃和時間表，協助識別和定位恐怖組織核心成員。[12]

Figure 2. Signal Intelligence (SIGINT) Market Application Dynamics (USD Billion)



https://arxiv.org/abs/2308.05126.

[11] Paredes, J N., Teze, J C., Simari, G I., & Martínez, M V., "On the Importance of Domain-specific Explanations in AI-based Cybersecurity Systems (Technical Report)," *Arvix*, August 2, 2021, https://arxiv.org/abs/2108.02006.

[12] Saeed, S., Suayyid, S A., Al-Ghamdi, M S., Almuhaisen, H A., & Almuhaideb, A M., "A Systematic Literature Review on Cyber Threat Intelligence for Organizational Cybersecurity Resilience," *Journal of Sensors*, 2023, Vol.23, No.16, p. 7273, https://www.mdpi.com/1424-8220/23/16/7273.

圖 6-2、訊號情報（SIGINT）市場應用動態（單位：十億美元）

資料來源: Emergen Research, “Signal Intelligence Market Size,” https://www.emergenresearch.com/industry-report/signal-intelligence-market?srsltid=AfmBOopFtlLwConZxMYK7iDZcuGDhY7oGyF5K710DFsdnNd5ZiHghsKS。

圖 6-2 與表格展示了根據 Emergen Research 資料，訊號情報（SIGINT）市場於 2019 年與預計 2027 年在各應用領域的市場規模（單位：十億美元）。可以明顯看出，所有應用領域的市場需求皆有顯著成長，尤其是「軍事指揮」與「國土安全與網路防護」領域，分別從 50 億美元增長至 80 億美元，以及從 40 億美元增長至 70 億美元，增幅分別達 60%與 75%。其他如「交通系統」、「例行作業」、「緊急應變」等領域也有翻倍成長，顯示 SIGINT 技術在軍事與安全領域的重要性日益提升。[13]

SIGINT 在軍事應用上顯得至關重要，尤其是台灣面對複雜的區域安全挑戰，該技術不僅可提高情報蒐集效率，也加強對敵情的即時掌握和反應能力。特別在國土防衛和網路防護方面，SIGINT 技術的發展使台灣更有效地應對網路攻擊和電子戰等威脅。此外，在制定防禦和進攻策略時，台灣軍方可利用這些模型設計針對性的防禦策略，降低潛在威脅風險，達到先發制人的效果。大數據技術在軍事情報中的應用不僅顯著提升情報的準確性和即時性，還增強了軍事決策的科學性和預見性。台灣可借鑒國際先進經驗與系統，進一步加強對潛在威脅的監控與預測，確保國家安全的穩定與發展。

事指揮和控制系統的應用上，SIGINT 技術顯示出不可或缺的作用，助力國軍在快速變化的戰場環境中保持優勢。另外，隨著社交媒體的普及，許多潛在威脅的訊息可以從公開的社交媒體貼文與訊

[13] Emergen Research, “Command and Control Systems Market Size Worth USD 44.76 Billion By 2027,” *PR NewsWire*, October 3, 2020, https://www.prnewswire.co.uk/news-releases/command-and-control-systems-market-size-worth-usd-44-76-billion-by-2027-cagr-of-3-8-emergen-research-863408434.html.

息中挖掘出來。大數據分析技術掃描和分析海量的社交媒體數據，發現潛在威脅行為。例如，敵對組織成員可能會在社交媒體上發布隱晦訊息。通過自然語言處理和情感分析技術，這些訊息可以迅速識別和評估。美國國防部報告稱，這種方法已成功定位多個恐怖組織的行動計劃和成員。[14]

大數據技術能構建敵方行動模式的預測模型，基於歷史數據和現有情報，預測敵方未來可能的行動。以當今實際應用為例，烏克蘭戰爭期間，烏軍透過大數據分析開源情資（Open Source Intelligence, OSINT），結合地理資訊與社群媒體數據，精準掌握俄軍調動狀況。例如由美國技術公司 Planet Labs 提供的高解析衛星影像，搭配自動化目標識別演算法，有效協助指揮單位即時判斷攻擊節點。該案例展示出大數據在戰場感知與任務規劃上的實質效益。[15]

肆、大數據與作戰指揮系統

作戰指揮系統在現代軍事行動中舉足輕重，負責整合與分析來自各方的情報，為指揮官提供即時戰場態勢感知與決策支持。[16]隨著大數據技術的迅猛發展，各國軍事力量已經在作戰指揮系統中導入先進的數據分析工具，[17]大幅提升系統效率與精確度，使指揮官能在瞬息萬變的戰場中從容應對。

大數據技術的應用，讓指揮系統能夠整合地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）、無人航空載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）或稱無人飛行器系統（Unmanned Aircraft

[14] Paredes, J N., Teze, J C., Simari, G I., & Martínez, M V., Ibid.

[15] Michal Onderco, “Navigating the AI Frontier: Insights from the Ukraine Conflict for NATO’s Governance Role in Military AI,” *Journal of Strategic Studies 48*, No. 3, 2025, pp. 602–626, https://doi.org/10.1080/01402390.2025.2463451.

[16] “JOINT INTELLIGENCE PREPARATION OF THE OPERATIONAL ENVIRONMENT,” *Joint Chief of Staff*, May 21, 2014, https://fas.org/irp/doddir/dod/jp2-01-3.pdf.

[17] Sugiura Yasuyuki, “The PLA's Pursuit of Enhanced Joint Operations Capabilities,” *NIDS China Security Report 2022*, December 4, 2023, http://www.nids.mod.go.jp/publication/chinareport/pdf/china_report_EN_web_2022_A02.pdf.

System, UAS）實施偵察任務、即時監控（Real-time Monitoring，簡稱 RTM）數據及歷史數據，繪製動態戰場全景圖，使指揮官得以運籌帷幄，決勝千里。[18]

大數據分析技術在行動方案模擬與戰場預測中發揮錙銖必較的作用。透過建構敵我雙方行動模組並模擬其可能演化情境，指揮官可在高度不確定的戰局中進行快速風險評估與優劣勢分析，從而達成「知己知彼、百戰百勝」之目標。例如在近年我國漢光演習中，軍方即充分運用大數據分析技術，對敵方可能行動進行詳細模擬，結合情資態勢預判與兵力部署模型，制定相應反制作為，為未來實戰奠定了堅實基礎。[19]

進一步而言，相關研究亦指出人工智慧輔助兵棋推演已具備整合應用潛力。筆者（Li, 2025）探討 AI 技術，於兵棋模擬系統中的運作方式，說明其能針對不同戰術情境產生多元決策選項，並進行準確風險評估與推演成效分析。此類 AI 模組若能與現有戰區推演系統高度整合，將有助於形塑動態可調整之戰場決策架構，強化我軍於聯合作戰環境中的反應效率與指管靈活度[20]

[18] Mingxi Wu, “Cyberspace Operations,” *Intelligent Warfare: Prospects of Military Development in the Age of AI*, (London: Routledge, 2022), pp. 240-281, https://doi.org/10.4324/b22974-11.

[19] Meerveld, H., Lindelauf, R., Postma, E O., & Postma, M., “The Irresponsibility of Not Using AI in the Military,” *Ethics and Information Technology*, 2023, Vol.25, No.1, https://link.springer.com/article/10.1007/s10676-023-09683-0.

[20] Li, H. X., “Exploration of Wargaming and AI Applications in Military Decision-Making,” *In 2025 International Conference on Military Technologies*., May, 2025, https://ieeexplore.ieee.org/document/11061360.

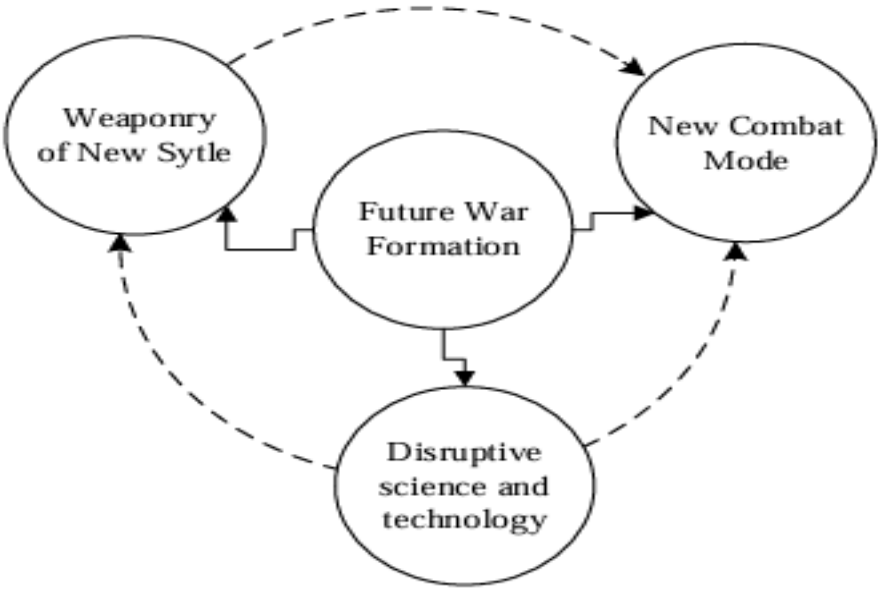


圖 6-3、未來戰爭形態的組成要素

資料來源：Jiang, Y., Liu, J., & Li, X., "Research on the Future War Driven by Big Data," *IOP Publishing*, Vol.1624, No,3, October 1, 2020 ,https://doi.org/10.1088/1742-6596/1624/3/032048。

未來戰爭形態的發展與大數據技術的應用密不可分。如圖 6-3 所示，未來戰爭形態由新型武器、新戰鬥模式及顛覆性科技相互耦合構成，這些要素彼此交織，推動戰爭形態不斷演進。顛覆性科技往往催生新型武器，這些武器具備更高精確度與更快反應速度，並進一步推動戰鬥模式的演變。[21]新戰鬥模式的出現也需要新的科技突破來支援，形成環形互動關係，使未來戰爭形態更為多樣與複雜。這種相互耦合過程不僅展示戰爭形態的多樣性，也強調科技進步在軍事革命中的核心地位。

展望未來，隨著大數據技術的持續發展，作戰指揮系統將在未來戰爭中持續發揮關鍵作用，成為不可或缺的核心力量，助指揮官在風雲變幻的戰場上出奇制勝，所向披靡。目前許多國家軍方亦積極導入模擬技術與 AI 演算法於軍事決策支援中。例如，美國國防部

[21] Jiang, Y., Liu, J., & Li, X., "Research on the Future War Driven by Big Bata," *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, Vol.1624, No.3, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1624/3/032048.

之「聯合作戰模擬環境（JOSE）」整合多個決策模擬引擎，運用強化學習（Reinforcement Learning）模組模擬多波次交戰策略，進行藍紅對抗演練；該系統可於幾小時內完成原需數天進行的戰略推演流程。[22]此類模擬模型除能減少人員操演成本，亦提升跨部會協同規劃精準度。

伍、大數據在後勤與資源管理中的應用

後勤和資源管理（Logistics and Resource Management）是軍事行動成敗的基石，決定了部隊能否維持高效運作並應對複雜戰場環境。隨著現代戰爭日趨複雜，對後勤和資源管理的要求也日益提升。軍事後勤規劃，可透過大數據進行精確的需求預測（Demand Forecasting），經由分析龐大的歷史數據與即時資訊（Real-Time Data），軍方能有效預測未來物資需求。[23]分析不同戰況下物資消耗數據，軍方可計算特定作戰情境中的燃料（Fuel）、彈藥（Ammunition）、食物（Food）及醫療用品（Medical Supplies）需求，後勤部門得以提前準備，避免在關鍵時刻出現短缺，保障戰鬥力的持續性。數據分析能優化資源分配（Resource Allocation），軍方可按照各部隊需求和任務優先級，制定最佳資源配置方案，在資源有限的情況下，最大限度提升效率。

例如，在多部隊協同作戰時，這種技術能協助決策者確保關鍵部隊獲得優先支援。[24]供應鏈管理（Supply Chain Management）也因大數據的應用而更加高效，減少供應鏈中的浪費和瓶頸，強化後勤

---

[22] U.S. Department of Defense, “Joint Simulation Environment Overview,” November 2023, https://www.navair.navy.mil/nawcad/sites/g/files/jejdrs546/files/document/%5Bfilename%5D/Joint%20Simulation%20Environment%20Overview_PAO2023-0057_0.pdf.

[23] Marlow, W H., “Some Accomplishments of Logistics Research,” *Naval Research Logistics Quarterly*, December 1960, Vol.7, No.4, pp. 299-314, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nav.3800070404.

[24] “Closing the OODA Loop: Using Big Data and Analytics to Improve Decision Making,” *SAS White Paper,* February 6, 2023, https://www.sas.com/en/whitepapers/closing-ooda-loop-107222.html.

保障。大數據在預防性維護（Preventive Maintenance）與故障預測（Failure Prediction）中同樣扮演重要角色。對於高精度武器（High-Precision Weapons）及其他關鍵軍事裝備，透過監測裝備的使用狀況與運行數據，能識別潛在故障風險。[25]許多軍事設備在使用一段時間後，性能下降或故障，藉由分析過往歷史數據可提前預測風險，能適時進行預防性維護，避免作戰中因裝備故障導致失敗。

運輸與物流管理（Transportation and Logistics Management）領域，大數據同樣發揮了關鍵作用。透過分析運輸路線（Transportation Routes）、天氣狀況（Weather Conditions）與交通流量（Traffic Flow）等因素，軍方可制定最佳運輸方案，確保物資快速且安全地送達前線，並降低運輸過程中的風險[26]。精確管理物資流動（Managing Material Flow）確保資源妥善分配避免錯誤分配與部屬。大數據在資源回收與再利用（Resource Recovery and Reuse）也展現重要價值。尤其在軍事行動中，更減少浪費與控制成本的關鍵策略，軍方能有效識別可回收資源，並制定再利用策略。例如，對於未使用或剩餘的彈藥與燃料，分析其狀態與儲存條件後，確定最佳再利用方式，提高資源效益。[27]

根據 2023 年《Rethinking Risk in Great Power Competition》指出，[28]隨著全球安全局勢日益複雜及大國競爭加劇，大數據技術在軍事戰略與戰術中的應用日漸重要。報告強調，大數據分析能顯著縮短軍方的決策時間，提升作戰行動的精準度，並增強對敵我態勢的預警

[25] Xue, D., Wang, Z., & Chen, Y., "Joint Maintenance Decision Based on Remaining Useful Lifetime Prediction Using Accelerated Degradation Data," *IEEE Access*, April 2022, https://doi.org/10.1109/access.2022.3165050.

[26] J G. Kallimani, "The Challenges of Digitisation and Data Analysis in the Maritime Domain," *Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India*, 2018, Vol.14, No.1, pp. 36-50, https://doi.org/10.1080/09733159.2018.1478433.

[27] Swartz, S M., & Johnson, A E., "A Multimethod Approach to the Combat Air Forces Mix and Deployment Problem," *Mathematical and Computer Modelling*, March 2024, Vol.39, No.6-8, pp. 773-797, https://doi.org/10.1016/s0895-7177(04)90554-7.

[28] J Combe II, P. C., Jensen, B., & Bogart, A., "Rethinking Risk in Great Power Competition," *CSIS*, February 17, 2023, https://www.csis.org/analysis/rethinking-risk-great-power-competition.

能力。報告強調即時更新與整體風險溝通（Real-Time Updating and Holistic Risk Communication）的必要性，以確保風險評估的準確性和有效性。在此條件背景下，

如下圖 6-4 所示，可進一步強化風險管理的理論基礎。此圖將風險分為四個層級：高風險（High Risk）、顯著風險（Significant Risk）、中度風險（Moderate Risk）及低風險（Low Risk），並結合風險發生的概率與其後果，提供一個可視化的框架，幫助軍事決策者更好地洞察和掌控風險。通過大數據的運用，軍方能夠精確識別並評估這些風險，進而在戰略決策中更為從容。報告進一步指出，風險評估不應僅依賴於靜態的數據模型，而需結合即時訊息的動態更新，方能應對戰場上的瞬息萬變。例如，透過即時訊息的快速更新，軍方能夠在實戰中根據最新資訊迅速調整戰略，確保各類風險在可控範圍內，不至於措手不及。[29]

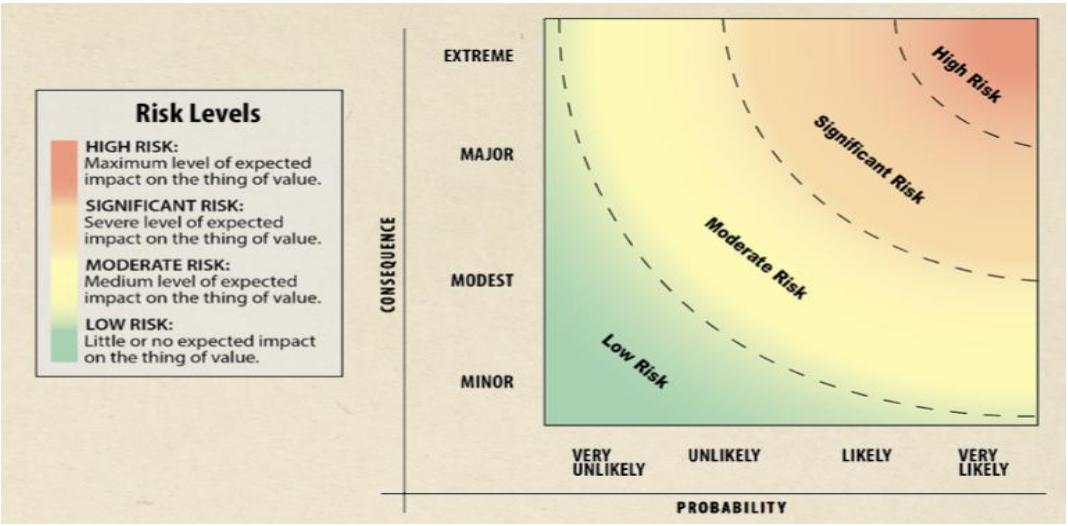


圖 6-4、風險輪廓圖示：大數據技術下的風險評估模型

資料來源: J Combe II, P. C., Jensen, B., & Bogart, A., "Rethinking Risk in Great Power Competition," *CSIS*, February 17, 2023, https://www.csis.org/analysis/rethinking-risk-great-power-competition。

[29] David R. Johnson, "Integrated Risk Assessment and Management Methods Are Necessary for Effective Implementation of Natural Hazards Policy," *Risk Analysis*, January 14, 2019, Vol.41, No.7, pp. 1240-1247, https://doi.org/10.1111/risa.13268.

由此可見，大數據在後勤與資源管理中的應用，不僅能提升軍事行動的效率與精確性，結合即時更新和動態風險評估，更能強化台灣軍方在決策時的資源運用。這些技術的應用使軍方在面對資源不對稱或有限的情況下，能夠最大化發揮作戰潛力，在面臨不斷變化的戰略環境時遊刃有餘，迅速應對各種挑戰。以現行聯合作戰後勤演練模擬經驗為基礎，Powers 與 O'Flynn（2022）提出一套運用近似動態規劃的後勤模擬分析架構，成功應用於敵擾環境下的戰術資源分配預測，其方法在模擬多重部署策略時，顯著提升決策時間效率與可行性。該模型依據歷史供應鏈資料結合戰場干擾參數，透過模擬工具生成資源配置優化路徑，其模擬結果顯示，相較傳統人工演算策略，演算時間平均縮短 43%，可協助決策者即時應對多域戰場突發任務需求。[30]此一案例驗證模擬建模與大數據整合的可行性，也顯示該技術未來可望成為我國後勤演算與戰備資源動態配置的基礎參考模式。

陸、大數據技術在現代戰爭中的挑戰與應用

隨著網路空間（Cyberspace）逐漸成為現代戰爭的中流砥柱，數位化的普及導致網路攻擊（Cyberattacks）的頻率和複雜性顯著攀升。各國面臨來自全球的網路威脅（Cyber threats），這些威脅涵蓋間諜活動（Espionage）、網路破壞（Cyber sabotage）、數據竊取（Data Theft）等諸多層面。大數據技術（Big Data technology）在網路安全（Cybersecurity）中的應用，顯著增強了防禦能力，使各國能夠更加從容應對這些挑戰。

藉由監控和分析大量的網路數據流量（Network Data Traffic），大數據技術可以識別異常行為並進行未雨綢繆，分析過去的攻擊數

[30] Powers, M., & O'Flynn, B., "Contested Logistics Simulation Output Analysis with Approximate Dynamic Programming: A Proposed Methodology," *Journal of Defense Analytics and Logistics*, 2022, Vol.6, No.2, pp. 120–133, https://doi.org/10.1108/JDAL-07-2022-0004.

據以總結出攻擊者的行為模式，並能實時處理和分析網路數據以偵測和應對威脅。[31]大數據技術促進威脅情報的共享與協同防禦（Collaborative Defense），使用建立集中的資料庫和分析平台，全球各地的安全機構可以共享威脅情報，強化了整體防禦網路的效能。

然而，大數據技術的應用仍面臨多重挑戰，尤其在數據安全（Data Security）和隱私保護（Privacy Protection）方面。由於大數據技術需要處理大量敏感數據，任何數據洩漏或濫用皆可能引發嚴重後果。全球範圍內的數據安全漏洞依然比比皆是，可以有效管控大數據技術的硬體和軟體基礎設施（Infrastructure）成本高昂，維護費用亦是沉重負擔。[32]

在法律與倫理層面，大數據的使用涉及大量個人數據的收集與分析，可能引發隱私權和數據保護的問題。在應用大數據技術時，須遵守國內外相關法律法規，確保數據處理的合法性與合規性，包括數據收集的透明度和數據主體的知情權，防止數據濫用或非法轉移。隨著人工智慧（AI）和大數據技術的進一步發展，這些技術在軍事領域的應用將更加深入，例如自動化戰場管理系統（Automated Battlefield Management Systems）能利用大數據和人工智慧技術分析戰場態勢，提供實時決策支持，並架接分析敵方行動模式與弱點，制定精準打擊方案，提升作戰效能。

未來，大數據技術將與其他新興技術如區塊鏈（Blockchain）和 IoT 進行更深層次的融合，而區塊鏈技術可提供更高的數據完整性和透明度，防止數據篡改，而 IoT 技術則可藉連接大量感測器和設備，實時收集戰場各類數據，進一步豐富大數據的應用場景。[33]綜觀全局，

[31] Nguyen, T T., & Reddi, V J, "Deep Reinforcement Learning for Cyber Security," *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 2021, Vol.34, No.8, pp. 3779-3795. https://doi.org/10.1109/tnnls.2021.3121870.

[32] Ávila, R., Khoury, R., Khoury, R., & Petrillo, F., "Use of Security Logs for Data Leak Detection: A Systematic Literature Review," *Security and Communication Networks*, January 2021, Vol.1, pp. 1-29, https://doi.org/10.1155/2021/6615899.

[33] M. Stroppa, "Legal and Ethical Implications of Autonomous Cyber Capabilities: A Call for Retaining

隨著大數據技術的不斷進步，各國必須持續加強技術能力，完善法律與倫理框架，確保這些技術能夠在安全且合規的前提下應用，以應對日益複雜的戰場挑戰。對於軍事應用而言更是危機四伏。數據質量和準確性問題亦不容忽視，軍事大數據應用中，數據來源錯綜複雜且質量參差不齊，可能對分析結果的準確性造成影響，因此，未來在提升技術應用深度的同時，也必須加強數據治理，確保數據的高質量和可信度，才能真正發揮大數據技術的潛力。

柒、結語與建議

綜觀前述，大數據技術與人工智慧在現代聯合作戰中展現高度應用潛力，然我國實務推動歷程中亦面臨三項關鍵挑戰：一為資料分類與權限分級尚未標準化，限制跨單位共享效率；二為資料可信度與來源溯源機制不足，使 AI 輔助結果仍需仰賴人工作業驗證；三為現行 C4ISR 體系與 AI 模組整合度有限，導致資訊無法順利轉化為行動建議，產生決策延滯風險。有鑑於此，建議我國未來應從三方面著手：

（一）強化資料治理架構，建立資料標準格式、分類標準與資訊標記規範，提升跨域共享之可行性。

（二）推動模擬建模應用於平時演訓中，驗證 AI 系統在多變戰場條件下的實用性與穩定性，並納入人因評估，建構「人機協同決策流程」。

（三）促成國防與學研、產業界協作機制，進行演算模型之安全驗證與倫理評估，提升 AI 部署信任與落地基礎。

自 2025 年起，美、英等北約國家均強調「數據即戰力（Data as a Weapon）」為軍事數位戰略核心原則。我國亦應審慎規劃，以「資

Human Control in Cyberspace," *Ethics and Information Technology*, 2023, Vol.25, No.7, https://doi.org/10.1007/s10676-023-09679-w.

料治理」、「演算驗證」、「組織協作」為主軸，推動具前瞻性之大數據軍事應用政策，方能於未來多域作戰環境中確保決策優勢與國防自主發展。

The Application of Big Data Analytics in Modern Warfare

Hung-Xin Li

Management College, National Defense University

Abstract

Big data analytics have become a pivotal force in reshaping modern military operations, particularly in enhancing operational awareness, decision-making precision, and multi-domain resource management. This study investigates the integration of big data technologies within Taiwan's defense framework, focusing on real-time decision support, logistics optimization, and battlefield simulations. While these applications significantly strengthen strategic agility, they also introduce challenges concerning data classification, system interoperability, and algorithmic transparency. Through case-driven analysis and literature review, this paper outlines the evolving role of AI-assisted wargaming and simulation modeling in force deployment and mission planning. The findings emphasize the urgent need to establish robust data governance mechanisms and cross-domain validation protocols to ensure the reliability, security, and ethical alignment of data-driven systems in complex threat environments. As global powers increasingly adopt a "Data as a Weapon" strategy, Taiwan must proactively align its digital transformation with allied standards to sustain deterrence and enhance defense autonomy.

Keywords：Big Data Analytics; Military Decision-Making; AI-enabled Wargaming; Simulation Modeling; Data Governance; Multi-Domain Operations; Taiwan Defense Strategy