

資訊化核生化戰場管理系統之研究

(Study of NBC Battle Information Management System)

作者簡介

作者賴焜燦上校，陸軍官校正 72 年班、砲校正規班 140 期、國防大學陸院 85 年班、私立開南大學資訊管理研究所碩士研究生，歷任排長、連長、營長、陸總參謀、國防大學陸院教官，現任本校總務處處長。

作者張根育少尉，國立台灣大學化工所博士，化校義務役預官班 96-1 期，現任本校化學組教官。

提要

- 一、美軍現行發展之核生化戰場管理系統包含聯合警報系統(Joint Warning and Reporting System, JWARN)、聯合危害效應模擬模型(Joint Effects Model, JEM)、聯合作戰效應模擬集成系統(Joint Operational Effect Federation, JOEF)等三大總成。此三套系統規劃成系統中子系統之設計，使JWARN、JEM、JOEF可內部通聯與操作，配置於指揮、管制、通訊、電腦、情報、監視與偵檢系統(C4ISR)中，提供戰術指揮、作戰指揮與戰略指揮官全方位核生化狀況警覺(Situational Awareness)，達到迅速即時、正確、全面與周詳之應變計畫決策擬定與下達。
- 二、JWARN提供在所有梯次編隊層級一個即時警告與報告之作戰性能，可即時收集、分析、報告、確認、落點與傳送核生化和毒性工業化學物質(Toxic Industrial Material; TIM)之危害資訊，透過自動接收感測器警告資訊與該位置之氣象資料，立即完成下風危害區域顯示於共同作戰圖像(Common Operational Picture, COP)，在2分鐘內可發出危害區內警告與自動產生與傳送核生化1號報告，與C4ISR系統的一個整合元素。
- 三、JEM具有模組化與模擬核生化與毒性工業化學物質之危害效應功能，可預測出危害區內致命濃度之變化與分布，可結合JWARN之下風危害區域圖疊合，顯示於共同作戰圖像，提供指揮官某一作戰位置的致命濃度與毒劑雲到達所需時間，能支援作戰指揮官擬定與下達正確且即時之決策，更能有效降低對作戰部隊之損害。JEM配置層級為營級與營級以上之作戰指揮中心與戰略指揮中心。

- 四、JOEF 提供模組化和模擬分析之性能，支援詳細與危機行動規劃、動態及協同幕僚之行動，及額外分析能力，以決定及評估核生化武器或災害對於軍事作戰行動之衝擊，並有效支援作戰行動與風險層級之評估、運用核生化防護與資源之戰備整備評估及 JWARN 以即時模式結合，執行先期計畫與分析，據以支援核生化作戰替代方案。JOEF 配賦層級主要為旅級以上之戰略及作戰層級。
- 五、核生化戰場管理系統在核生化狀況下作戰扮演舉足輕重角色，一套完整管理系統可提昇戰場核生化狀況之警覺，達到全維布局，並可提供指揮官下達決心之重要參考依據，已成為世界各國發展重點，本文藉由對美軍發展聯合核生化戰場管理系統及本軍發展現況作一探討，期能提供本軍未來發展規劃之參考。

壹、前言(Introduction)

核生化防護之原則係由監偵、維持、防護與布局所構成(如圖 1，註1)，其中核生化布局為核生化防護之核心，唯有良好的全維布局，方能對戰場空間危害有全般瞭解，提升戰場空間之核生化狀況警覺，及維持戰力並達到最大作戰效益。核生化布局即是核生化監偵的指管系統，藉由核生化戰場管理系統將核生化監偵資訊整合，提供指揮官風險管理與作戰計畫擬定，遂行污染迴避、防護或消除等核生化防護作業。在此以往，並無數位自動化的戰場管理系統，因此，缺乏自動擬定計畫及決策輔助之戰場管理資訊化系統，亦欠缺模擬評估危害之戰場分析數位化工具，亦沒有早期警告之整合(意即無法提供選擇性警告，感測器網路介面無法整合，使警告所需時間長)，造成在時效內立即發布警告與擬定即時且正確的行動方案無法達成。上述這些缺點無法達到核生化防護的危機處理原則所需的「時效性」與「準確性」，因此，近來世界各國均致力發展數位化且適合聯合作戰的核生化戰場管理系統，達到核生化防護作戰要求，積極提升「早期預警、正確決策、快速應變、維持戰力及提昇效率」之功能。

註1 作者依美軍 2003 年化生防禦計畫(Cheical Biological Defense Program, CBDP)將化生放核(CBRN)防護分為監偵(Sense)、防護(Shield)、維護(Sustain)、體現(Shape)等四大核心能力繪製而成。

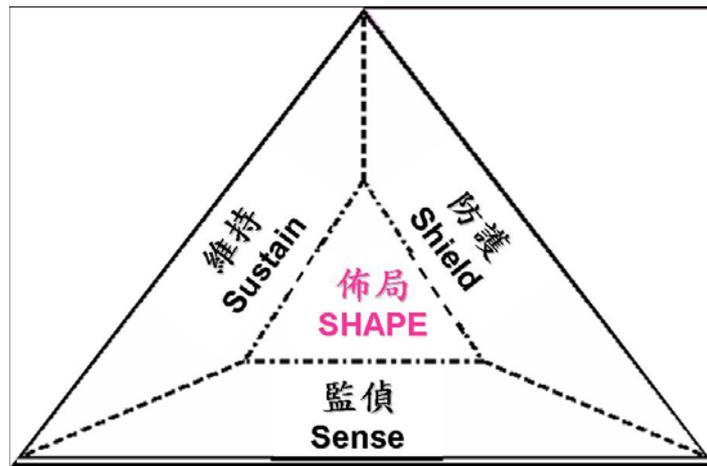


圖 1 核生化防護 4 大原則

資料來源:作者依美軍 2003 年化生防禦計畫(Chemical Biological Defense Program, CBDP)將化生放核(CBRN)防護分為監偵(Sense)、防護(Shield)、維護(Sustain)、體現(Shape)等四大核心能力繪製而成。

根據美軍聯戰準則 JP3-11-「核生化環境下聯合作戰準則」中明白指出，核生化環境下聯合作戰，首重污染迴避，而其成功與否，在於有效之核生化戰場管理系統。當前本軍積極籌建 C4ISR 之際，如何建置一套完整之核生化警告、回報及分析系統，則為未來核生化環境下有效確保戰力之關鍵。

未來核生化防護重點，係網狀中心之核生化防護架構，其中發展此架構最需要之一套整合系統，必須能夠整合感測器、資訊系統、防護系統與結果管理工具，亦須能共享資訊與核生化狀況警覺，此與 C4ISR 系統的發展目的相符，C4ISR 系統也是朝資訊共享的平台開發而開始。對聯合作戰而言，核生化戰場管理系統必須與 C4ISR 作整合，使核生化資訊顯示於共同作戰圖像，透過網路使各作戰單位共享核生化戰情資訊，因此，就核生化作戰或災害而言，所需的是一套能整合核生化資訊的核生化戰場管理系統。本文將介紹美軍發展的聯合核生化戰場管理系統(JWARN、JEM 與 JOEF)，並與我軍發展現況做分析比較，希可提供本軍發展規劃之參考。

貳、聯合警告與報告網路系統(Joint of Warning and Reporting Network, JWARN)

一、系統簡介

聯合警告與報告網路系統 (JWARN) 是美軍委託美國 Bruhn NewTech 與 Opterics 公司整合的一套核生化聯合警報系統，係用以警告部隊實際或預期核生化危害的主要方法，為降低核生化攻擊效應之關鍵，藉由 JWARN 提供聯軍報告、分析、傳送核生化戰劑或毒性工業化學物質 (TIMs) 之偵測、確認、位置及警告資訊，提昇各級部隊對核生化攻擊或災害之應變能力，有效降低損害並確保戰力。它透過分析及專門特定的 C4ISR 系統與網絡傳播緊急訊息，即時為作戰人員提供對 NBC 襲擊全面的警告能力，進而保護作戰部隊，以減少人員傷亡保護生命。

JWARN 是一個以電腦為基礎之應用，鏈結核生化感測器與 C4ISR 系統網路，即時提供報告與核生化狀況警覺 (NBC Situational Awareness)，JWARN 系統可提供全面的警告和報告能力，包括預防、緩解、響應和恢復。JWARN 具有兩大組成，一是操作於 C4ISR 系統的軟體；另一個物理構造之硬體元件-JWARN 組成介面儀器 (JWARN Component Interface Device; JCID)，提供感測器網路式物理連結與有線或無線連接感測器於 C4ISR 平台，JCID 採用先進的有線或無線網絡與核生化偵檢系統鏈接，為軍事 C4ISR 系統傳送預警、報告和警報。

JWARN 自動接收來自感測器網路的警報，產生下風危害區域圖，顯示於共同作戰圖像 (Common Operational Picture, COP)，產生警告訊息予危害區域內之單位，JWARN 亦提供監視與管理感測器網路方法。JWARN 以全自動方式取代現行耗時與失誤率高的手動報告、下風危害圖繪製與警告危害地區作業，可減少手動作業失誤，也大幅縮短從事故觀察到警告時間 (兩分鐘以內)，故可加強整個作戰區域的情況警覺與支援戰場人員遂行戰場管理任務。

雖然 JWARN 是依軍事聯合作戰概念所發展的整合警告及報告系統，但是美軍已認為軍事亦要延伸民間化生放核災害應援，因此美軍亦針對 JWARN 系統設計與民間系統做聯結，使得 JWARN 的多功能可延伸至民間災害救援。

2007 年 10 月 9 日，美國空軍網路戰爭司令部向新聞界闡述網路戰爭的理念，美國開發的 JWARN 將作為標準化、生、放、核警報系統，提供複雜的分析和響應能力，有助於降低 NBC 攻擊或災害的危害效應。JWARN 將配賦於各級指揮控制中心，由 NBC 防護專家及專業人員使用。系統可以自動發送或接收實際感測器

或探測器的數據，提供指揮官分析參考依據，並傳送警告資訊至戰場，JWARN 可提供數據處理、規劃與報告及對專用的 NBC 資訊，提高有限的 NBC 人員設施的效率，2009 年底 JWARN 可望進入量產階段。

二、配賦層級

JWARN 配賦至各級部隊，包含戰術(Tactics)、戰法(Operational)與戰略(Stragic)諸層級。圖 2 表示美軍將 JWARN 在聯軍各軍種甚至民間的規劃配賦狀態，可看出 JWARN 在聯合作戰中各軍種的配賦遍及各層級。以陸軍為例，將 JWARN 配賦到各級部隊的排、連、營、旅、師及軍團，並納入 GCCSA-陸軍全球指揮管制系統、AFATDS-先進砲兵戰術資料系統、FBCB2-旅及旅以下戰場指揮、JSLNBCRS-聯合輕型核生化偵檢系統等。

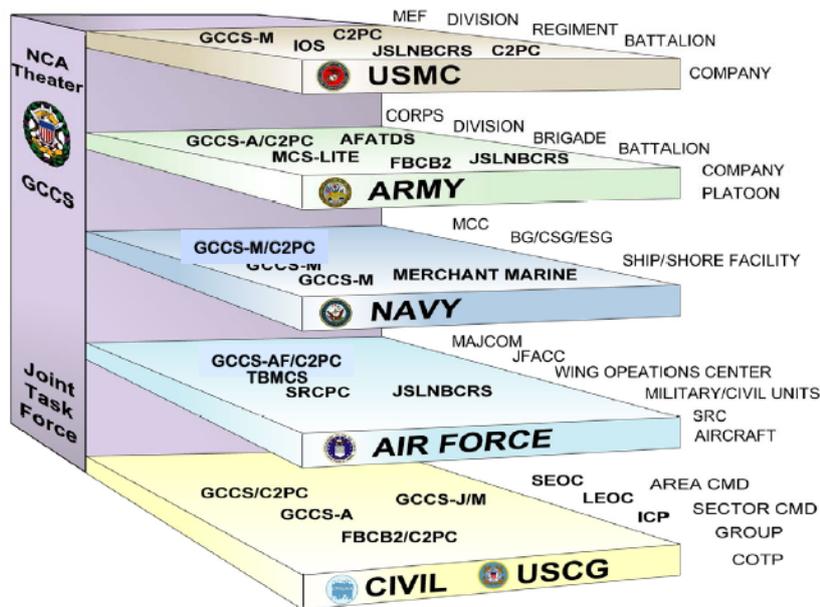


圖 2 JWARN 配賦至各級部隊

資料來源：Michael Steinmann, “Joint Warning and Reporting Network (JWARN) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007.

三、發展進程

- (一)第一階段：整合市售與政府現成產品，使警告和報告標準化。
- (二)第二階段：結合核生化偵檢系統、核生化警告及報告軟體模組與核生化戰場管理軟體模組，匯集於各軍種的C4ISR系統中，形成全面的聯合警告與報告網路能力。
- (三)第三階段：預籌產品改進，包括核生化作戰用的人工智慧模組、C4ISR系統相容的改進和未來偵檢器使用標準接口組件。

四、整合開發

JWARN 係商業套裝軟體開發整合，主要由美國 Bruhn NewTech 公司根據北約頒布的聯合技術公報(standard NATO Allied Technical Publication (ATP)-45 procedures)”之標準步驟進行軟體開發。如 ATP-45，JWARN 不僅美國陸軍，亦為北約所有成員國協同作戰而研製開發，主要是考量爾後反恐作戰及向海外派兵等任務需求。

五、組成

(一)軟體：

接收感測器與氣象觀測資訊，進行分析與下風危害圖繪製，自動產生核生化報告並發出警報，如圖 3。

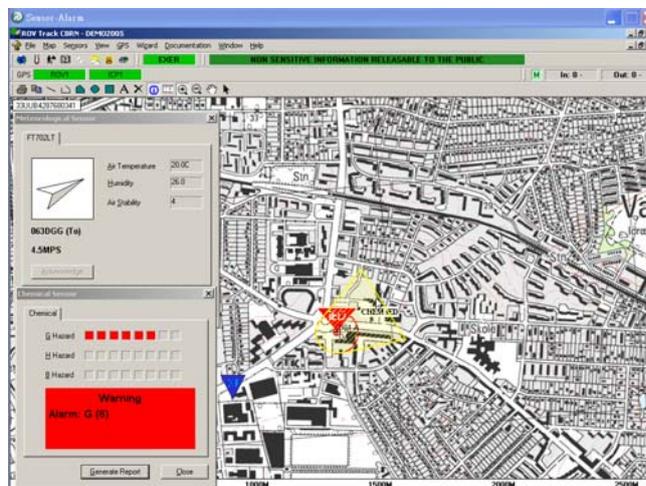


圖 3 JWARN 軟體

資料來源：Bruhn NewTech公司；www.bruhn-newtech.com。

(二)硬體：JWARN組成介面設施(JWARN Component Interface Device, JCID，如圖4)



圖 4 JWARN 硬體組成 JCID

資料來源：JPM Information Systems, "Joint Warning and Reporting Network (JWARN) Component Interface Device (JCID)", 2006

(三)功能：

- 1、感測器與 C4ISR 主系統 JWARN 的物理鏈結介面。
- 2、管理與安裝偵檢感測器網路。

圖 5 顯示偵檢器材透過 JCID 與 JWARN 主機軟體連結關係，透過 JCID 可將偵檢器材網路化，意即可將部署於戰場各處的核生化偵檢器與警報器，透過有線或無線網路，連結 JWARN 之主機平台，監視管理偵檢感測器，達到全維布局之效果。



圖 5 偵檢器、JCID 與 JWARN 聯結

資料來源：Bruhn NewTech公司；www.bruhn-newtech.com。

六、功能

- (一)JCID採用先進有線或無線網路與核生化偵檢系統鏈結，可使 C4ISR系統傳送告警、報告和警報。
- (二)自動發送或接收實際感測器/偵檢器的數據。
- (三)整合感測器數據。
- (四)自動接收氣象監測數據。
- (五)自動接收、分析、報告、確認、落點及傳送核生化武器與毒性工業化學物質資訊。
- (六)自動產生警告訊息，提供予危害區域內友軍部隊。
- (七)自動產生核生化報告。
- (八)監視、管理與測試感測器。
- (九)危害預測評估能力及下風危害區圖繪製(核生化損害性分析)。
- (十)內建線上緊急應變指南。
- (十一)煙幕作業與縱火計畫支援。

七、警告與報告性能及預測概要

JWARN 提供核生化專業軍官及指揮官更新共同作戰圖像上之核

生化威脅及毒性工業化學物質有關資訊。如前所述，JWARN 可配賦所有層級使用，提供友軍部隊有關可能污染資訊，除整合感測器資訊、產生下風危害圖與發出警告功能外，產生核生化報告也是 JWARN 程式中之重要功能，藉由瞭解 JWARN 在各層級與不同訊息上作用之重要性，可得知其如何在核生化警告與報告系統中扮演一個有效工具之重要角色，核生化報告簡介如次：

(一)核生化1號報告-觀察者報告

如 JWARN 功能與組成介紹，戰場部署的感測器透過 JCID 連結於 C4ISR 之 JWARN，此時 JWARN 可自動接收感測器數據，視為一個觀察者的資料，立即產生核生化 1 號報告，快速、正確且自動分布與傳送 1 號報告至各層級。在感測器及偵檢警報器發出警報時，JWARN 自動在 2 分鐘內向各指揮鏈傳送核生化 1 號報告。

(二)核生化2號報告-評估報告

整合一個以上之 1 號報告，公布於共同作戰圖像，1 號報告立即移除，此報告為營級以上所產生，隨後傳送至所有更高或更低層級及臨接友軍。

(三)核生化3號報告-立即警告預測污染與危害之報告

旅級以上核生化作業中心，在 C4ISR 平台上運用 JWARN 與 JEM 作業產生，此外，JEM 所預測出毒劑雲濃度分布也顯示於此報告中，以提供一個污染區域更詳細的分析，隨後傳送至所有更高或更低層級及鄰接友軍。

(四)核生化4號報告-偵檢、監視與調查報告

為確認污染位置，由偵檢人員實際執行偵檢(測)作業而產生，此報告被傳送至核生化作業中心的 JWARN 使用，產生污染報告。

(五)核生化5號報告-實際污染區域報告

由核生化作業中心依據 4 號報告中的資訊而產生，顯示污染區域，傳送至所有更高或更低層級及鄰接友軍。核生化 5 號報告是位在 C4ISR 平台上的 JWARN 主機所產生，傳送給所有位於下風危害區之部隊。

(六)核生化6號報告-詳細資訊報告

由營級所準備，對於攻擊資訊之總結。

參、聯合危害效應模擬模型(Joint Effects Model;JEM)

JEM 是美軍委託美國 Northrop Grumman Information Technology 公司所整合，為提供武裝部隊和其他政府單位的危害預測軟體系統，為美國國防部認證通過之空氣輸送與擴散模型(atmospheric transport and diffusion model)，可提供準確預測及模組化核生化和毒性工業化學物質災害效應的時間程序衝擊(time-phased impact)，經由網路瀏覽器，可呈現核生化事件的危害區域與效應之視覺圖像。JEM 可根據事故現場狀況或使用者輸入之數據實施計算模擬，產生危害區致命或效應濃度分布的變化，亦可模擬毒害濃度隨時間的變化，將計算結果和視覺模型與地圖重疊後回傳，顯示完整的有害核生化釋放之效應。JEM 濃度分布模擬圖，可疊合在 JWARN 所繪出的下風危害圖上，結合下風危害與濃度分布，加上 JEM 模擬出的結果傳送至 JOEF，評估對任務風險的分析與完成行動計畫之建議，供指揮官研擬最佳且最迅速正確的行動方案。

一、JEM任務

(一)支援核生化防護措施。

- 1、提供即時預測危害資訊，保持作戰戰力。
- 2、強化戰場狀況警覺(Battle Situational Awareness)。
- 3、維持地面、空中與海上作戰步調。

(二)支援國土防衛。

二、JEM使用者

營級以上，自戰術層級至戰略層級之作戰指揮中心。

三、JEM性能

(一)預測核生化/毒性工業化學物質危害及其效應的傳播與散布。

(二)模擬與預測結果可顯示在共同作戰圖像，使共同作戰圖像可顯示及追蹤核生化災害效應，加強共同作戰圖像之功能。

(三)可配置於C4ISR平台上，作戰與戰術層級C4ISR系統可整合模式操作，亦可單機作業。

(四)JEM可整合於JWARN系統中作業，成為JWARN功能選單之一，可與JWARN、JOEF、氣象系統、情報系統及多種資料庫做內部介面化與聯繫溝通，也可將結果提供其他可鏈結JEM網路介面之系統。

(五)整合目前最佳的危害預測科技與技術成單一危害預測模型，

為一最佳且最成熟之技術且能明確標示威脅之一種全方位圖譜，包含危害濃度預測及分布。

四、JEM模型整合

- (一)美軍整合計畫區分為三代，第一代時程自2004迄2006年，主要整合HPAC、VLSTRACK與D2PC三個模擬模型(註2)，之所以要整合多種模型，係因每個模型所使用的危害散布，模型各有其優缺點，且有不同的適用條件，如化學、生物危害分別根據不同之模型，來做最佳危害預測。第二代時程自2006迄2008年，第三代時程為2008至2010年。
- (二)隨著開發時程演進，JEM加入更多不同的危害模擬場景，使危害濃度模擬，更符合各種實際場景狀況。
- (三)第一代著重在簡易的開闊地場景之危害空氣散布模擬預測模型，第二代模擬場景與擴增功能包含城市環境模型、沿海地區、高空飛彈攔截效應模型(HAPPIE)、預測來源位置與來源種類、預測死亡與失能程度-從最初始到延遲至180天與利用效應計算人口遷移。第三代則擴增水衍生危害模擬、複雜結構危害、建築物內部與污染/感染疾病預測。

五、JEM軟體介紹

圖6為JEM軟體模擬沙林毒劑在某地形氣候條件下之模擬結果，如圖所示，JEM可將危害區域中的危害濃度分布清楚標示在圖形上，以顏色區分不同的危害濃度(LCt50)或傷亡率，在圖上深藍、淡紫、淺藍與黃色分別代表10%、30%、50%與90%致死濃度區域範圍，這些不同濃度區域的顏色顯示，可以手動更改每個區域所顯示之顏色。(如註³)

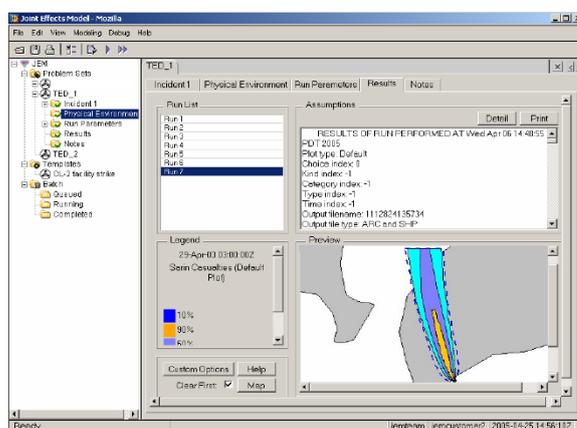


圖 6 JEM 範例

資料來源：John Pace, “Overview of Hazard Prediction Modeling Program”, CBIS S&T Conference, 2005.

註2 Tom Smith, “Joints Effects Model (JEM) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

註2 John Pace, “Overview of Hazard Prediction Modeling Program”, CBIS S&T Conference, 2005.

事實上，美軍目前的JEM軟體並未臻成熟階段，係因實際化生放核或毒性工業化學物質災害中，有許多不同可能的場景會發生，然而，對於危害區域濃度的預測所利用的高斯煙流散布模型中，其關鍵的數學模型並無法滿足所有可能的場景，如城市環境、沿海環境、建築物內部及由水衍生的毒物釋放等，這些環境的大氣輸送並非如一般開闊地單純，若要得到一個仿真程度高模擬結果，則必須將這些場景有關流體力學之複雜因素亦納入考慮，而美軍刻亦正積極與業界、學界或國防單位共同研製更完整的JEM第2代及第3代，其效能更能符合所有場景之危害效應。

城鎮場景需要乃基於城鎮戰的高度可能性，但因城市建築物密集，會造成毒氣煙流會與密集建築物有所接觸且發生作用，這些作用的強弱與許多因素有關，包括煙流高度、建築物密度、平均建築物高度與寬度及建築物陣列是方形或交錯構成等等，這些實際干擾因素造成第1代JEM所使用的開闊地散布模型無法全然適用。如圖7(a)所示，一個毒氣煙流經過建築物的阻擋或隔絕，可能會造成煙流方向或強度的轉變，這些複雜的因素都造成毒氣煙流危害濃度預測模擬準確性，圖7(b)為第2代JEM納入城市模型之介面。(如註4)

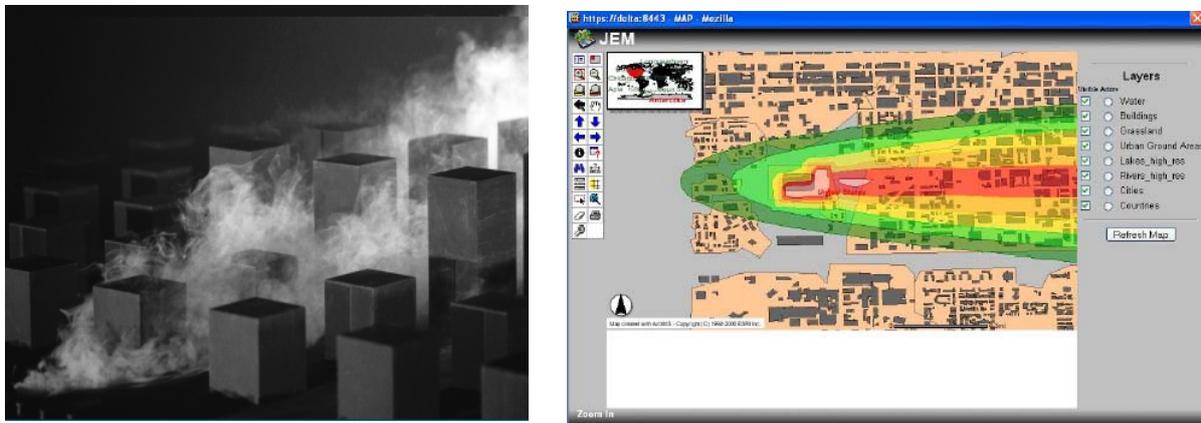


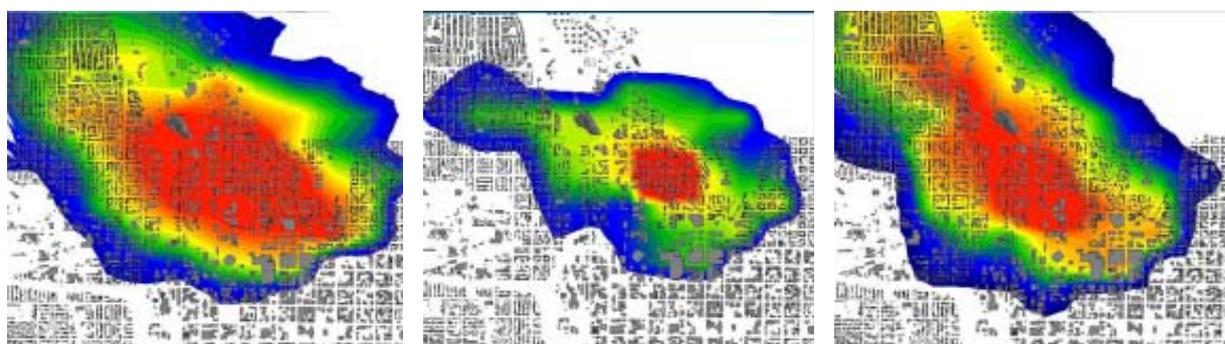
圖7(a)(b) 城市場景之煙流模型

資料來源：Ian Griffiths, David Brook, Paul Cullen, “Urban Dispersion and Data Handling in JEM”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

下圖8可明顯顯示：在城鎮場景下，考慮城鎮模型與不考慮城市模型所模擬預測危害濃度分布所造成的差異，以複雜城鎮模型所預測出來的結果較接近於實際所觀察的現象，而以一般空曠地的空

註4 Ian Griffiths, David Brook, Paul Cullen, “Urban Dispersion and Data Handling in JEM”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

氣散布模型所預測的危害濃度分布則和實際有所出入，由此可見危害模擬模型的複雜性。此外，第2代JEM也將整合高空飛彈攔截地面效應之模擬模型(HAPPIE)，將可預測裝載有化學武器之飛彈所造成地面濃度效應，如圖9所示。



(a)實際觀察濃度分布 (b)開闊地散布模擬 (c)城市模型模擬

圖8 比較城鎮環境以不同模型模擬與實際觀察之比較

資料來源：Ian Griffiths, David Brook, Paul Cullen, “Urban Dispersion and Data Handling in JEM”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

上述JEM模型，均僅侷限於利用空氣輸送的散布場景，然而由水衍生散布的化學武器與毒性工業化學物質亦無法摒除在外，第3代JEM也將水衍生散布的場景納入開發計畫，如圖10所示，水衍生散布方式若以空氣散布模型進行危害預測，會得到較狹窄的預測危害濃度分布，與實際情況差異甚大。(如註5、6)



(a) 空氣散布模型

(b) 水衍生戰劑散布模型

圖9 高空飛彈攔截地面效應之模擬模型

資料來源：Elena Abadjieva, “HAPPIE-The Dutch Ballistic Missile Intercept Consequence Simulator”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

註5 Matthew C. Ward, P.E., “Waterborne Chemical Agent Transport Modeling Capability Transport Modeling Capability”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

註7 Elena Abadjieva, “HAPPIE-The Dutch Ballistic Missile Intercept Consequence Simulator”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

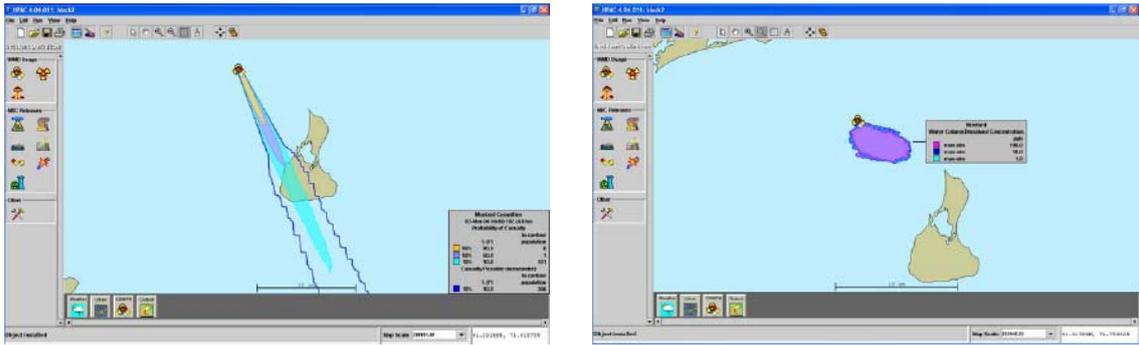


圖10(a) (b) 分別以不同模型預測由水衍生化學戰劑之危害濃度分布
 資料來源:Matthew C. Ward, P.E., “Waterborne Chemical Agent Transport Modeling Capability Transport Modeling Capability”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

六、ALOHA危害預測軟體

鑑於JEM完整軟體資訊獲得不易，無法獲知模擬軟體在危害預測與應變上的重要性，本文簡介市面上可獲得的危害預測軟體，以加深對JEM功能之認知。坊間有許多危害濃度分布模擬軟體，其中，最常見的莫過於美國環保署所開發的ALOHA(Areal Location of Hazardous Atmosphere)，ALOHA為民間常用的毒物外洩或釋放模擬軟體，可在美國環保署網站上下載其軟體與完整使用說明書。簡要介紹ALOHA軟體功能與特性如次：

(一)模擬模型

ALOHA模擬軟體所使用的理論是利用空氣散布模型(Air dispersion model)，以估計與預測化學毒氣雲移動和散布情形。ALOHA所使用的理論模擬模型為高斯煙流擴散分布模型(Gaussian plume diffusion model)與重氣體擴散模型(Heavy gas dispersion model)等兩種，ALOHA軟體之所以要使用一種以上模型來模擬，係因許多不同的因素會造成不同的擴散，往往一種模型是無法模擬出各種符合實際的狀況，因此，要發展一套全方位的模擬軟體，實為不易。

1、高斯分布模型

空氣散布包含兩部份，其一為空氣水平流動advection moving，是順風方向傳送(downwind transportation)；另一為空氣擴散(diffusion)，亦指毒氣雲之擴展(spreading)，為與風切方向之傳送(crosswind transportation)，圖11可概略表示高斯分布這兩種散布概念。高斯分布的理論基礎是機率的常態分布

(normal distribution)，圖左為高斯分布風切傳送，圖右為高斯分布之順風傳送。(註7)

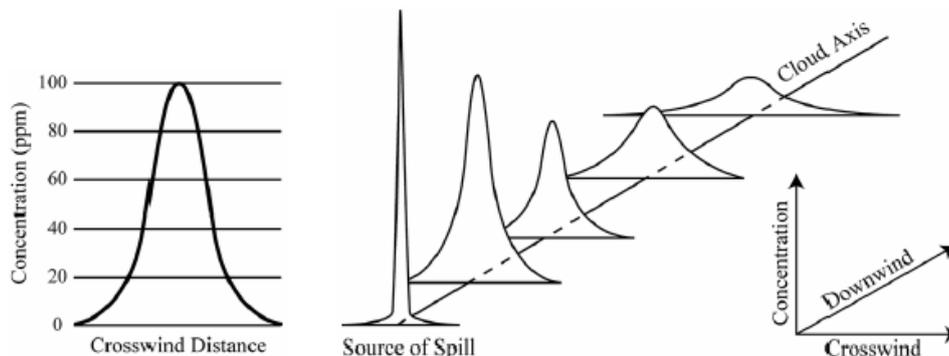


圖 11 高斯散布模型。

資料來源：美國環保署ALOHA危害預測軟體與說明書。網址：
www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm

高斯模型預測毒氣在空氣中散布與傳送，其限制係因此毒氣的密度須與空氣相近，亦即其浮力與空氣差異不大者，如此高斯模型中所考慮的毒氣散布，在空氣中傳送之驅動力-風與空氣的擾動，才能準確的預測。

2、重氣體傳送模型

高斯模型僅適用於與空氣密度浮力差不多的毒氣，而針對密度比空氣大者，在開始時會有下沉(slump)或吸入(sink)的現象，初始重力使其擴展，在離下風遠處，由於污染氣體稀釋，使其密度接近於空氣，此時氣體傳送，則轉變成自然浮力氣體的行為，通常而言，此點發生在約為濃度下降至1%以下時，重氣體散布概念，如圖12所示。就是因為重氣體會兩階段不同的散布情況，故ALOHA軟體針對重氣體採用DEGADIS模型來做模擬預測。

在ALOHA所顯示危害區域中，可自行設定危害濃度顯示標準，可依需要選擇AEGL、ERPG、TEEL或是IDLH來做顯示濃度值。

註7 美國環保署 ALOHA 危害預測軟體與說明書。網址：
www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm

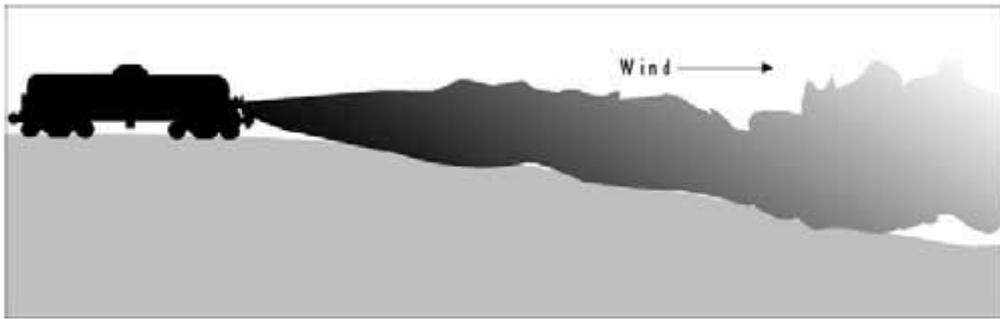


圖 12 重氣體擴散模型

資料來源: 美國環保署 ALOHA 危害預測軟體與說明書。網址：
www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm

(二) ALOHA 操作實例介紹

以丙烯腈毒物外洩或釋放為例，所假設條件為風速每秒2.5公尺，於3公尺高處測量數據，當時溫度30°C，大氣穩定度為3級，相對濕度50%，所處環境是多障礙環境，設定顯示危害濃度範圍利用EPRG三個值來顯示，分別為：紅色(EPRG-3,75ppm)310公尺，橘色(EPRG-2,35ppm)460公尺，黃色(EPRG-1,10ppm)817公尺。

ALOHA 軟體依照毒物種類和實際環境來選擇使用高斯煙流模型或重氣體擴散模型來模擬計算估計，依照丙烯腈在輸入天氣條件下，應為密度比空氣重的氣體擴散模式，因此，ALOHA 自動選擇重氣體模型運算，為比較其結果，先以高斯煙流計算，其結果如圖 13，利用重氣體模型模擬結果，如圖 14。

圖 13、14 比較結果，可明顯看出，以重氣體模型所造成的擴散效應濃度的距離比利用高斯煙流擴散的結果來的大許多，由此可見，在緊急應變上，若選擇不適當的模型來預測濃度分布，將會造成錯誤之濃度預測，當然，便造成不當之應變決策。重氣體模型之所以會有較大擴散距離，乃基於前述重氣體兩階段擴散的特點，俟第一階段重氣體由於重力擴散伴隨著濃度稀釋到密度和浮力與空氣相近時，則進行與高斯煙流相同的擴散模式，因此，重氣體會比輕氣體有多一階段擴散效應，造成擴散距離較長。

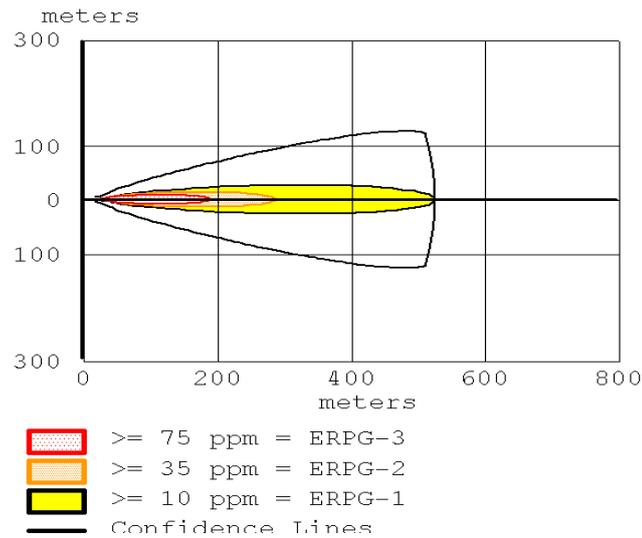


圖 13 ALOHA 軟體運用高斯煙流計算結果圖
資料來源：軟體執行結果

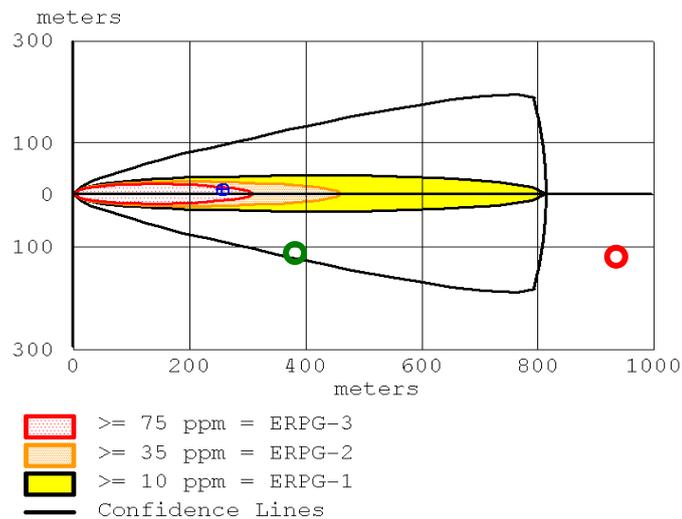


圖 14 ALOHA 軟體運用重氣體散布模型計算結果圖
資料來源：軟體執行結果

ALOHA 軟體的另一特點，是可以預測某一點的濃度且毒劑雲擴散到此點的概略時間，這對化學災害攻擊後應變處置作為相當重要，唯有正確預測毒劑雲到達的時間，才能在時間內採取最適當的應變措施。在圖 14 重氣體模擬結果中，選擇 3 個點(分別為藍、綠、紅點)實施測試。由圖 15 可看出，藍點位置(下風 256 公尺、北方 10.7 公尺)濃度均超過 EPRG-1、EPRG-2、EPRG-3 之濃度界線，且濃度峰約在 2 分鐘左右達到最大值，因此可概估毒劑雲約在兩分鐘散布到藍點位置；而綠點位置(見圖 16) (下風 360 公尺、北方 21.3 公尺)濃度只超過 EPRG-1 之濃度界線，且濃

度峰約在 2.5 鐘左右達到最大值，因此，可概估毒劑雲約在 2 分半鐘散布到綠圈點位置處；至於紅圈位置(見圖 17) (下風 787 公尺、北方 5.33 公尺)濃度最高約等於 ERPG-1 之濃度界線，且濃度峰約在 4.5 分鐘左右達到最大值，因此，可概估毒劑雲約在 4.5 鐘散布到綠點位置處。這些資訊已足以提供指揮官做出對某特定位置的應變處置，包括可應變之時間。

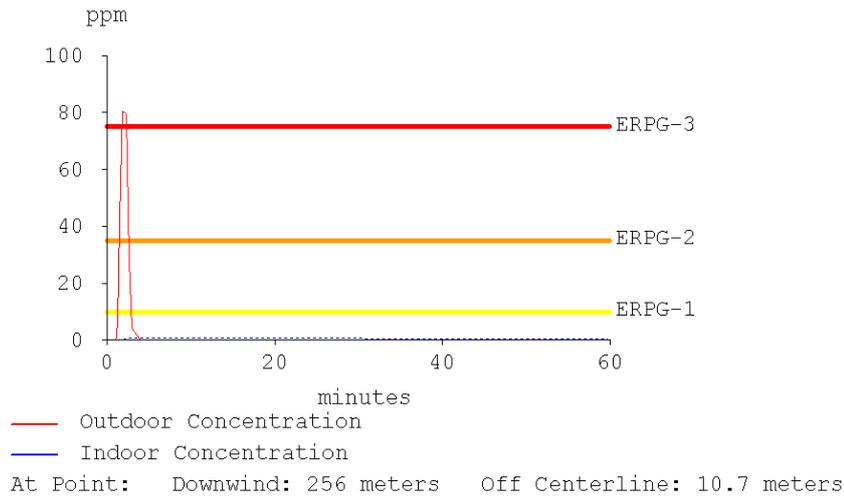


圖 15 藍點位置之濃度與時間關係圖

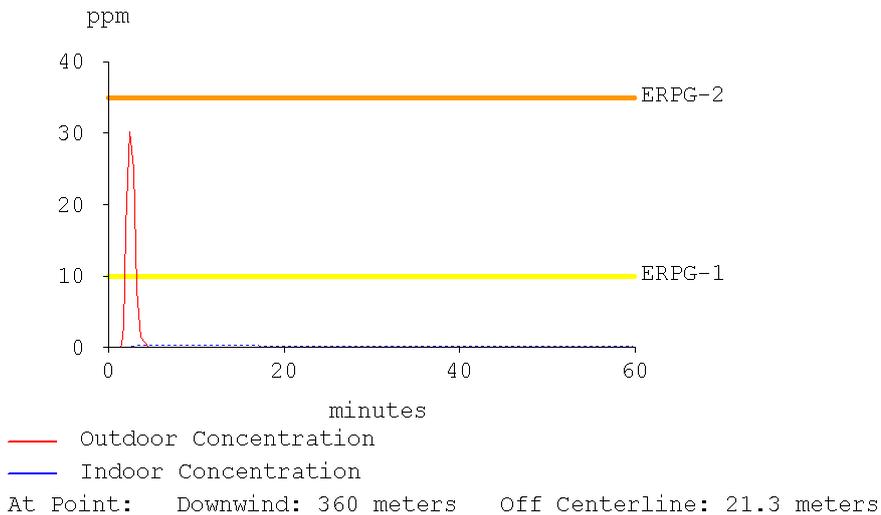


圖 16 綠點位置之濃度與時間關係圖

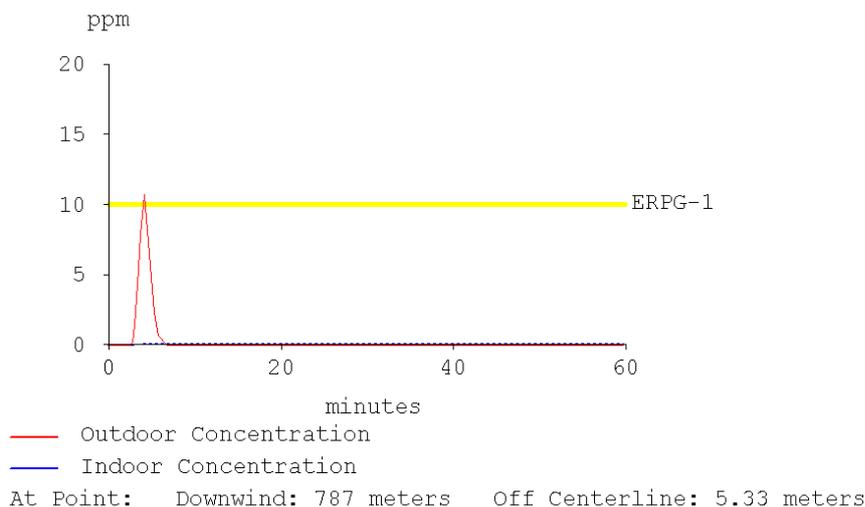


圖 17 紅點位置之濃度與時間關係圖

肆、聯合作戰效應集成系統(Joint Operational Effects Federation, JOEF)

聯合作戰效應集成系統(JOEF)是一套支援核生化作戰或行動影響的模擬集成，具有認證核可之預測、模型化及模擬性能，支援詳細與危機行動規劃、動態及協同幕僚之行動，及額外分析能力。它最主要使用者的介面是聯合警告與報告網路系統(JWARN)，亦是以網路為基礎應用的使用者介面。JOEF 最基本的角色是提供模型化和模擬分析的性能，以決定及評估核生化武器或災害對於軍事行動之衝擊。亦可提供戰時行動與風險層級的評估、運用核生化防禦與資源之戰時準備的評估及 JWARN 即時模式結合進行先行計畫與分析，以支援核生化作戰替代方案。

一、JOEF 之產生

核生化攻擊或災害之應變，長期以來是非常被重視的課題，由於核生化物質本身的危險特性，較不可能實際用來做訓練、任務計畫、觀念養成或任務有關之測試，因此，模擬(Simulation)正是最佳的解決方案。核生化效應模型與模擬是被設計成可改善作戰技能與發展對於能有效在污染環境下作戰與作業所需的觀念和性能，更能維持一個作戰軍隊。然而美國國防部現有的模型化與模擬系統(Modeling and Simulation; M&S)並未包含一個認可的且能完整表示整個戰場空間環境之系統，JOEF 因此產生。

對參與聯合作戰部隊而言，最重要的需求，係能於核生化威脅環境下有效確保戰力。因此，在所有層級的核生化戰場管理，指揮

官必須具備下列能力：

- (一)快速並有效地確認與不同行動路線與方案有關的風險。
- (二)提供即時的核生化戰場空間的現行效應/衝擊狀態的描繪。
- (三)經由早期、直接警告來提供即時資訊。

為了滿足上述各級指揮官與相關支援任務(如訓練、預演、任務計畫、觀念及戰術技術與步驟之發展)的需求，形成 JOEF 發展需求。

二、JOEF 目標

- (一)整體目標：提供模型化及模擬(M&S)分析性能，以評估核生化武器對軍事行動的衝擊。
- (二)經由整個系統中各種元素的內部關係與效應，分析作戰要項與學說。
- (三)根據感測器的運用安裝、核生化資源、醫療資源，評估此一裝備的效能。
- (四)評估單兵和團體在執行聯合作戰之基本任務能力。
- (五)評估在核生化條件下，單兵執行目標基本任務能力與軍事作戰衝擊。
- (六)評估核生化威脅衝擊及提供風險等級與預測衝擊等級(傷亡、衝突的產生)。
- (七)JOEF工具具備下列功能
 - 1、決定核生化防護效能。
 - 2、提供執行核生化防護之需求工具。
 - 3、提供評估戰術、技術、步驟與學說發展工具。
 - 4、提供評估新技術與觀念的工具。
 - 5、提供預演計畫工具。

三、JOEF 角色

主要角色是支援士兵及指揮官評估核生化武器(災害)對軍事行動之衝擊，近程是支援戰時作業(戰)及詳細計畫及分析，遠程是一個即時決策制定的功能，提供電腦協助決策支援工具，協助士兵及指揮官評估和降低核生化狀況下，戰力下降與損害程度。

四、JOEF 使用者

旅級戰略與作戰層級指揮官、聯軍指揮官與幕僚、核生化作業中心。

五、JOEF 協助核生化軍官執行事項如次：

- (一)戰場情報準備。
- (二)任務分析。
- (三)損害性評估。
- (四)個人全身防護等級或其他人員防護裝備之技術建議。
- (五)作戰暴露之指導。
- (六)偵檢與監視評估。
- (七)人員安全範圍。
- (八)傷亡人員之可能衝擊(利用JEM)。
- (九)敵軍或友軍行動之發展。
- (十)掩護作戰之作業。
- (十一)防禦措施。
- (十二)風險降低評估。
- (十三)緩和技術與預警(偵檢、測)器部署。
- (十四)健康支援與醫療協調之需求。
- (十五)估計後勤需求。
- (十六)提供審慎計畫。
- (十七)提供作戰行動路線建議。

六、JOEF 處理步驟

- (一)自JWARN所產生感測器報告中予以模型化威脅的作戰警覺。
- (二)整合一個軌跡或某位置上的時間濃度(固定設施、移動部隊、機動車輛、單兵或集體)，以計算暴露劑量。
- (三)調整隨著穿透係數(attenuation factors)變化之濃度(如因作戰步驟、污染迴避、個人與集體防護或除污造成的污染濃度下降)，計算暴露濃度調整後所造成之劑量。
- (四)隨後JOEF以這些劑量估計固定設施移動部隊、機動車輛、單兵或集體的衝擊等級，此衝擊將利用整合沿著設施、部隊、車輛或個人位置所在地的濃度與時間關係來完成計算。
- (五)在計算完衝擊與風險的時間關係後，此衝擊將以人員在不同劑量危害等級(無、低級-保護眼睛以免發生瞳孔縮小或結膜炎或胸緊悶之症狀、中級-需要面具保護肺部、高級-需要防護服保護皮膚)來做測量，風險則依據劑量危害等級與發生可能性來做測量，JOEF使用美國國防部之風險評估定義，實施無、低、中及高之風險評估，而後衝擊將利用整合沿著設施、部隊、車輛或個人位置所在地的濃度與時間關係來完成計算。

(六)JOEF接著利用衝擊的時間輪廓來預測在設施內作戰效果，包含在有核生化狀況下維持作戰的應變行動與防禦行動。

JOEF之執行概念(如圖18)，係根據JWARN與JEM之資訊，程式化產生任務衝擊分析、醫療衝擊分析、後勤衝擊分析、計畫與行動比較等，規劃出風險最小之縝密作戰計畫。

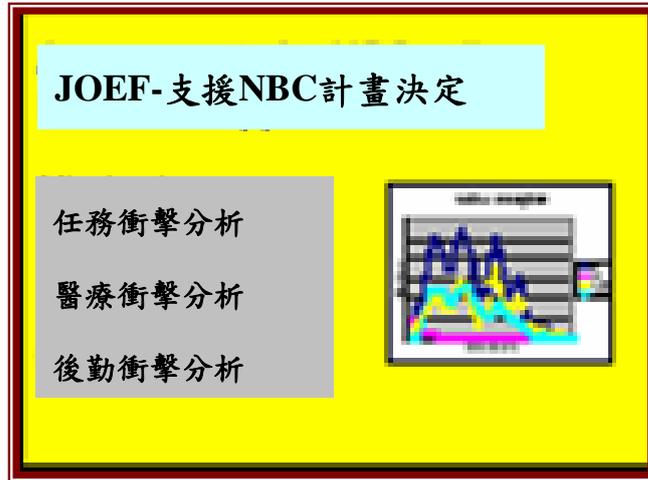


圖18 JOEF執行概念

七、JWARN、JEM 與 JOEF 之相互溝通與作用(如圖 19)

JOEF可以整合於JWARN的功能選單，也可單機作業，JOEF整合於JWARN中，使JWARN不單只是報告與警告系統而已，JOEF亦整合JEM所預測模擬出之危害濃度數據結果，使JOEF進行行動路線與計畫之分析、訓練和任務演習上更具完整性及準確性，提供指揮官一縝密之作戰計畫。

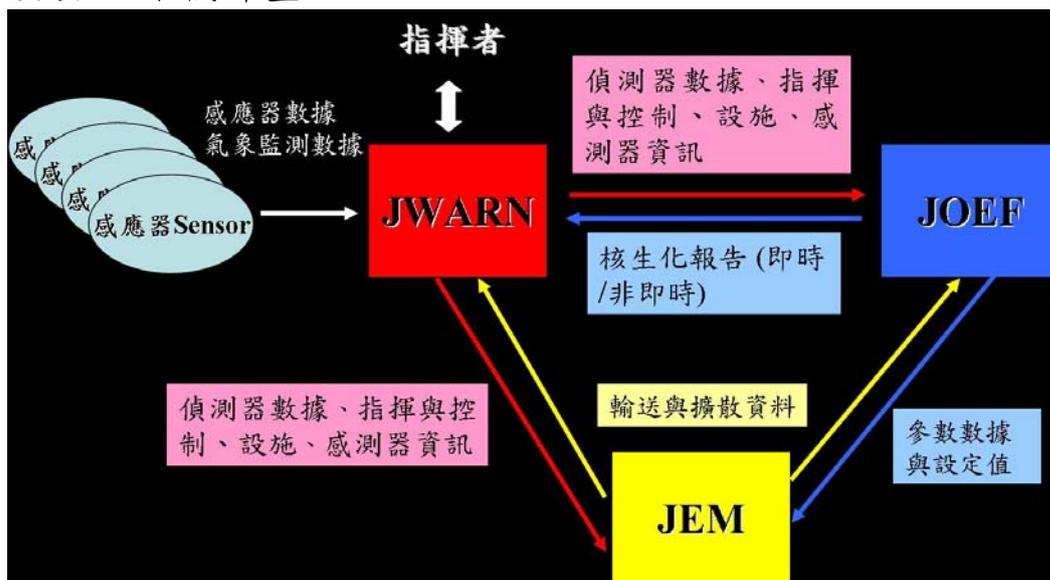


圖19 JWARN、JEM與JOEF相互作用關係。

資料來源：作者自繪。

八、JOEF 軟體範例

JOEF的作用可區分為災害發生前與災害發生後，以下為JOEF整合於JWARN功能選單，配合JEM危害濃度預測模擬結果之部分軟體功能。

(一)核生化災害發生前-審慎計畫與危機計畫

如圖20所示，JOEF利用在JWARN功能上顯示JEM所模擬出的危害濃度分佈，估計出某位置人員的風險評估，提出審慎續密計畫。(註8)

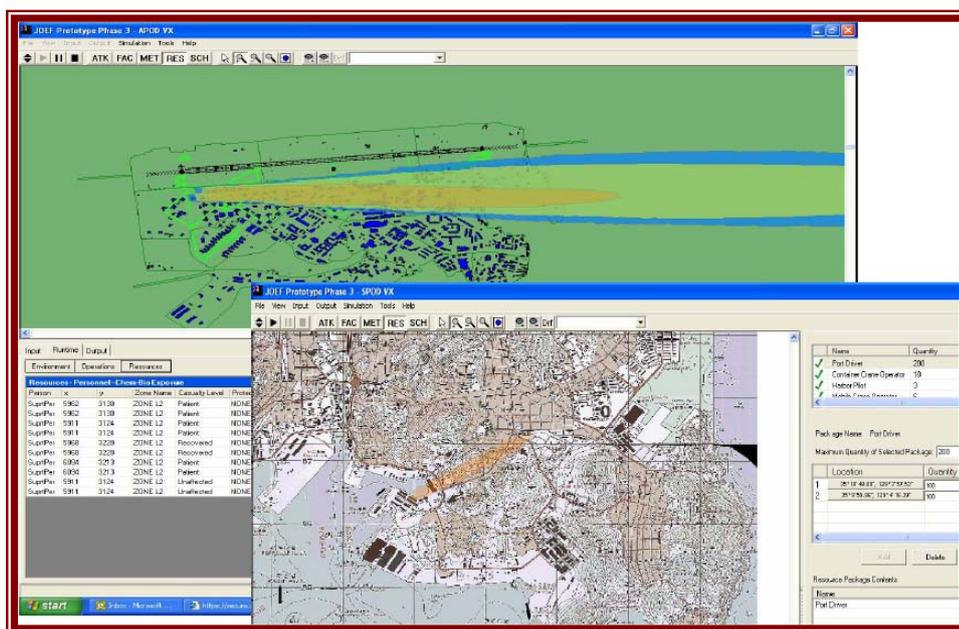


圖20 災害發生前之續密計畫

資料來源: Kathy Houshmand “Joint Operational Effects Federation (JOEF) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

(二)核生化災害發生後-事故應變與後果管理(圖21及圖22)

災害發生後，JOEF估計某戰劑暴露下對作戰行動之風險評估，可依據工作層級-輕度、中度與高度，分別計算臨界濃度、失能濃度與致死濃度，以綠色表示安全，黃色表示接近風險，紅色則表示高度風險，顯示於表格內，作為災害事故應變及管理之依據。(如)

註8 Kathy Houshmand “Joint Operational Effects Federation (JOEF) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

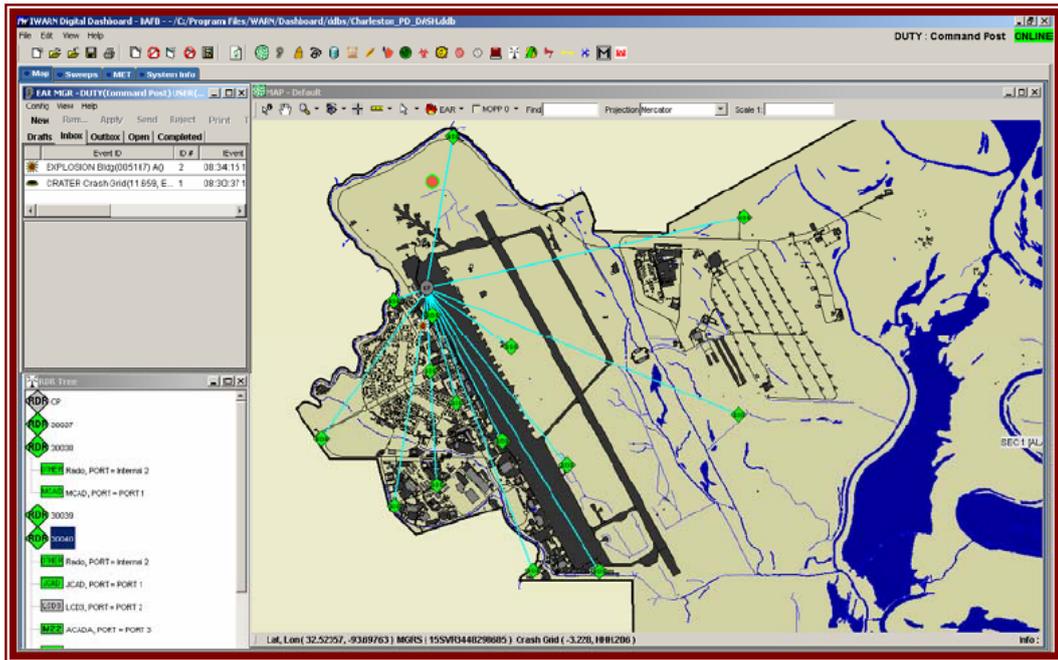


圖21 事故發生後應變介面

資料來源: Kathy Houshmand “Joint Operational Effects Federation (JOEF) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

Light Work Level			
Risk Assessment of Nerve Agent Exposure and Effect			
	Threshold Risk (Th)	Incapacitation Risk (IC)	Lethal Risk (LC)
Risk @ Calculated Dosage	<18%	<18%	<18%
Dose Required for Percentile Response	Th16 Dose (mg-min/M3) 0.2725	IC16 Dose (mg-min/M3) 19.86	LC16 Dose (mg-min/M3) 28.89
Calculated Dosage (mg-min/M3)	0.2700	0.2700	0.2700
Moderate Work Level			
Risk Assessment of Nerve Agent Exposure and Effect			
	Threshold Risk (Th)	Incapacitation Risk (IC)	Lethal Risk (LC)
Risk @ Calculated Dosage	>70% <84%	<18%	<18%
Dose Required for Percentile Response	Th84 Dose (mg-min/M3) 0.2036	Th16 Dose (mg-min/M3) 9.93	Th16 Dose (mg-min/M3) 14.44
Calculated Dosage (mg-min/M3)	0.2700	0.2700	0.2700
Heavy Work Level			
Risk Assessment of Nerve Agent Exposure and Effect			
	Threshold Risk (Th)	Incapacitation Risk (IC)	Lethal Risk (LC)
Risk @ Calculated Dosage	>84%	<18%	<18%
Dose Required for Percentile Response	Th84 Dose (mg-min/M3) 0.1957	Th16 Dose (mg-min/M3) 6.62	Th16 Dose (mg-min/M3) 9.63
Calculated Dosage (mg-min/M3)	0.2700	0.2700	0.2700

圖22 風險評估表

資料來源: Kathy Houshmand “Joint Operational Effects Federation (JOEF) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007

總之，JOEF確實可以提供指揮官或幕僚行動計畫之輔助工具，可避免人為決定方案所造成的誤判或不周詳之作戰計畫，若配合JWARN及JEM，可達到快速擬定與發布行動計畫至作戰區應變部隊，使聯軍各部隊達到「正確且快速立即之應變」。

伍、C4ISR 與核生化戰場管理系統(C4ISR and NBC Management System)

C4ISR係具有指揮、管制、通訊、資訊、情報、監視及偵察功能之系統，用於連結陸、海、空軍的情報系統。主要由三大系統組成：一是偵察系統，包括偵察衛星、預警飛機和地面雷達偵測網等；二是通信系統，主要是國防通信系統、各軍種載具之通信系統；三是指揮控制中心，包括國防部級、軍種級指揮中心。三者係藉由Link-16裝備而將全部貫聯，Link-16可在指揮控制系統與飛機、導彈等武器系統平台之間以及在各作戰單元之間傳輸各種戰術資料資訊，有效連接資訊源、指揮控制中心與武器系統平台，落實戰場資源分享。

C4ISR系統包含多樣的偵測器、感測器以及各式的通訊網路，而使戰力成級數增加的關鍵，則是資訊整合與「複合系統」的運用，透過整合，將戰場的大小系統，連結成聯合作戰的指揮模式，每個單位、每項戰具必須結為一體，以提供資訊並分享資訊，這種協同作戰模式的統合戰力，遠較單一兵種所發揮的戰力為大，而C4ISR就是發揮統合戰力，達成複合系統的核心。

C4ISR系統的作業方式係以監視系統與偵察系統（如雷達、電偵、敵我識別、偵察機、衛星等）所獲得之情報資料，藉由通信系統傳入作戰指揮管制的「指管操控台」（Command Control Consol）或作戰中心，提供指揮官與作戰參謀人員敵我位置、運動、速度、行為的戰場場景。指揮官根據戰場場景及參謀建議，下達命令（戰術作為決心），然後透過「指管操控台」直接送達下屬單位。這些命令可能是直接指令武裝載台接戰，或調整作戰部署等。

C4ISR除可能夠提高作戰單位「戰鬥空間知覺」（battle-space awareness）能力外，更在自動化的迅捷中，加強戰鬥程序（情報流程、指揮管制流程、資訊流程）的順暢度與即時性。

一、C4ISR系統的組成：

美軍C4ISR系統組成包括全球戰略指揮控制系統、戰略通信系統、情報偵察監視系統、戰術區域數字通信系統、聯合戰術信息分發系統、三軍聯合戰術通信系統等，依據JWARN介紹中有指出其主要在聯合作戰C4ISR中的指揮與控制系統中，可延伸出核生化戰場管理系統應位於指揮與控制中心。而就我軍C4ISR系統建置項目

有指管系統、陸軍戰術指管系統、機動部隊管制系統、陸航數據鏈路系統、情監偵系統整合、博勝系統整合與通資基礎建設等(如圖23)，若我軍將來發展資訊化的核生化戰場管理系統，可依照美軍建置於指揮與控制系統中，增加核生化報告傳遞之方便性，而究竟應建置在陸軍戰術指管系統或機動部隊管制系統中，則應根據核生化管理系統中的各子系統的特性來評估。若以美軍聯合資訊化戰場管理系統為例，JWARN在陸軍戰場管理系統中的機動管制系統與陸軍戰術指管系統之子系統中均應建置，而JEM與JOEF可僅建置於陸軍戰術指管系統子系統中，其差異係由於JWARN本身為監視管理偵檢器與傳送核生化報告之工具，應與美軍相同，配置於編隊之所有層級，但JEM與JOEF則只需在決策制定層級上。

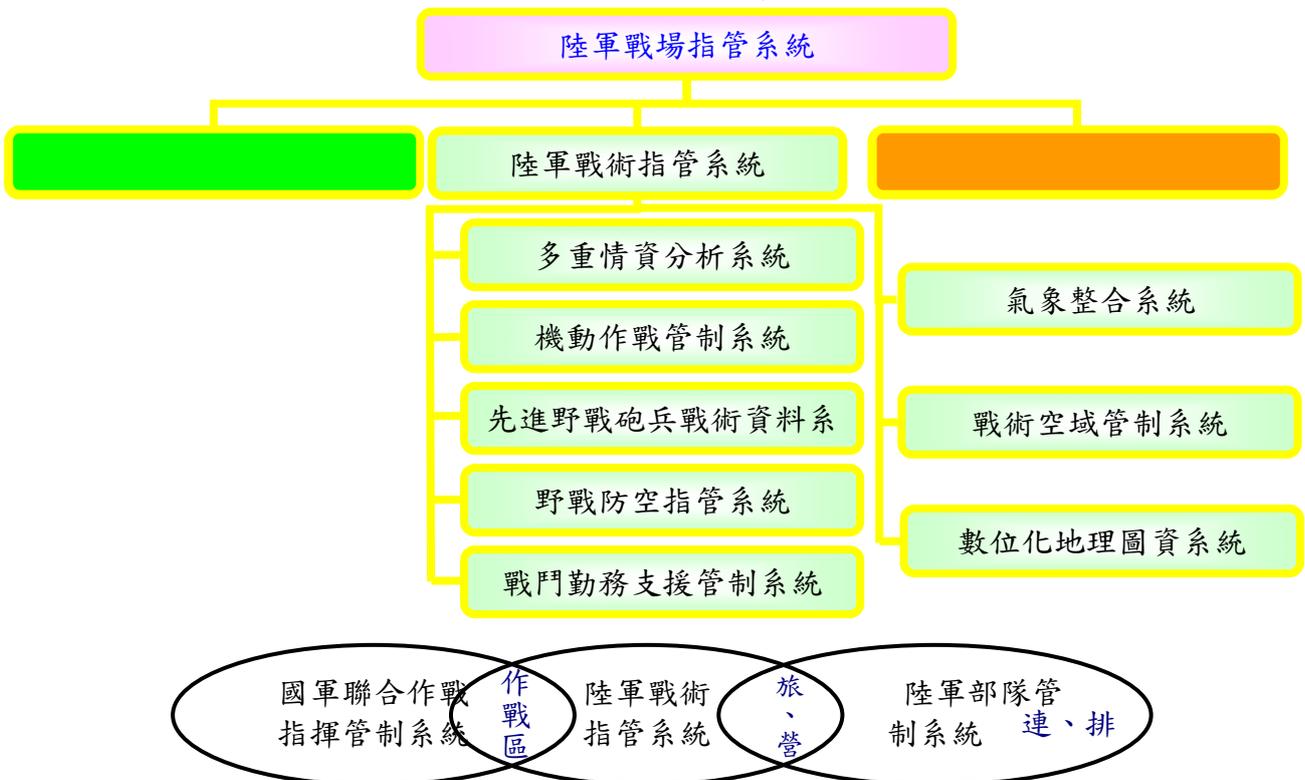


圖23 我軍C4ISR中陸軍戰場管理系統

資料來源：作者自繪

C4ISR之功能與目的為將指管通情監偵系統進行整合，使聯軍各軍種所有系統所獲得資訊可形成共同作戰圖像，透過網路使各作戰單位獲得足夠的戰情資訊，使戰場迷霧透明化，並可使軍方高層掌握戰場全貌。C4ISR系統運用了電腦與網路功能穩定提供即時性及正確性之資訊，並經整合分析後做出快速決策，以達制敵先機而

達成戰爭勝利的目標。此系統不僅可運用在軍事作戰上，亦可延伸至災害管理之緊急救難系統，建構具彈性、即時反應之應變體系，以降低災損。對軍事行動而言，C4ISR 是指「以資訊科技為核心，整合指揮流程與資訊流程，使監偵系統經指管平台至武器載台之程序達到更精確、更迅速之目標」，對於防救災等非軍事行動而言，C4ISR 是指「以資訊科技為核心，整合指揮流程與資訊流程，使監偵系統經事件管理平台至現場執行人員之程序達到更精確、更迅速之目標」，對於核生化 C4ISR 而言，個人認為，係「以資訊科技為核心，整合指揮流程與資訊流程，使監偵系統經指管平台至核生化現場作戰人員之應變達到更精確、更迅速之目標」，為達此目的，數位化核生化戰場管理系統與 C4ISR 整合非常重要，可提高聯合作戰部隊戰場核生化警覺，共享核生化戰場資訊與分析結果，達到正確即時的應變方案擬定與下達。JWARN、JEM 與 JOEF 整合 C4ISR 如圖 24。

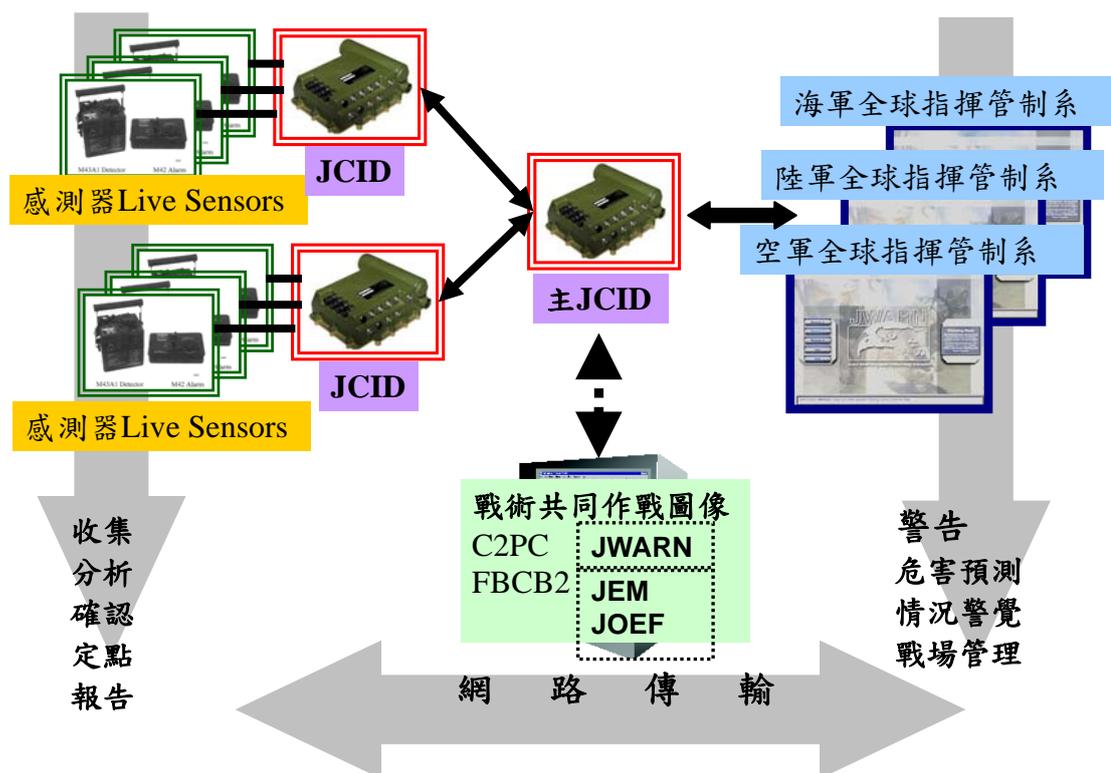


圖 24 JWARN、JEM 與 JOEF 整合 C4ISR

資料來源:作者自繪

二、JWARN、JEM與JOEF於戰場各層級之配置：(如圖25)

(一)戰術層級

化學專業部隊(偵檢、監視、消除及遮蔽)執行計畫作戰(路線、

消除、偵檢、停留、煙幕、MOPP 及熱壓分析與縱火計畫等)，利用 JWARN 的性能來確認人員、傳送所收集的資訊給高層。JWARN 提供了核生化災害之警告、報告與分析，確認情況警覺提供給友軍最小的風險，此層級指揮官與部隊核生化計畫者仰賴更高層的指揮官與核生化人員提供他們額外的作戰計畫資訊。在此層級，除 JWARN 之外，JEM 也在戰術層級之核生化偵檢和調查部隊所使用。

(二)作戰和戰略層級

核生化人員在此層級任務為計畫與規劃，JEM 與 JOEF 為設置在 C4ISR 系統上的計畫工具，以提供重要資訊與效應衝擊預測給規劃者，以協助其擬定完善計畫。

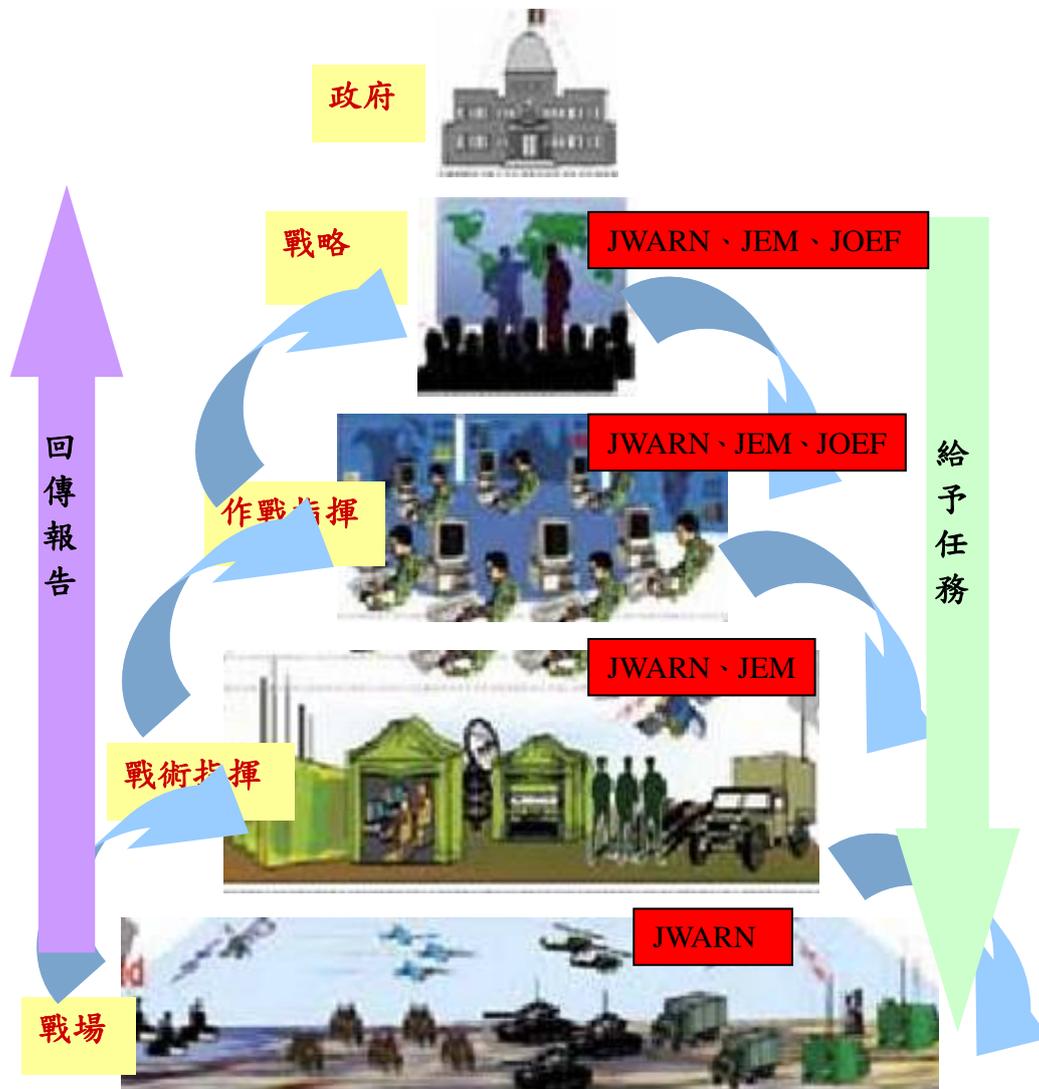


圖 25 JWARN、JEM 與 JOEF 於戰場各層級配賦示意圖

資料來源：作者自繪

陸、本軍發展現況 (Our Development)

目前本軍核生化戰場管理系統，已委託中科院進行開發，但仍處於初始發展階段，此套系統的開發僅侷限於警報與報告功能，且功能尚有許多不足之處。以下為對中科院開發系統做簡略介紹，並與美軍聯合核生化戰場管理系統進行功能比較，期望能給予我軍發展之規劃參考。

一、中科院下風危害預測模擬系統功能

包含核生化易損性分析系統、炸前落塵預測系統、核生化終端模擬系統、核生化戰情管制系統及核生化資料庫五大系統功能。

(一)核生化易損性分析系統 (如圖 25，手動輸入)

接獲(手動)敵可能攻擊目標及產量情報、部隊全裝防護等級及機動能力等數據參數運算，可查看對單位人員與裝備的損害範圍與程度，供指揮官參考指揮部署。

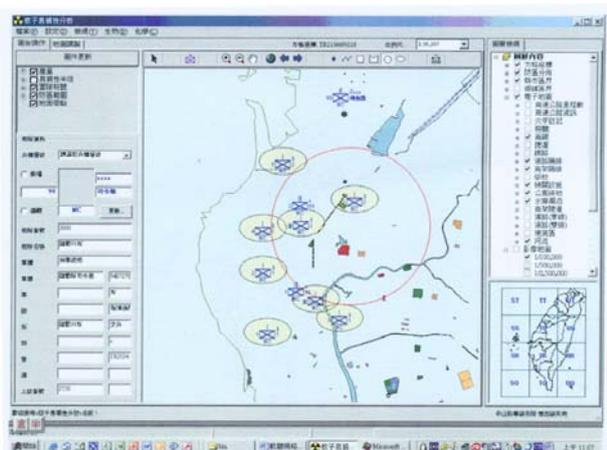


圖 25 核生化易損性分析系統



圖 26 核武落塵預測系統

(二)炸前核武落塵預測系統(如圖 26，手動輸入)

接獲輸入參二風向資料，實施實效風向資料運算後完成落塵預測。

(三)核生化終端模擬系統

接獲輸入參二偵檢器數據、毒區座標以及其他情報完成下風危害圖。

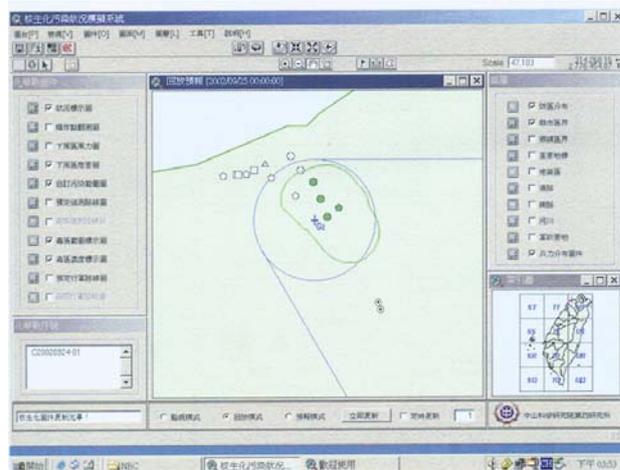


圖 27 核生化終端模擬系統

二、中科院系統不足之處

- (一)只是下風危害軟體，缺少物理連結元件將偵檢器網路做聯結。
- (二)無法自動取得偵檢器數據和警報及氣象監測數據，需手動輸入才能以繪出下風危害圖，相對上造成警告危害區域時間拉長。
- (三)只是下風危害，只省去手動描繪下風危害的時間及誤差，之後的決策仍須靠指揮官的經驗和智慧來判斷，耗時又未必正確。

三、中科院系統與美軍聯合系統比較表

系統 功能	中科院系統	美軍聯合數位化系統 JWARN/JEM/JOEF
向量式地圖	掃描疊合	✓
座標系統	方格座標 UTM 座標 經緯度座標	UTM 座標 軍事格線參考系統 經緯度座標
自動接收檢測器/偵檢器 警報與數據	手動輸入	✓ JWARN
偵檢器\感測器介面整合	手動輸入	✓ JWARN
即時氣象數據資料	手動輸入	✓ JWARN
生化下風危害區模擬及 繪圖	✓	✓ JWARN
核生化易損性分析	✓ 手動輸入可能攻擊 目標、產量、部隊全 裝防護等級、機動能 力，得單位人員與裝 備的損害範圍與程度	✓ (JOEF)
炸前落塵預測系統	✓	✓ JWARN
自動產生警告訊息		✓ JWARN

作戰作業任務風險評估		✓ (JOEF)
程式自動產生行動計畫		✓ (JOEF)
事故發生到警告影響區域之時間	但勢必比 JWARN 長	兩分鐘內
致命濃度分布、時間效應		✓ (JEM)計算顯示致命區域
程式輔助作戰計畫		✓ (JOEF)
緊急應變指南		✓ (JWARN;online)
煙幕支援		✓ JWARN
火攻支援		✓ JWARN
民用		✓ (與民用系統連結)

柒、結論與建議 (Conclusion and Suggestion)

核生化防護之 4 大主軸為早期監偵、全面防護、綿密維持與全維布局，本軍在監偵、防護及戰力維持均有持續地發展與精進，惟其核心能力-核生化全維布局上，卻明顯不足，實應加快發展腳步。由本文探討可知，一套完整的核生化管理系統並非僅侷限於警告與報告系統，實應包含效應模擬系統與決策輔助系統。藉由整合於 C4ISR 平台，將分析資訊顯示於共同作戰圖像，達到作戰情資共享及加強戰場情況警覺，使核生化防護在聯合作戰中，可具時效性、準確性及全面性，這也是美軍正極力發展的聯軍數位資訊管理系統的發展核心，應列為本軍未來發展之重點。

數位化處理的時代已經來臨，化學兵的發展重點，應從以往只著重在硬體設備之精進，進化為硬體與軟體之提升與精進，因唯有完備的硬體與軟體設備，才足以應對瞬息萬變的核生化攻擊或災害。未來，本軍在硬體偵檢設備採購應朝向系統化，考慮與未來資訊化核生化戰場管理系統之相容介面問題，方不至發生所採購之先進裝備無法與管理系統整合之窘境。

數位輔助模擬危害效應與任務衝擊和行動任務之決定，在未來將扮演非常重要之角色，這套系統能夠使平時訓練、演習、觀念養成與行動任務構想甚至戰時應變都能達到最大的效應，除了能夠利用警告與報告系統發出立即危害警告，更能協助指揮官做出立即且正確之行動方案之決心。

由美軍的發展經驗可知，發展一套數位化核生化戰場管理系統需要多方共同努力與經費支援才得以完成，美軍發展 JWARN、JEM、或 JOEF 並非只是單靠軍方的研發，而是先整合民間現有系統，根據軍方需求再予增強，才能發展出這一套聯合管理系統。這

給予我軍什麼啟示?個人認為，本軍應該摒棄單方向仰賴軍方之研發，唯有充分利用我國民間數位化與光電產業之成熟觀念和技術，才能夠獨立自制發展數位化戰場管理系統。

捌、參考資料 (Reference)

- 一、STANAG 2103 (Edition 9) “Reporting Nuclear Detonations, Biological and Chemical Attacks, and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas (Operators Manual)– ATP-45(C)”, 2005.
- 二、Scott White、Charles Fromer. “Information Systems: Advanced Planning Briefing to Industry”, Joint Program Executive Office for Chemical and Biological Defense, 2007
- 三、Capt Tom “Joint Program Manager Information Systems(JPM IS): Program Overview”, 2006
- 四、Edward Wack “Information Systems: The Key to Future Force Success in a NBC Environment”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 五、Michael Steinmann, “Joint Warning and Reporting Network (JWARN) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 六、S. David Kwak Eugene L. Berger, “JOEF (Joint Operational Effects Federation) Architecture”, MITRE Technical Papers, 2003.
- 七、Kethy Housmand, “Joint Operational Effects Federation Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 八、United States Army, “Joints Effects Model (JEM)”, Weapon Systems, 2005
- 九、Tom Smith, “Joints Effects Model (JEM) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 十、John Pace, “Overview of Hazard Prediction Modeling Program”, CBIS S&T Conference, 2005.
- 十一、Ian Griffiths, David Brook, Paul Cullen, “Urban Dispersion and Data Handling in JEM”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 十二、Matthew E., Ward P.E., “Waterborne Chemical Agent Transport Modeling Capability”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007
- 十三、Committee on C4ISR for Future Naval Strike Groups, “C4ISR for Future Naval Strike Groups”, US National Research Council, 2006
- 十四、www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm
- 十五、Kathy Housmand “Joint Operational Effects Federation (JOEF) Briefing to CBIS”, Chemical Biological Information Systems (CBIS) Conference, 2007