

出國報告（出國類別：研討會）

# 2018 年系統分析年會 (INFORMS Annual Meeting 2018)



服務機關：國防部整合評估司

姓名職稱：薦任科長陳冠志、中校資參官范姜群智、薦任  
專員何佩珊

派赴國家：美國

出國期間：107 年 11 月 1 日至 11 月 9 日

報告日期：107 年 11 月 22 日

## 摘 要

2018年系統分析年會（INFORMS Annual Meeting 2018）於11月4日至11月7日假美國亞歷桑納州鳳凰城舉行，本司由效益評估處陳冠志科長率范姜群智中校及何佩珊專員共3員赴美參加。

作業研究是一門科學，試圖在各個不同領域中，採用客觀且具邏輯的方式，處理複雜情境下的問題。INFORMS 年會為作業研究及管理科學領域之年度盛會，講者來自各國學術研究單位與公、民營機構及美國軍事學校及國防相關政府單位，所發表研究主題除國防軍事安全之作業研究與模擬應用外，尚有供應鏈管理、能源、醫療、運輸等領域之資料探勘、決策分析、最佳化(optimization)模型、排程管理等相關理論以及實例探討。此年會為一重要平臺，將相關領域之各國專家學者予以連結，提供交流機會。

作業研究在國防軍事的應用亦相當廣泛，包括武獲成本效益分析評估模型、災害防救之後勤系統、網路安全預警系統、多階段模式模擬、無人機運用研究等。本次參與共約 60 場次研討會議，瞭解各種量化理論的背後，資料本身才是最基礎的核心，如何確保資料可靠度以支撐後續的分析，是作業研究的根本。

本司所推動的「國軍主要武器裝備成本資料庫」已累積一定數量的資料，未來將循此原則持續精進。此外，本次美國空軍司令部簡介的武獲成本效益分析架構與本司做法類同，故可初步確知本司所建立的「最佳戰力組合分析」模型為具合理性且通用的分析方法。為充分發揮本司所蒐集資料的價值，如何從現有數據持續蒐集，走向大數據、引進人工智慧來支援建案規劃，為本司應持續探索的方向。

## 目 錄

壹、依據.....	4
貳、目的.....	4
參、任務編組.....	5
肆、工作紀要.....	6
一、行程 .....	6
二、年會概要 .....	7
三、訪團參加研討會議程表 .....	8
伍、研討內容摘要.....	9
陸、心得與建議.....	16
柒、照片紀實.....	19

# 國防部整合評估司赴美參加「2018年系統分析年會」 出國報告

## 壹、依據

- 一、國防部處務規程整合評估司掌理事項：國軍主要武器裝備成本管理之政策規劃、督導與成本資料庫建置、管理及運作。
- 二、107年度國防部本部單位施政計畫「INFORMS 2018年會」。
- 三、107年10月8日核定「2018年系統分析年會(INFORMS 2018)」出國實施計畫。

## 貳、目的

- 一、為積極推動「國軍主要武器裝備成本資料庫」建置及「國防資源分配暨投資效益評估」案，精進未來國軍武器系統軍事投資建案評估方法。
- 二、藉由與各國與會代表針對系統成本分析估算、大數據、雲端運算、軍事決策管理及相關量化評估等議題，進行學術與實務經驗案例研討及交流，俾利本部後續成本分析與資源分配任務遂行。
- 三、瞭解國際系統分析作業領域發展趨勢，學習系統分析業務最新作業資訊與能量，提供精進本部武器裝備系統分析作業能力與方法，並可作為明(108)年度「軍事投資計畫成本分析作業講習」內容參考。

### 參、任務編組

職 稱	職 級	姓 名	任 務
組 長	科 長	陳冠志	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 訪團行程管控。</li> <li>2. 瞭解美方最新系統分析方法及解決方案研討。</li> <li>3. 與各國授課專家學者研討系統分析及運用模式方法。</li> <li>4. 擔任資安長。</li> <li>5. 督導完成出國報告。</li> </ol>
組 員	中資 校官 參 官	范姜群智	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 辦理全案實施計畫簽核、行程規劃及返國經費結報。</li> <li>2. 研習系統分析業務最新作業資訊與作業能量。</li> <li>3. 擔任保密軍官。</li> <li>4. 協助完成出國報告。</li> </ol>
組 員	專 員	何佩珊	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 出國作業協調與資訊蒐集。</li> <li>2. 研討各國系統分析資料蒐集方式及評估方法。</li> <li>3. 系統分析方法論研討。</li> <li>4. 撰擬出國報告。</li> </ol>
以上合計 3 員			

## 肆、工作紀要

### 一、行程

臺北時間		美國時間		地點	活動概要	備考
日期	星期	日期	星期			
11月1日	四	11月1日	四	臺北 至 鳳凰城	臺北時間 11 月 1 日 1020 時搭長榮航空(BR6)出發。抵達美國洛杉磯後，轉搭美國聯合航空(UA1766)赴鳳凰城，1208 時抵達。	
11月2日 至 11月3日	五 六	11月2日 至 11月3日	五 六	鳳凰城	場地會勘、行前準備。	
11月4日 至 11月7日	日 三	11月4日 至 11月7日	日 三	鳳凰城	參加 2018 INFORMS 年會。	
11月9日	五	11月8日	四	鳳凰城 至 臺北	11月8日 0830 時由鳳凰城搭美國航空(AA1880)至舊金山，轉搭長榮航空(BR7)返臺，於 1830 時抵達桃園國際機場。	
共計 9 天						

## 二、年會概要

- (一) 2018 年系統分析年會 (2018 INFORMS ANNUAL MEETING) 是由「作業研究及管理科學學會 (The Institute for Operations Research and the Management Sciences, INFORMS)」主辦，鏈結產官學界之專家學者、會員、企業與學生，為作業研究領域難得的年度盛會。
- (二) 年會假美國鳳凰城會議中心(Convention Center)舉行，以論文發表為主軸，自上午 8 時起至下午 6 時區分數個時段，於各會議室同時辦理不同專題研究的口頭研討會，由講者簡報說明研究專題後，透過與會者提問進行討論，
- (三) 研討會發表者來自各國學術研究單位與公、民營機構，國防軍事部分主要有美國海軍研究院、空軍技術學院、西點軍校等，來自民間學術機構則有麻省理工學院、史丹佛大學、華盛頓大學、亞利桑那大學等美國知名大專院校博士生，所發表之研究主題甚廣，包括：國防軍事及安全、醫療、供應鏈管理、能源、運輸等領域之資料探勘、決策分析、最適化(optimization)模型以及模擬應用等。
- (四) 此外，亦有研究發表人員於展覽會場透過靜態海報 (poster session) 展示研究理念與成果之評比競賽，且有 Uber、JD.com、JMP、SAS 等數家知名公司贊助並參與展覽，提供不同解決方案。
- (五) 再者，年會亦邀請 IBM 公司等業界先進發表數則專題演講，分享作業研究、運輸技術、能力與安全、賽局理論、能源規劃、碳排放等趨勢發展與新知。

### 三、訪團參加研討會議程表

日期	研討主題
11/4 (日)	災害與人道援助之後勤系統(Disaster and Humanitarian Logistics)
	運用無人機之後勤系統(Drone-assisted Logistics)
	由大數據發掘人工智慧(Artificial Intelligence in Big Data)
	確保資料分析之品質與可靠度(Data Science and Analytics for Quality and Reliability Assurance)
11/5 (一)	國防及軍事網路安全之精進分析(Advanced Analytics for Military Cyber Security, Defense and Readiness)
	以量化方法支援作業決策(Quantitative Methods Supporting Operational Decisions)
	最佳化及系統分析(Optimization and System Analysis)
	分析及數據科學之應用(Analytic and Data Science Applications)
11/6 (二)	美國空軍作業研究發展概況(Operations Research at USAF)
	人因工程對於軍事作業影響之考量(Considering Human Aspects in Military Operations)
	武器開發、獲得與維持(Development, Acquisition, and Maintenance)
11/4 (三)	評估及分析規劃(Planning for Assessment and Analyses)
	資料探勘於企業管理之應用(Data Mining in Business Applications)
	當代資料可靠度分析(Statistical Methods for Modern Reliability Data Analysis)

## 伍、研討內容摘要

年會期間，各成員按預定計畫參加所遴選場次之論文發表研討會，參加後勤、無人機應用、大數據、資料探勘、可靠度分析與應用等各項與軍事國防相關之 14 項主題，各主題由不同講者發表 4 場至 5 場次相關專題，成員共參加約 60 餘場研討會，茲針對各主題擇要摘錄內容如次。

### 主題一：災害與人道援助之後勤系統

**摘要：**強調將物資提供者篩選，納入人道救援行動的預先定位 (pre-positioning)，基於物資需求數量、準備時間及既有存貨，建議物資提供者應訂有不同價格/折扣，並提出兩階段隨機模型，同時考量失敗的風險，產生適合的人道援助計畫，包括設施地點、提供者選擇與物資存貨及分配等。此研究以颶風襲擊美國墨西哥灣地區為例詳述模型之運用。另外也比較不同的實驗結果以進行敏感度分析，可提供援助物資提供之決策參考。

此外，另有一個研究發表防洪測試系統，協助民眾尋找替代路徑，即瞭解受災區位置。此系統可即時支援緊急情形因應措施，並透過動態路徑模型利於進行撤退、救援、運送、以及緊急應變中心設置。

### 主題二：運用無人機的後勤系統

**摘要：**由於電子商務發達，顧客退貨率提升至 25%-40%，為因應消費者退貨、取貨服務需求的增加，本主題之相關研究旨在運用貨車和無人機搭配，以使送貨和取貨之間的路徑最

佳化，先假設由單一貨車搭配單一無人機，無人機每次出勤提供單一提貨服務、或提供遞送服務後接續取貨，另也針對無人機電池續航力、顧客退貨人次(即無人機取貨次數)、無人機速度等變數對整體遞送時間的影響進行演算，以比較物流效益。

此外，由於目前大部分的研究對無人機物流假設均為：每輛貨車搭配一架無人機、每個包裹為均質、無人機單次僅載運一件貨物、每次可行的運送目的地限制於顧客端、無人機電池待機時間為固定，與現實物流狀況不盡相符，故另有研究跳脫前述假設，考慮到每次包裹的異質性、無人機單次可載運多件貨物、載運目的多元化、據包裹不同決定電池耗用量多寡，分析出不同運送模式與排程，可做為後勤運輸流程規劃之參考。

### **主題三：由大數據發掘人工智慧**

**摘要：**本主題有多領域的專題研究發表，其一為醫療領域，主要用大數據預測病患再入院的可能性。再入院病患係指病患在出院後，於一定期間內復發再入院。據統計每年美國有260億美元的再入院醫療成本，原是可預控的，但因未能掌握，反造成額外成本負擔並影響醫療品質，故此研究以病歷等相關資料建立軌跡深度學習模型(Trajectory based deep learning)來考量不同病患的異質性，主動預測病患再入院的機會，藉此降低醫療成本。

另有研究聚焦於社群網站演算法，目前社群網站的「好友推薦」功能基於技術演算法的限制，使推薦結果趨於類似，如：同一所大學/公司、同一區域等，該研究致力於發展一

套新演算法，使演算結果多元化，讓使用者能連結更多元團體，利於社群網站使用者人際關係與能力發展。

#### **主題四：確保資料分析之品質與可靠度**

**摘要：**以都市排水建設及交通基礎建設為範例，強調將數據分析應用於聯合規劃(joint plan)。鑑於排水建設和交通基礎建設在實體面和操作面有其相依性，但大多數既有的維護工作係將兩種基礎建設分開進行，忽略其複雜的相依本質，故本研究提出最佳的維護作業決策架構，納入設施檢查、交通管制、修理等成本進行計算，目標為降低長期維護成本。研究結果認為透過優先維護大部分排水設施與交通設施共同之處，如管線和道路，可顯著降低維護成本。

#### **主題五：國防及軍事網路安全之精進分析**

**摘要：**本研究由西點軍校發表，研究目的在於分析以人工智慧(AI)建立網路安全預警系統之構想。研究指出，過去十年各界對網路安全的關注持續增加，但網路威脅日新月異，系統偵測及保護方式必須更為精進。最新的網路攻擊模式大多呈現離散、可觀察的狀態，本研究旨在分析系統和機器學習中導入AI人工智慧，同時根據AI在偵測入侵前所規劃的處理方式賦予其適當權限，包括AI自行處理、或轉由人工處理等條件，能顯著提升網路安全。

#### **主題六：以量化方法支援作業決策**

**摘要：**美國邊界管理部門目前主要採用機動式和固定式邊界檢查系統，以增強邊界整體狀況掌控，但該等系統尚有作業能力受限、偵測盲點、人員疲累等缺點，研究提出以無線充

電之無人機支援邊界檢查系統，可強化檢查效率，為使無人機在飛行偵查的過程中能同步充電，以增加飛行值勤時間，研究中亦提出最佳化模式及解決方案的演算法，利於飛行作業規劃。

另有相關研究發表防空系統之模式模擬方法，探討基地在面對飛彈來襲時，如何運用防衛武器的不同部署配置，使攔截率最大化。透過電腦計算，可針對飛彈(目標)所帶來的立即危險算出攔截機率最佳的部署位置，並將來襲飛彈的數量及類型納入下一次攔截行動進行評估。此研究同時運用CAVE演算法，發展出及時、接近最佳的攔截策略。

### **主題七：最佳化與系統分析**

**摘要：**國防軍事作業係綜合各單位能力，如有任一單位未能達成任務，將影響整體目標達成程度，故各單位未能達成任務的風險，便可加總構成整體風險評估的內容。此研究提出量化風險評估模式，以整合各單位達成目標的能力，進而找出各單位間的依賴關係，評估各自未達成目標的風險，並找出顯著影響整體風險的單位，利於決策者在各單位間進行最佳化的資源配置。

此外，另一專題由美國海軍介紹一個簡單的攻擊與防禦交戰模式，主要係提出一個自動化決策輔助系統，結合多重武器系統以因應蜂群威脅，並可有效組隊(pairing)，以根據現有能力及威脅情勢，給予各個組隊建議交戰目標。

### **主題八：分析及數據科學運用**

**摘要：**由美國陸軍訓練及戰略思想司令部(TRADOC)發展一套演算

法，在所界定空域中，從地面觀察戰機行蹤的程度，據此可決定戰機最適的飛行軌跡，達到匿蹤效果，並利於空軍資源配置。此研究指出飛行高度較飛行速度對匿蹤程度有較大影響。此外，該部亦介紹目前推動雲端系統做為決策支援工具之構想，規劃以該部分析中心模擬工具之運用做為先導計畫，以檢視雲端計算能力及後續運用。

### **主題九：美國空軍作業研究發展**

**摘要：**本研究由美國空軍學校提出。由於該部現有的行政作業流程仍以人工為主，效率不彰，故研究如何善用自動化系統改善工作效率，此研究先分析空軍既有行政作業流程，找出高度人工密集處理但可轉換為自動化的工作，並導入民間企業流程管理平臺進行改善，以減少重複工作及相關成本，同時以自動化節省人力，利於追蹤工作流程和透明化。

此外，另發表登山Z字路徑最適化研究，目的在於找出最短時間、最低耗氧量的條件下之最適登山路徑選擇，包括每段Z字的直線行走長度、最適合坡度等。研究提出了數學模型運算，研究結果為坡度21度、每小時2英哩的Z字路線為最佳，其行走感受相當於在平路(無坡度)以每小時9英哩的方式行走。此研究可應用在軍隊在山區登頂任務。

### **主題十：人因工程對於軍事作業之影響**

**摘要：**本研究以超限戰(unrestricted warfare)、混合戰(Hybrid warfare)、戰爭引發的難(移)民潮、超級大城(Mega City)面臨的戰爭型態等狀態為背景，提到人因軍事作業綜合概念(JC-HAMO)，端視人的心智、行為、戰爭時的決策，亦

提到指揮官決策環(計畫、指揮、監督、評估)，以及JC-HAMO概念的4項核心規則:1. 識別參與者的範疇以及其社會、文化、政治、經濟、組織網路;2. 評估參與者;3. 預期決策;4. 影響參與者的心智及和決策。同時提出數個在作業研究領域實踐該概念的範例。

### 主題十一：武器開發、獲得與維持

**摘要：**由美國空軍司令部介紹武獲成本效益分析架構。其中成本部分，分析方法有類比法、參數法、及工程法;效益部分則有專家意見法、層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)、模擬法以及任務工作法。值得注意的是，講者提出成本效益模型產出的結果，在實務上難以被視為最適方案，因成本和效益的評估原即具有不確定性，且亦須將利害關係人的要求納入考量。

此外，另有一專題發表運用可靠度理論精進零件汰換管理研究。多數電子零件因壽期縮短，增加汰換需求，本研究運用可靠度理論等統計方法，預測國防用途之電子零件壽期，並據以推估未來可能汰換時程，利於零件使用單位採取主動汰換策略，而非傳統方式待損壞才汰換(被動汰換)，避免未來有需求時，該零件已經停產之窘境。

### 主題十二：評估及分析規劃

**摘要：**由美國空軍技術學院發表。軍事作業評估計畫涉及一連串決策，其中需考量不確定性及難以觀察到的部分。本研究提出「半機器馬可夫決策過程」，延續馬可夫傳統模型(部分隨機、部分由決策者控制)，惟由機器取代人類扮演決策者。此研究針對此模型概念進行介紹，並以數學模式針

對新舊模型運算結果產出的計畫方案進行比較。

### **主題十三：資料探勘於企業管理的應用**

**摘要：**員工健康管理對企業而言，在職場道德、作業層面，及財務層面等考量下都很重要，此研究在偵測、識別、診斷、復原的架構下，利用穿戴式感應器，偵測製造業作業員之心跳率等生理數據資料，並以統計迴歸模型進行分析，瞭解作業員疲勞程度，利於決策者管理以提升工作效率。

### **主題十四：當代資料可靠度分析**

**摘要：**傳統大數據分析是將原始資料經過運算後獲得應用結果，本研究則反之，針對資料部分逸散的資料庫，運用殘缺不全的既有數據，以資料可靠度統計方法及相關運算模型(Random Forest Algorithmic)，推算出原始資料。本研究並以加州油氣探勘井維修公司歷年八千餘口探勘井之細項資料(井深、所在經緯度位置等)的復原工作做為應用實證。

### **主題十五：預防性維修與最佳排程分析**

**摘要：**預防性維修(preventive maintenance)策略是為避免武器裝備、飛機、雷達等大型機械或電子設備因突發性故障導致重要工作無法執行，而在重要零組件發生故障前，即先排訂更換或保養計畫。然而預估期程過短，除增加維修保養的成本，亦縮短裝備工作時程，影響任務執行；預估期程過長，將使突發性故障的風險增加，達不到「預防性」的目標。為精確預估維修期程，可透過統計方法，針對同類裝備之不同零組件發生故障的時間點進行建檔與排序，

再透過維修排程的設計，找出「成本」與「維修時間」的平衡點，進而提升裝備的全壽期妥善率。

## 陸、心得與建議

- 一、尋找既有領域存在問題、再利用可掌握的資料加以分析、演算，挖掘出有價值的趨勢、規則或關聯，是每場次專題研究的基本脈絡，其中所運用的理論、工具或運算方式有很多種，也各有立論基礎，但如要充分展現分析結果的價值，資料本身實為關鍵。本司刻正積極推動「國軍主要武器裝備成本資料庫」建置及精進，如何在原始資料蒐整過程確保各項資料品質，利於分析應用做為建案參考，實為首要課題，也是本司赴各單位進行成本資料庫輔訪後續積極精進的方向。
- 二、本次美國空軍部簡介的武獲成本效益分析架構，與現行本司「最佳戰力組合」作法雷同：成本分析面向納入類比法、參數法及工程法，效益評估面向則採用模式模擬等方法，並從兩者取得平衡的建議方案，故可初步確認現行我所採行之成本效益分析架構應有其通用性及合理性。建議本司可持續運用成本資料庫發展相關分析方法，俾提供戰規司五年兵整計畫排序及資源分配參考。
- 三、另美國空軍部研究員皮耶茲博士(Dr. Pietz)亦與本團人員分享武獲成本效益作業經驗，認為在評估未來武器裝備建案成本時，無須刻意設定未來預算的上限，因武器裝備籌獲其特殊性，若真有急迫需求，國會可隨時拉高預算上限，故評估的重點應放在方案之間的比較，不同的武器裝備組合，在達到相同戰略目標的條件下，需要

付出多少成本，並以全壽期的角度進行檢視，才能獲得合理的武獲建議。皮耶茲博士之觀點與本司「國軍軍事投資建案最佳戰力組合評估」專案相當契合，建議未來可尋求與該部合作，協助我評估本部五年兵整計畫之優序與資源分配。

四、本次研討會和演講，講者大量提及大數據、資料科學、人工智慧、機器學習(Machine Learning)、資料探勘等相近卻似不同的詞彙，可見資料蒐集僅是起步階段，為充分發揮資料之價值，如何從大數據走向人工智慧來支援建案規劃，為本司可持續探索的方向。

五、本次研討會有數個主題聚焦於無人技術的應用，包括無人機之用於民間物流，主要是因應網路購物盛行所引發物流人力不足的問題，強調如何與傳統貨車搭配規劃路徑、或送取貨間的整合路徑調整，目的在增加物流效率；此外，也有無人機應用在邊境管制監控之相關研究。當前美國 Amazon 公司已運用無人機進行消費終端物流配送，又中國大陸、美國、俄羅斯均在探索試驗無人機在軍用後勤補給之發展。而無人載具有節約人力、節省成本、增加效率的優點，因此，或可適當探討無人機在我國平時災害防救、後勤整備、戰時救護的角色應用以及相關發展藍圖之規劃。

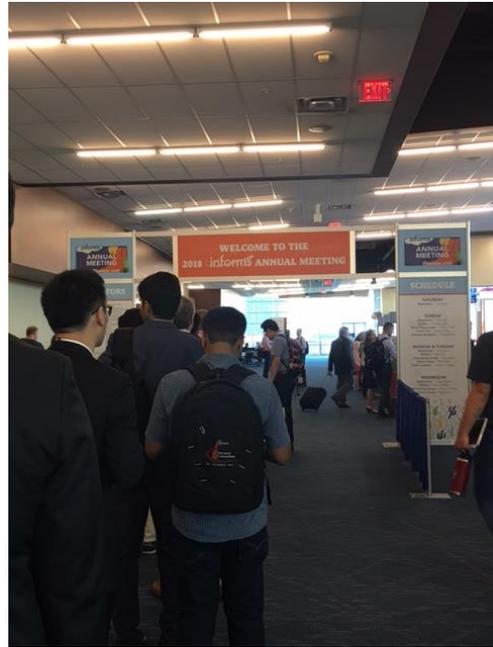
六、美國空軍學院在研討會中亦針對學生暑期實習計畫以及高年級生的作業研究進階課程進行簡介。該學院每年挑選優秀高年級生參加暑期實習計畫，前往美國空軍基地、國防部以外的其他政府部門(如：美國國安局)、合約商、

民間企業(如:Google、Facebook)或大學實習;此外，高年級生也須在客戶端進行為期一年的進階課程，針對實習單位或客戶所提出的問題進行研究並提出解決方案。例如，學生於夏威夷空軍基地運用統計分析方法，研究受到 CBRN 攻擊(化武、生化武器、輻射武器、核武)下，該基地所需加強的預防準備工作、解決方案等。讓軍校學生由課堂理論介接至實務領域的方式，可供我國國防軍事人才培訓之參考。

## 柒、照片紀實



會場合影



年會首日報到



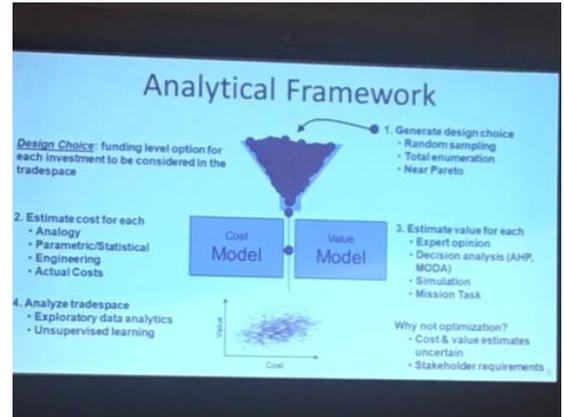
展覽會場實況



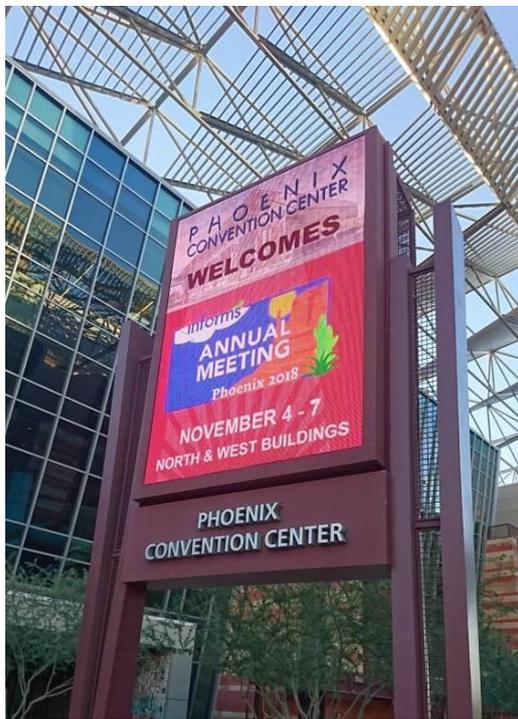
開幕演講現場



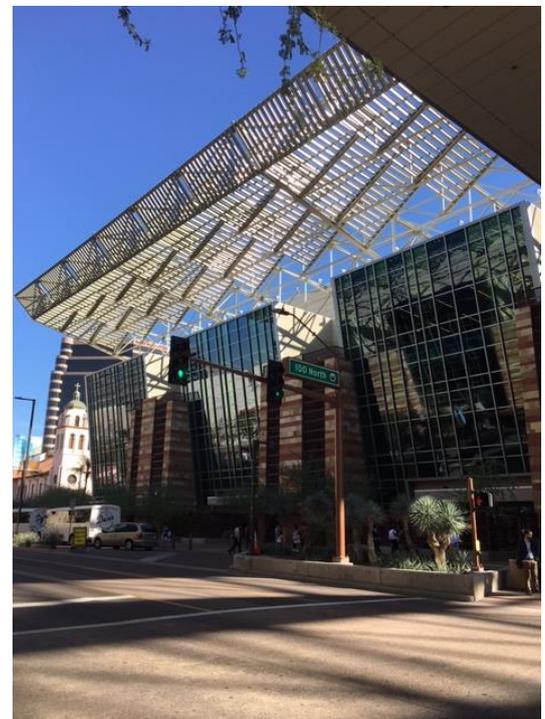
講者進行研究發表



美軍武獲成本效益分析架構



年會會場(一)



年會會場(二)